

**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**

---

**“ALUMINOSILICATOS HIDRATADOS EN LA DIETA DE POLLOS DE  
CARNE”**

**TESIS**

**Presentada como requisito para  
optar el título profesional de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**por**

**JOSSY OSMAR PEREZ VARGAS VARÍAS**

**Lambayeque**

**PERÚ**

**2015**

**“Aluminosilicatos hidratados en la dieta de pollos de carne”**

**TESIS**

**Presentada como requisito para  
optar el título profesional de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**por**

**JOSSY OSMAR PEREZ VARGAS VARÍAS**

**Sustentada y aprobada ante el  
siguiente jurado**

**Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc. -----**  
**Presidente**

**Ing. Enrique Martín Adrianzén Arbulú, M. Sc. -----**  
**Secretario**

**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, M. Sc. -----**  
**Vocal**

**Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, M. Sc. -----**  
**Patrocinador**

## **DEDICATORIA:**

Dedico el presente trabajo a:

Mi abuela Ana Oyola;

Mis padres Francisco Pérez Vargas y Zoila Varías, por el amor que me profesan y su apoyo incondicional;

Mi hermana, Nenenca, y mis sobrinos, Juan Pablo y Joaquín Alejandro;

A Grecia Calle, por acompañarme a lo largo de esta etapa, una de las más hermosas de mi vida.

...y a todos mis familiares.

**Jossy Osmar**

## **AGRADECIMIENTO:**

Como autor del presente trabajo de investigación expreso mi más grande agradecimiento a todas las personas que colaboraron para que se llevara a cabo; en especial a las siguientes:

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, M. Sc. por el adecuado asesoramiento durante todas la fases;

A mis tíos Juan, Fátima , Soledad, Chaly; a mis primas Ana María, Patty;

A la Sra. Katy Valdivieso;

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, y de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, por la formación profesional recibida.

Son muchas las personas que me apoyaron en toda esta etapa de mi vida, es imposible nombrarlas a todas; pero ahí están las principales....

## INDICE

<b>N° Capítulo</b>	<b>Título del Capítulo</b>	<b>N° Pág.</b>
<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>01</b>
<b>II</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>03</b>
	2.1. Generalidades sobre Aluminosilicatos y Mico-Toxicosis...	03
	2.2. Aluminosilicatos (Zeolitas).....	05
	2.3. Aluminosilicatos en alimentación animal.....	09
	2.3.1. En pollos de carne.....	12
<b>III</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
	3.1. Localización y Duración.....	16
	3.2. Tratamientos Evaluados.....	17
	3.3. Material y Equipo Experimentales.....	17
	3.3.1. Animales.....	17
	3.3.2. Alimento.....	17
	3.3.3. Instalaciones y Equipo.....	19
	3.4. Metodología Experimental.....	20
	3.4.1. Diseño de contrastación de las hipótesis.....	20
	3.4.2. Técnicas experimentales.....	20
	3.4.3. Variables Evaluadas.....	22
	3.4.4. Análisis estadístico.....	22
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
	4.1. Consumo de Alimento.....	24
	4.2. Peso Vivo e Incremento de Peso.....	25
	4.3. Peso y Rendimiento de Carcasa.....	31
	4.4. Conversión Alimenticia.....	32
	4.5. Mérito Económico.....	36
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VI</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>41</b>
<b>VII</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>42</b>
<b>VIII</b>	<b>APÉNDICE.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N° Cuadro</b>	<b>Título del Cuadro</b>	<b>N° Pág.</b>
3.1.	Composición (%) de la ración testigo para pollos de carne	19
3.2.	Esquema del análisis de la varianza del DCA	23
4.1.	Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron aluminosilicatos en el alimento	24
4.2.	Peso vivo e incremento de peso de pollos de carne que recibieron aluminosilicatos en el alimento	26
4.3.	Peso y rendimiento de carcasa de pollos Cobb 500 que recibieron una fuente de aluminosilicatos en el alimento	31
4.4.	Conversión alimenticia de pollos Cobb 500 que recibieron una fuente de aluminosilicatos en el alimento	33
4.5.	Mérito Económico	37
8.1.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales	49
8.2.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en el Inicio	49
8.3.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en el Crecimiento	49
8.4.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en el Acabado	50
8.5.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso acumulados	50
8.6.	Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo obtenidos en el período de inicio	50
8.7.	Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo obtenidos en el período de crecimiento	50
8.8.	Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo obtenidos en el período de acabado	51
8.9.	Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo acumulados en todo el ensayo	51
8.10.	Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos de peso acumulados (Y)	51
8.11.	Análisis de la varianza con los pesos de carcasa	52
8.12.	Análisis de la varianza con rendimiento de carcasa (transformación arco-seno)	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N° Figura</b>	<b>Título de la Figura</b>	<b>N° Pág.</b>
3.1.	Vista satelital de la parte oeste de la ciudad de Lambayeque	16
4.1.	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento	24
4.2.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incrementos de peso vivo en el Inicio	27
4.3.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Crecimiento	28
4.4.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Acabado	28
4.5.	Comparativo porcentual entre tratamientos para incrementos de peso acumulados	29
4.6.	Comparativo porcentual entre tratamientos para peso de carcasa	31
4.7.	Comparativo porcentual entre tratamientos para C. A. en el Inicio	34
4.8.	Comparativo porcentual entre tratamientos para C. A. en el Crecimiento	34
4.9.	Comparativo porcentual entre tratamientos para C. A. acumulada	35
4.10.	Comparativo porcentual entre tratamientos para M. E. acumulado	37

## **I. INTRODUCCIÓN**

La industria del pollo de carne moviliza una elevada cantidad de insumos alimenticios, principalmente cereales y oleaginosas. Las granjas se ven obligadas a mantener stocks de estos insumos y, muchas veces, las condiciones de almacenamiento no son las más adecuadas; las que se pueden dar desde su origen (cosecha), transporte y usuario final. Cooperan, en esta inadecuación, la elevada temperatura y humedad relativa. La consecuencia de ella es el desarrollo de hongos que dejan en el alimento sus productos de desecho (mico-toxinas) que afectan las condiciones de salud y rendimiento de las aves.

Es necesario neutralizar a las mico-toxinas, una de las estrategias es la acción atrapadora desarrollada por ciertas arcillas, dentro de las que se encuentran los aluminosilicatos hidratados.

Al considerar la problemáticas relacionada con el ataque de hongos se debe considerar que el departamento de Lambayeque se caracteriza por poseer elevada temperatura ambiental, sobre todo en el medio año comprendido entre los meses de octubre a marzo, que puede ocasionar la presencia de hongos en los insumos alimenticios que se comercializan para ser utilizados en la alimentación de pollos de carne. Por otro lado, el pollo de carne es muy susceptible a la acción nociva de mico-toxinas.

Se observa que dentro de los productores, grandes y pequeños, es común emplear una serie de productos con la finalidad de neutralizar a los hongos y de atrapar a las mico-toxinas, pero son productos comerciales de muy variada acción y que poco se ha investigado para determinar su efecto real. Inclusive, en la actualidad se maneja el concepto que los aluminosilicatos hidratados, más allá de su acción adsorbente de mico-toxinas, tienen efectos sobre la fisiología nutricional; lo que permitiría mejorar el



rendimiento animal, esto implica que su presencia en las dietas aún en ausencia de hongos estaría justificada.

Por lo que se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo se comportarán el consumo de alimento, incremento de peso, peso y rendimiento de carcasa, conversión alimenticia y mérito económico de los pollos de carne si se incluyen aluminosilicatos hidratados en la dieta?

Para responder a esta interrogante se planteó el presente proyecto de investigación, asumiendo la siguiente hipótesis: **Si** se emplean aluminosilicatos hidratados en la dieta de pollos de carne **entonces** se podrá determinar y evaluar el efecto sobre el consumo de alimento, incremento de peso, peso y rendimiento de carcasa, conversión alimenticia y mérito económico.

Habiéndose considerado los siguientes objetivos:

1. Determinar y evaluar el comportamiento del consumo de alimento.
2. Determinar y evaluar el comportamiento del incremento de peso vivo.
3. Determinar y evaluar el comportamiento del peso y rendimiento de carcasa.
4. Determinar y evaluar el comportamiento de la conversión alimenticia.
5. Determinar y evaluar el comportamiento del mérito económico.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades sobre Aluminosilicatos y Mico-Toxicosis

La estructura aluminosilicato está negativamente cargada y atrae cationes que vienen a residir en el interior de los poros y canales. Dentro de los aluminosilicatos se encuentran las zeolitas, las que tienen grandes espacios vacíos, o jaulas, que pueden acomodar grandes cationes, moléculas y grupos catiónicos. La estructura básica de las zeolitas es biológicamente neutral, por tal motivo han tenido diversas aplicaciones como adsorbentes, intercambiadores de iones y catalizadores en la industria, agricultura, medicina veterinaria, sanidad y protección ambiental; también son empleadas como aditivo alimenticio (MUMPTON y FISHMAN, 1977; MUMPTON, 1999, MARTIN-KLEINER *et al.*, 2001).

La información respalda una situación favorable para aplicaciones potenciales en alimentación animal. Numerosos estudios muestran que, por ejemplo, adicionando clinoptilolita como suplemento dietético a las raciones de vacunos, cerdos y aves se obtuvo resultados benéficos en ganancias de peso y menor susceptibilidad a enfermedades, mostrándose digestión regular, así como incremento en el apetito de los animales; debido a que las zeolitas pueden disminuir la tasa de pasaje de la digesta a través del tracto digestivo y controlar la liberación de nutrientes en el intestino. Por otro lado, se ha indicado, que los valores primarios de las zeolitas son como promotores del crecimiento y portadores de una cantidad de elementos macro y micro químicos (vitaminas, minerales, antibióticos, y otros compuestos activos) que son necesarios para la actividad vital de los seres vivos. Como promotores del crecimiento las zeolitas parecen actuar como un buffer en sistema digestivo de los animales, almacenando nitrógeno en la forma de amonio y liberando gradualmente mediante el intercambio de iones con zeolita. Así mismo, los micro elementos presentes en las zeolitas, como

calcio, potasio, sodio, y la mayoría de los micro elementos, pueden mejorar su metabolismo; incrementándose el contenido de macro (Ca, K, Na) y micro elementos en los tejidos y órganos. Debido a la presencia de estos elementos, los que son capaces de involucrarse en el intercambio, la composición iónica de los cambios del quimo, lo que normaliza el pH y optimiza la actividad de los enzimas digestivos, efecto favorable sobre la hidrólisis de los componentes del alimento sobre un rango más amplio de pH, mejoramiento de la retención de energía y proteína. También es posible que se remuevan toxinas y crear cambios en la enzimología y respuestas inmunológicas (EVANS, 1993; OLVER, 1997; CABEZAS *et al.*, 1991; MAEDA y NOSÉ, 1999; PARISINI *et al.*, 1999; PAPAIOANNOU *et al.*, 2002; TEIMURAZ *et al.*, 2009; OGUZ, 2011).

Sin embargo, la mayor atención puesta en los aluminosilicatos se centra en su acción de adsorción (atrapar) de las toxinas de los hongos (mico toxinas). Entre estas las más estudiadas, por su incidencia y daños, son las aflatoxinas (AF); las que son producidas por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Su toxicidad ha sido ampliamente estudiada en pollos broiler debido a sus efectos carcinogénicos, mutagénicos, teratogénicos e inhibitorios del crecimiento; también se ha descrito los efectos tóxicos de tipo bioquímico-hematológicos, inmunológicos y patológicos (DAFALLA *et al.*, 1987; KIRAN *et al.*, 1998; QURESHI *et al.*, 1998; OGUZ y KURTOGLU, 2000; OGUZ *et al.*, 2000; WILD *et al.*, 2000; SUR y CELIK, 2003).

La contaminación de los alimentos por AF causa aflatoxicosis en la producción avícola, esta enfermedad se caracteriza por languidez, anorexia con disminución en la tasa de crecimiento, pobre utilización del alimento, ganancia de peso disminuida, disminución en el peso y producción de huevos, susceptibilidad incrementada al estrés ambiental y microbial, y mortalidad incrementada. La AF también puede causar

importante engrosamiento y cambios microscópicos en el hígado, tal como hepatomegalia, palidez, degeneración hidrópica, cambio de la grasa, hiperplasia de los ductos biliares y fibrosis peri-portal, lesiones en riñones y bazo, desfavorables cambios reproductivos, daño de las respuestas humoral e inmune celular e incremento de la susceptibilidad a algunos agentes ambientales e infecciosos (GLAHN *et al.*, 1991; BILGIC y YESILDERE, 1992; ESPADA *et al.*, 1992; FERNÁNDEZ *et al.*, 1994; LEESON *et al.*, 1995; LEDOUX *et al.*, 1999; IBRAHIM *et al.*, 2000; ORTATATLI y OGUZ, 2001; ORTATATLI *et al.*, 2002; OGUZ *et al.*, 2003).

Se han revisado varias estrategias para la reducción o inactivación de las aflatoxinas, las que incluyen diversos métodos físicos, químicos y biológicos. Una de las estrategias de interés corriente es la inclusión de entero-adsorbentes no nutritivos en los alimentos contaminados para inactivar a las aflatoxinas. Esta propuesta es considerada práctica y de costo efectivo para la desintoxicación a gran escala de los alimentos contaminados. Muchos estudios han demostrado que las arcillas aluminosilicatos de sodio y calcio usadas comúnmente como agentes anti apelmazantes para los alimentos para animales (ej.: montmorilonitas de calcio y sodio) disminuyen significativamente los efectos adversos de las aflatoxinas en aves y otras especies animales (DAVIDSON, 1987; KUBENA *et al.*, 1988, 1990 a, b, 1991, 1993 a, b; LINDEMAN *et al.*, 1993; PHILLIPS *et al.*, 1987, 1988, 1991, 1994, 1990, 2002; LEDOUX *et al.*, 1999; PHILLIPS, 1999).

## **2.2. Aluminosilicatos (Zeolitas)**

Según CASTAING (1998), las arcillas son elementos estructurales del suelo que se utilizan desde hace muchos años como minerales industriales, con multitud de aplicaciones según sus propiedades. Son productos de alto valor añadido en el sector farmacéutico, como excipiente de medicamentos, en la industria petroquímica, como

soporte de catalizadores, y en otros sectores, como aditivos para pinturas, betunes, construcción, cosmética, agricultura, etc. En la industria mundial de la alimentación animal, el empleo de arcillas seleccionadas y procesadas en centros productivos está cada día más extendido. Clásicamente, las arcillas son reconocidas por sus propiedades tecnológicas como agentes fluidificantes y anti-apelmazantes en las harinas, como lubricantes para mejorar el rendimiento de las prensas de granulación y como aglomerantes para reforzar la durabilidad de los gránulos.

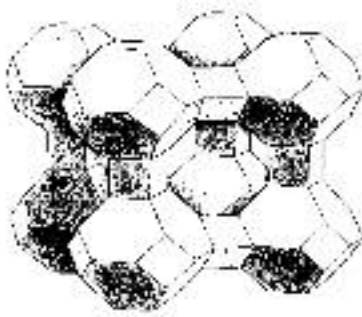
La misma fuente indica que desde un punto de vista clásico, se define arcilla como aquel componente mineral del suelo cuyo diámetro de partícula es inferior a 2 micras ( $\mu\text{m}$ ). Sin embargo, esta definición es de escaso valor cuando se considera a la arcilla como una amplia clase de minerales con aplicaciones industriales. Modernamente, las arcillas se definen como filosilicatos y se clasifican según los minerales que las componen. Las arcillas más comúnmente empleadas en alimentación animal son las denominadas esmectita, caolín, talco, sepiolita y atapulgita. Las zeolitas no son arcillas, puesto que pertenecen al grupo de los tectosilicatos. Existen otros silicatos no arcillosos como las diatomeas, de origen orgánico, y la perlita y la vermiculita, de origen volcánico, pero no se considerarán por ser menos frecuente su empleo.

La estructura de las zeolitas no es laminar sino que consiste en una matriz de tetraedros de silicio y de aluminio unidos, formando un entramado abierto de canales y poros. A diferencia de las arcillas, las zeolitas son aluminosilicatos alcalinos y alcalinotérreos, principalmente de sodio y de calcio. En la naturaleza se han identificado más de 40 especies de zeolitas diferentes y a su vez existen varias especies de zeolitas sintetizadas artificialmente.

Las zeolitas son los silicatos con mayor capacidad de intercambio catiónico

(C.I.C.), pudiendo alcanzar valores superiores a los 1000 meq/100g cuando se trata de zeolitas sintéticas. Gracias a su alta C.I.C., presentan ventajas cuando se trate de neutralizar el efecto negativo de sustancias tóxicas y anti-nutricionales.

### **Estructura globular de una zeolita**



Las zeolitas fueron descubiertas en Japón por Sudo (1949). En la actualidad sólo en Japón hay unas 15 empresas produciendo zeolitas. La clase de las zeolitas incluye un gran número de aluminosilicatos alcalinos y alcalinotérreos hidratados, principalmente de sodio y calcio, que contienen cantidades variables de agua en el interior de los huecos interiores de la estructura. Su estructura está formada por una matriz de tetraedros de aluminio ( $\text{AlO}_4$ )<sup>-5</sup> y silicio ( $\text{SiO}_4$ )<sup>-4</sup> unidos formando un entramado abierto de canales y poros en una, dos o tres direcciones.

El diámetro de los poros varía entre 2 y 7 Å y algunas zeolitas llegan a tener hasta un 50% de huecos. Gracias a estas características estructurales las zeolitas han alcanzado un amplio grado de utilización como filtros moleculares, filtros iónicos, intercambiadores iónicos e intercambiadores gaseosos y catalizadores. Desde hace más de 100 años se conocen las propiedades de las zeolitas como intercambiadores de iones, sin embargo, dichas propiedades no alcanzaron una razón de utilidad industrial hasta después de 1960. Cada especie de zeolita tiene un patrón de intercambio de cationes específico, por lo que unos cationes son intercambiados más fácilmente que otros. Por ejemplo, la clinoptilolita intercambia preferencialmente amonio frente a sodio. La alta

capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) de algunas zeolitas sintéticas puede alcanzar valores de 1000 meq/100g, pero las zeolitas naturales (clinoptilolita, erionita, phillipsita, etc.) suelen tener valores inferiores. La más comúnmente encontrada en el mercado de alimentación animal es la zeolita tipo clinoptilolita (Aluminosilicato sódico potásico hidratado) y sus valores de C.I.C. pueden estar alrededor de los 200 meq/100g.

De las más de 40 especies de zeolitas conocidas en la actualidad, sólo 10 tipos se han probado en alimentación animal. La clinoptilolita es una de las zeolitas con mayor número de referencias bibliográficas, aunque existen algunos trabajos referidos a zeolitas sintéticas.

Según MUMPTON (1999) los principales hitos en la historia de las zeolitas son:

- 1857: Damour demostró la capacidad de hidratación de estos minerales.
- 1858: Eichhome evidenció la capacidad de intercambiar sus componentes catiónicos.
- 1925: Weigel y Steinhof separaron moléculas de gases por adsorción y diferencia de tamaño.
- 1929: Samashina presentó sus trabajos en adsorción.
- 1932: McBain acuñó el término tamiz molecular.
- 1938: Barrer dio a conocer quizás el trabajo más importante sobre adsorción y tamizado molecular.
- 1940: Breck y Milton comienzan sus trabajos en la División Linde de la Union Carbide Corporation en el programa de síntesis de zeolitas.
- 1954: Coombs cita laumontita en rocas sedimentarias en Nueva Zelanda.
- 1958: Ames *et al.* encuentran clinoptilolita de alta pureza en Héctor, California.
- 1959: Milton patenta la zeolita sintética tipo A.
- 1968: Milton, Breck y Flanigen sintetizan chabazita, mordenita y faujasita, X y Y, y producen diversas zeolitas sintéticas sin similares en la naturaleza.

Las zeolitas se caracterizan a menudo por las siguientes propiedades, según BRECK (1974):

- Alto grado de hidratación.

- Baja densidad y gran volumen de vacíos cuando están deshidratadas.
- Estabilidad de la estructura cristalina cuando están deshidratadas.
- Características de intercambio iónico.
- Canales de tamaño molecular uniformes en los cristales deshidratados.
- Conductividad eléctrica.
- Adsorción de gases y vapores.
- Características catalíticas.

Según MUMPTON (1999), las principales aplicaciones de zeolitas son:

- Control ambiental: gestión de desechos radiactivos; tratamiento de aguas residuales; tratamiento de aguas residuales agrícolas; limpieza total de gases emanados de chimeneas; producción de oxígeno.
- Conservación de energía: Gasificación de carbón; purificación de gas natural; usos en energía solar; producción de petróleos.
- Agricultura: Fertilización y remediación de suelos; adsorción de pesticidas, fungicidas y herbicidas; adsorción de metales pesados de los suelos; nutrición animal; tratamiento de excremento animal.
- Minería y metalurgia: Adsorción de metales pesados de efluentes; adsorción de metales en procesos metalúrgicos
- Aplicaciones varias: En la industria del papel; construcción; aplicaciones médicas; detergentes; control de malos olores, camas de animales, etc.

### **2.3. Aluminosilicatos en alimentación animal**

Páez (2006), citado por LEMA (2008), indica que en varios estudios se ha demostrado que la adición de Clinoptilolita al pienso para ganado bovino, porcino y aves de corral, acelera el crecimiento de los animales, incrementa la conversión del pienso y reduce el contenido en amoníaco de los excrementos de los animales. La Clinoptilolita actúa como punto de anclaje para las mico-toxinas, absorbiendo toxinas que pueden ser nocivas para los animales. También ayudan a controlar las aflatoxinas en el pienso por lo que se reduce la mortalidad por estrés digestivo y reduce el uso de antibióticos. Como resultado, se ha visto un incremento en la productividad en gallinas ponedoras y en vacas lecheras debido a que los animales están más sanos. Pruebas



realizadas en aves a las que en su alimentación se añadió 5% de zeolita por un periodo de 15 días, mostraron que las aves aumentaron de peso y la eficiencia alimenticia fue entre un 25 y 30% mayor, respecto a la obtenida para aves de control alimentadas sin zeolita. En aves no tratadas con zeolita, hubo entre un 5 y 10 % de fallecimientos, mientras que, las que consumieron zeolitas, no fallecieron.

De acuerdo con CASTRO (1996), el empleo de la zeolita natural permite incrementar la eficiencia de utilización de la energía y la proteína. Las zeolitas naturales debido a sus propiedades derivadas de su capacidad de intercambio catiónico, su efecto en el complejo enzimático y su acción astringente posibilitan una mejora en la utilización de los nutrientes y debido a su procedencia natural y por no acumularse en los tejidos de la canal, ya que no se absorbe en el tracto, constituyen un complemento eficaz para mejorar las dietas de los animales, logrando mejorar los indicadores productivos como las conversiones proteica y energética así como el peso final de la categoría. La zeolita natural además de contrarrestar los efectos relacionados con la fluidez de las excretas y la higiene en los cubículos de maternidad. En aves resulta de vital importancia económica incluir determinadas proporciones de subproductos que contribuyan a ahorrar cereales y disminuir los costos. La zeolita natural posibilitó sustituir hasta 10 % del cereal por miel final sin afectar los indicadores productivos en la alimentación de pollos de engorde.

ZALDÍVAR *et al.* (2011), señalan que el empleo de zeolitas naturales en la elaboración de piensos para el consumo animal ofrece mejoras productivas determinadas por una mayor eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes, disminución o eliminación de las enfermedades gastroentéricas y de los efectos tóxicos de mico-toxinas contaminantes de alimentos. En la evaluación de la inclusión de un 5% de roca zeolítica en sustitución del cereal básico (trigo) en pollos de engorde con tres

planos nutricionales (bueno, regular y malo), los resultado del metabolismo energético determina una mayor eficiencia biológica en la utilización de la proteína dietética, lo que fue demostrado en la prueba de canales, donde las aves que recibieron zeolita con los alimentos mostraron un mayor rendimiento y disminución de la grasa abdominal.

<http://www.quiminet.com.mx> (2007) reporta que, en la alimentación de animales, brinda eficiencia en el desarrollo del ganado haciendo decrecer el agua amoniacal en el sistema digestivo. Se utiliza como suplemento alimenticio para ganado pues lo hace aprovechar más la comida. Para el Ganado porcino, vacuno, caprino y bovino funcionan como: mayor eficiencia del alimento (menos alimento mejor producción), desintoxicantes de amoniaco y toxinas, antidiarreicos. También se utiliza como un suplemento alimenticio para las aves, pues engordan de un 25% a un 29% más con respecto a las que no se les adiciona zeolita; la zeolita que permite esto es la clinoptilolita.

Adicionalmente ofrece los siguientes beneficios para las aves:

- Mejoradores en la calidad del cascarón de huevo
- Mayor eficiencia del alimento (menos alimento mejor producción)
- Desintoxicantes de amoniaco y toxinas
- Antidiarreicos.

<http://es.wikipedia.org> (2015) reporta que la causa de que los animales engorden más es que la zeolita hace que los nutrimentos ingeridos queden retenidos por ella: se quedan un tiempo debido a los poros con los que cuenta la zeolita. Esto permite que la zeolita les haga aprovechar mucho más los alimentos.

Los efectos fisiológicos de las zeolitas naturales parecen estar relacionados con su alta capacidad de intercambio catiónico que afecta la absorción de tejido y utilización de iones de amonio (POND, 1995). Se ha demostrado que los aluminosilicatos

hidratados reducen la absorción de radio-nucleótidos del alimento (CHELISHCHEV, 1995; ÅHMAN, 1996 y VIÆENTIJEVIÆ *et al.*, 2006). Muchos estudios han demostrado que los aluminosilicatos hidratados, usados comúnmente como agentes anti-torta en los alimentos animales, disminuyen significativamente los efectos adversos de las aflatoxinas en los animales (HARVEY *et al.*, 1993; PIMPUKDEE *et al.*, 2004; STOJŠIÆ *et al.*, 2004 y BAILEY *et al.*, 2006). Los aluminosilicatos son también efectivos como portadores de lenta liberación para muchos medicamentos (DYER *et al.*, 2000 y CERRI *et al.*, 2004).

### **2.3.1. En pollos de carne**

AMAGUAÑA (1999) estudió cuatro niveles de zeolitas cargadas con cloruro de calcio (0, 0.5, 0.75 y 1.0%) suministrados en la dieta de pollos Broilers, en un total de 240 animales (160 en un primer ensayo y 80 en el segundo) con un peso promedio de 41.59 gramos; los mismos fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones/tratamiento. En la etapa de crecimiento (0 – 28 días), se obtuvieron mejores rendimientos en el nivel correspondiente a 0.5% de zeolitas con  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  ya que alcanzó un peso final de 801.06 gramos, una ganancia de 760.06 gramos, la conversión fue 1.57. En la etapa de engorde (28 – 56 días) igualmente se observó un mejor comportamiento en el tratamiento mencionado (0.5% de zeolitas y  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  en la dieta), apreciándose un peso final de 2523.43 gramos, una ganancia de 1721.89 gramos de peso, apenas se necesitó 2.26 kilos de alimento para convertir un kilo de carne. En el análisis de la etapa total se ratifica la superioridad del nivel 0.5% ya que la ganancia total de peso fue 2481.96 gramos, la eficiencia del alimento resultó mejor (2.02), el costo por kilo de ganancia de peso fue el menor y el rendimiento a la canal se ubicó óptimamente en 75.25%. La mortalidad total se encontró en un 3.15%, existiendo mayores pérdidas en el testigo (4.38%). La evaluación económica, en cambio reflejó

mayor rentabilidad en el nivel 0.5% de zeolitas y  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  debido a que se encontró un beneficio costo de 1.20.

GUEVARA (1999) evaluó en 240 pollitos parrilleros divididos en dos ensayos consecutivos la utilización de diferentes niveles energéticos (3100, 3200, 3000 y 2900 kcal/kg de alimento) cargadas con 0.75% de zeolitas que se adicionaron a la ración, determinando en la fase de crecimiento las mejores respuestas en los pesos finales (866.25 g), ganancia de peso (826.50 g), eficiencias alimenticias (1.43) y costo por kg de ganancia de peso con el nivel energético 3100 kcal/kg más zeolitas al igual que se mantuvo en la fase de acabado, con los mejores pesos finales (2447.5 g), ganancia de peso (1611.25 g), consumos de alimento que oscilaron entre 3789.5 y 3799.25 g, con eficiencias alimenticias de 2.35, con el mismo nivel energético. En la valoración total de 0 a 56 días prevaleció el mismo nivel energético que presentó los mejores incrementos totales de peso de 2437.75 g, una conversión alimenticia de 2.04 un rendimiento a la canal de 75.78 %, con una rentabilidad de 32 % en dos meses de ejercicio por lo que recomienda el empleo energético de 3100 kcal/kg de alimento durante todo el proceso de producción de pollo parrillero.

LUNA (1999), evaluó el efecto de diferentes niveles de proteína cargadas con bentonita (22, 23, 21 y 20%) en crecimiento y (19, 19.5, 18.5 y 18%) en la etapa de acabado, de pollos parrilleros, determinando en la etapa de crecimiento (28 días de edad) que los pesos finales aumentaron en 23 veces el peso al primer día (1015 g), la ganancia de peso fue de 982.75 g, así mismo la conversión alimenticia (1.20), costo por kg de ganancia de peso fue mejor con el nivel 23% PB cargada con zeolitas en relación a todos los tratamientos evaluados. Pero sin embargo en la etapa de acabado las aves demostraron el mejor comportamiento productivo en los tratamientos 19.5 y 19 % más bentonita, registrando resultados en el peso final a los 56 días de 2643.75 g, la ganancia

de peso de 1619.25 g, con consumos de alimento de 3660.00 g y una conversión alimenticia de 2.26, encontrándose al final del estudio ganancia de peso 2602.00 g, consumo de alimento de 4837.50 g, conversiones alimenticias entre 1.86 y 2.06 y rendimientos a la canal de 74.93 a 75.11%, con una mortalidad total del 6 %. Lo que denota que la utilización de bentonita en niveles de 0.75% en el proceso biológico del pollo asadero se recomienda la utilización de niveles proteicos de 23 % en inicio como de 19.5 y 19 % en acabado.

Romero (1999), citado por LEMA (2008), utilizando 200 pollos de engorde evaluó el efecto de la adición de zeolitas en niveles de 0.5, 0.75 y 1.0 % en la ración, frente a un testigo, encontrando que en la fase inicial, no se registraron diferencias significativas ( $P>.05$ ) entre medias de tratamientos para ninguna variable de evaluación, pero la tendencia del nivel 0.5 % de zeolitas, demostró un mejor comportamiento en los pesos (883.27 g) y ganancia de peso diaria (32.26 g). En acabado los pesos finales fueron de 2779.6 g y ganancia de peso diario de 67.4 g estableciendo que la adición de zeolitas a la dieta de pollos de engorde mejora los rendimientos productivos y económicos.

LEMA (2008) evaluó diferentes niveles de zeolitas naturales (0, 2 y 4 %) en dietas con ahorro de proteína dietética para las etapas de inicio (de 1 a 14 días) con 23 y 21%, para crecimiento (14 a 28 días) 20 y 19% y para acabado (28 a 56 días) 18 y 17% de proteína, respectivamente, empleándose 360 pollitos parrilleros de un día de edad, divididos en dos ensayos consecutivos, y una unidad experimental de 10 aves. Determinándose que la utilización del balanceado que contenía 4 % de zeolitas naturales en la alimentación de pollos parrilleros, favorecieron el comportamiento productivo, no así al emplearse dietas altas en proteína, que únicamente lograron incrementar los pesos, por cuanto en el comportamiento total, con este nivel, se lograron

incrementos de peso de hasta 3044.17 g, conversiones alimenticias de 2.06, IEE de 393.70; pesos y rendimientos a la canal de 2211.67 g y 71.65 %, rendimiento en pechuga de 36.79 %, ala 13.87 % y muslo 14.70 %, con una rentabilidad económica del 20%, que es superior en 5 puntos con respecto a la dieta control (0% de zeolita), reduciéndose además la presencia de amoníaco en el ambiente, recomendándose por tanto, emplear en la alimentación de pollos de parrilleros balanceado que contenga 4 % de zeolita natural.

GAIBOR (2012) realizó un experimento que tuvo una duración de 6 semanas, para el que se utilizaron 400 pollos broilers de la línea Hubart de 1 día de edad, con un peso promedio de 43.87 g/ave, las aves se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos experimentales : T<sub>0</sub> (testigo), T<sub>1</sub> ( 2 Kg de zeolita/TM de alimento), T<sub>2</sub> (4 Kg de zeolita/TM de alimento) y T<sub>3</sub> (6 Kg de zeolita/TM); reportándose como el mejor a los 42 días de estudio el tratamiento T<sub>3</sub>, que se reportó el mayor peso con 2110.14 g/ave registrándose diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en relación a los demás tratamientos, así también la ganancia de peso para el mismo tratamiento (T<sub>3</sub>) con 2078.49 g/ave, conversión alimenticia 1.62, además la mortalidad no se registró en los tres tratamiento con zeolitas mientras que en el testigo fue de un 4% , en tanto que el la relación costo/beneficio para los tres tratamientos fue bueno ya que reporta de 1.33 dólares, razón por la cual es recomendable la utilización de cualquiera de los tratamientos estudiados con zeolitas ya que todos dieron resultados satisfactorios en la misma magnitud.

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización y Duración

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de junio a agosto del año 2014, en una explotación particular de la ciudad de Lambayeque.



**Figura N° 3.1. Vista satelital de la parte oeste de la ciudad de Lambayeque**

La ciudad de Lambayeque se encuentra ubicada en la Región Lambayeque, 07 km al norte de la ciudad de Chiclayo, a 6°42'20.03"S y 79°54'43.00"O, a una altitud de 20 msnm. El clima es seco, con temperaturas que van desde los 15°C en el invierno hasta 32°C durante el verano, entre los meses de diciembre a marzo. La precipitación pluvial es muy escasa, salvo cuando se presenta el fenómeno ENSO (El Niño Sud Occidental).

Ecológicamente se encuentra dentro de un desierto sub-tropical o también dentro de una zona denominada bosque tropical estacionalmente seco.

La fase de campo tuvo una duración efectiva de 42 días, desde el primer día de edad de los pollos hasta que fueron sacrificados a los 42.

### **3.2. Tratamientos Evaluados**

Se evaluó el efecto de la inclusión de aluminosilicatos hidratados en la dieta de los pollos según los siguientes tratamientos:

T<sub>1</sub>: Testigo

T<sub>2</sub>: 0.15% de la fuente de aluminosilicatos en la dieta

T<sub>3</sub>: 0.30% de la fuente de aluminosilicatos en la dieta

### **3.3. Material y Equipo Experimentales**

#### **3.3.1. Animales**

Se emplearon sesenta (60) pollitos Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos; provenientes de una planta incubadora de la ciudad de Trujillo.

#### **3.3.2. Alimento**

Se prepararon raciones de inicio para cubrir 3.0 Mcal de E. M. y 21% de proteína cruda; en tanto que las raciones de crecimiento aportaron 3.2 Mcal de E. M. y 19% de proteína cruda. Sólo en la ración testigo se consideró la utilización de APC.

En el Cuadro N° 3.1. se muestra la concentración porcentual de insumos de la ración para el testigo, la que se preparó con insumos de disponibilidad local.

El producto evaluado es comercializado con la denominación de Toxibond® por la empresa Phartec Perú, la que alcanza la siguiente descripción:

## **TOXIBOND®**

### **COMPOSICION**

**TOXIBOND®** es un Aluminio Silicato de Sodio y Calcio Hidratado y Activado (HSCAS), inocuo para humanos y animales, que por su composición y propiedades físico químicas (como pH, Capacidad de Intercambio Catiónico, Expansibilidad, Granulometría, Tamaño de Poros, Absorción de Agua y Temperatura de Activación, etc.), puede ser usado como Adsorbente de amplio espectro.



**TOXIBOND®** actúa también como anti apelmazante reduciendo los focos de humedad en granos y alimentos almacenados, evitando las costras o pastas que se constituyen en puntos críticos de contaminación con hongos y posteriormente con mico-toxinas generadas por estos.

## **INDICACIONES**

Cuando un animal consume alimento contaminado con mico-toxinas, los residuos de éstas pueden encontrarse en el hígado, los riñones, los músculos, el huevo, la leche, la sangre, la orina y las heces.

El consumo de alimentos de origen animal contaminados con mico-toxinas ponen en peligro la salud humana puesto que es difícil establecer la etiología y enfermedades de tipo crónico que se puedan ocasionar.

El animal al consumir un pienso contaminado con mico-toxinas puede alterar en su metabolismo la estructura original en metabolitos que en la mayoría de los casos resultan ser más tóxicos que las mico-toxinas sin modificar.

## **DOSIFICACION Y ESPECIES DE DESTINO**

**TOXIBOND®** debe usarse a razón de 2.5 Kg por cada tonelada de alimento en todas las especies animales.

## **MECANISMO DE ACCION**

**TOXIBOND®** posee baja capacidad de intercambio catiónica y cargas eléctricas bipolares, lo que constituye en una excelente alternativa para adsorber (ligar eléctricamente a una amplia gama de mico-toxinas, entre las que se pueden citar: **Aflatoxina, Zearalenona, Ocratoxina, Vomitoxina, Fuminosina, T<sub>2</sub> y Citrinina.**

**TOXIBOND®** se liga a los grupos químicos activos de las toxinas por fuerzas de Vander Waals, convirtiéndolas en compuestos de mayor tamaño evitando con esto su absorción a nivel del intestino delgado.

## **BENEFICIOS**

**TOXIBOND®** no es expansible por lo que tiene una baja capacidad de retención de agua, motivo por el cual no puede absorber vitaminas, minerales, medicamentos u otros ingredientes activos del alimento.

**TOXIBOND®** puede ser utilizado también como ayudante de peletizado.

**TOXIBOND®** posee una granulometría adecuada, la cual permite una mezcla homogénea y con un bajo índice de polvo impalpable que permite atrapar y retener toxinas hasta que sean expulsadas del tracto gastrointestinal.

**TOXIBOND®** mejora la fluidez de las materias primas y los ingredientes durante el proceso de fabricación de alimentos concentrados balanceados.

**TOXIBOND®** incrementa los parámetros productivos y económicos; de acuerdo con los resultados obtenidos en pruebas *in vivo* en las diferentes especies.

## **ALMACENAMIENTO**

Consérvese almacenado en un lugar fresco y seco.

## **PRESENTACION**

Bolsas de polivinilo con bolsa interna de polietileno x 25 Kg.

Dado que en un trabajo anterior (ARMAS, 2014) se determinó el efecto de su inclusión en cantidades inferiores a las recomendadas por el fabricante, en el presente se creyó conveniente incluir cantidades por encima y por debajo de lo recomendado por el fabricante.

**Cuadro N° 3.1. Composición (%) de la ración testigo para pollos de carne**

Insumos	Inicio	Crecimiento
Maíz amarillo, gano molido	60.00	61.00
Afrecho de trigo	01.00	01.00
Torta de soja	30.04	32.10
Harina de pescado	03.00	-----
Aceite de soja	02.00	03.00
Carbonato de calcio	01.83	01.52
Fosfato di-cálcico	01.15	00.61
Pre-mezcla vitamínico-mineral	00.10	00.10
Bio Mos	00.10	00.10
Cloruro de colina	00.20	00.15
Bicarbonato de sodio	00.05	00.05
DL-Metionina	00.19	00.05
Sal común	00.18	00.16
Coccidiostato	00.05	00.05
Mold Zapp	00.05	00.05
Allzyme SSF	00.06	00.06
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Aporte estimado de*:</b>		
Proteína cruda	20.04	19.40
Energía Metabolizable, Mcal/ kilo	03.10	03.20

\* Según McDOWELL *et al.* (1974)

### 3.3.3. Instalaciones y equipo

- Corrales, hechos con malla de pescar y con cama de cascarilla de arroz.
- Comederos tipo tolva y bebederos lineales
- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 1 g.
- Cintas plásticas
- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

### 3.4. Metodología Experimental

#### 3.4.1. Diseño de contrastación de las hipótesis

Se realizó el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

**Ha: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO**

Las hipótesis se contrastaron mediante un diseño irrestrictamente al azar, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

En el que:

$Y_{ij}$ , es la variable a evaluar;

$\mu$ , es el verdadero efecto medio;

$\tau_i$ , es el verdadero efecto del i-ésimo tratamiento;

$\xi_{ij}$ , es el verdadero efecto de la j-ésima unidad experimental sujeta a los efectos del i-ésimo tratamiento.

Se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (OSTLE, 1979; SCHEFFLER, 1982).

#### 3.4.2. Técnicas experimentales

Los animales fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los tratamientos. Cada pollito fue identificado con una banda plástica numerada y sujeta al tarso y se procedió a tomar el peso inicial y luego se pesaron cada 14 días, hasta completar los 42 días de edad. Conforme los pollos fueron creciendo se les cambió la banda plástica para evitar que ejerciera demasiada presión sobre la patita y se rompiera y confundiera la numeración asignada a cada pollo.

Hechos los corrales, se procedió a realizar la limpieza y desinfección (producto comercial con amonio cuaternario y glutaraldehído) y se estableció un vacío sanitario

que duró una semana, hasta que llegaron los pollitos. Se dispuso de pajilla de arroz como material de cama, con una profundidad de cinco centímetros. En los primeros diez días se puso sobre la cama papel arrugado de periódicos. A los once días los pollitos pisaron directamente la pajilla. La pajilla fue revisada periódicamente para determinar si estaba húmeda; cuando se detectaba este estado se procedía a cambiar esa parte de la cama, lo que normalmente ocurrió alrededor de los bebederos. Los corrales se hicieron para mantener siete pollos por metro cuadrado.

Los insumos alimenticios, así como el producto evaluado, fueron adquiridos de un proveedor en el mercado mayorista (Moshoqueque) de la ciudad de Chiclayo y trasladados al lugar de la crianza, aquí se hizo la combinación de los insumos en las proporciones, para cada edad, mostradas en el Cuadro N° 3.1. El proceso de mezclado se realizó en el piso con ayuda de palana, previamente se limpió y desinfectó el piso y la palana; el proceso de mezclado fue progresivo, esto implica que los insumos fueron incorporándose en la mezcla en un determinado orden, primero se combinaron los insumos cuya proporción es pequeña en la fórmula (aditivos) y luego esta pre-mezcla se incorporó dentro del maíz mezclándose homogéneamente, luego fueron incorporados el resto de insumos, uno a uno después de lograr la completa homogeneización del anterior. La introducción del producto se hizo en reemplazo de la misma proporción de maíz; debido a que sólo fue 0.15 y 0.30%, no se afectó la concentración total de proteína y energía, ni la relación energía: proteína.

El alimento se suministró para generar consumo *ad libitum*, pero suministrándolo en cantidades pesadas todos los días. El consumo de alimento se determinó por diferencia entre el suministro y el residuo de alimento.

Para evitar problemas sanitarios se procedió a la vacunación contra Gumboro, New Castle y Bronquitis; la vacunación fue individual en el ojo y se realizó a los diez y

a los diecisiete días de edad. Además, se prohibió el ingreso de personas ajenas al ensayo. Como medida preventiva se empleó la fumigación de calzado cada vez que la responsable del proyecto ingresaba al galpón.

Toda la información fue registrada en una libreta de campo y vaciada a un cuaderno, hasta su posterior análisis e interpretación (fase de gabinete) y posterior redacción del informe final.

### **3.4.3. Variables evaluadas**

La información generada permitió generar y evaluar las siguientes variables:

- Consumo de alimento
- Peso y cambios en el peso vivo
- Conversión alimenticia (kilos consumidos de alimento por kilo incrementado de peso vivo)
- Mérito económico (nuevos soles gastados en alimento consumido por kilo incrementado de peso vivo)
- Peso y rendimiento de carcasa (%)

### **3.4.4. Análisis estadístico**

Se aplicó el siguiente análisis estadístico:

Prueba de Bartlett de homogeneidad de varianzas con el peso inicial y los incrementos de peso, con la finalidad de comprobar la distribución homogénea de las varianzas residuales (homocedasticidad) y la ausencia de efectos multiplicativos (aditividad), que son exigencias para aplicar el análisis de la varianza.

Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo; cuando el valor de F fue significativo se procedió a aplicar la prueba de recorrido múltiple de Duncan. El esquema del análisis de varianza se presenta en el Cuadro N° 3.2. En el caso del rendimiento de carcasa, debido a que la información se dio porcentualmente inclinada

alrededor de 80%, se procedió a la normalización mediante la aplicación de la transformación raíz cuadrada seno del arco antes de aplicar el análisis de la varianza.

Análisis de covarianza entre el peso inicial (X) y los incrementos de peso (Y) para determinar si hubo efecto significativo de la variable concomitante y, de haberlo, aplicar la corrección pertinente.

Debido a que la información de consumo, conversión alimenticia y mérito económico es grupal, no se pudo aplicar el análisis de varianza; por tal motivo, se procedió a realizar el comparativo porcentual entre los tratamientos en los que se puso el producto contra el testigo (referente = 100%).

**CUADRO N° 3.2. Esquema del análisis de la varianza del DCA**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F</b>
Media	$M_{yy}$	1	M	T/ E
Tratamientos	$T_{yy}$	$t - 1 = 3$	T	
Residual	$E_{yy}$	$t(r-1) = 56$	E	
<b>TOTAL</b>	$\sum Y^2$	$tr = 60$		

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Consumo de Alimento

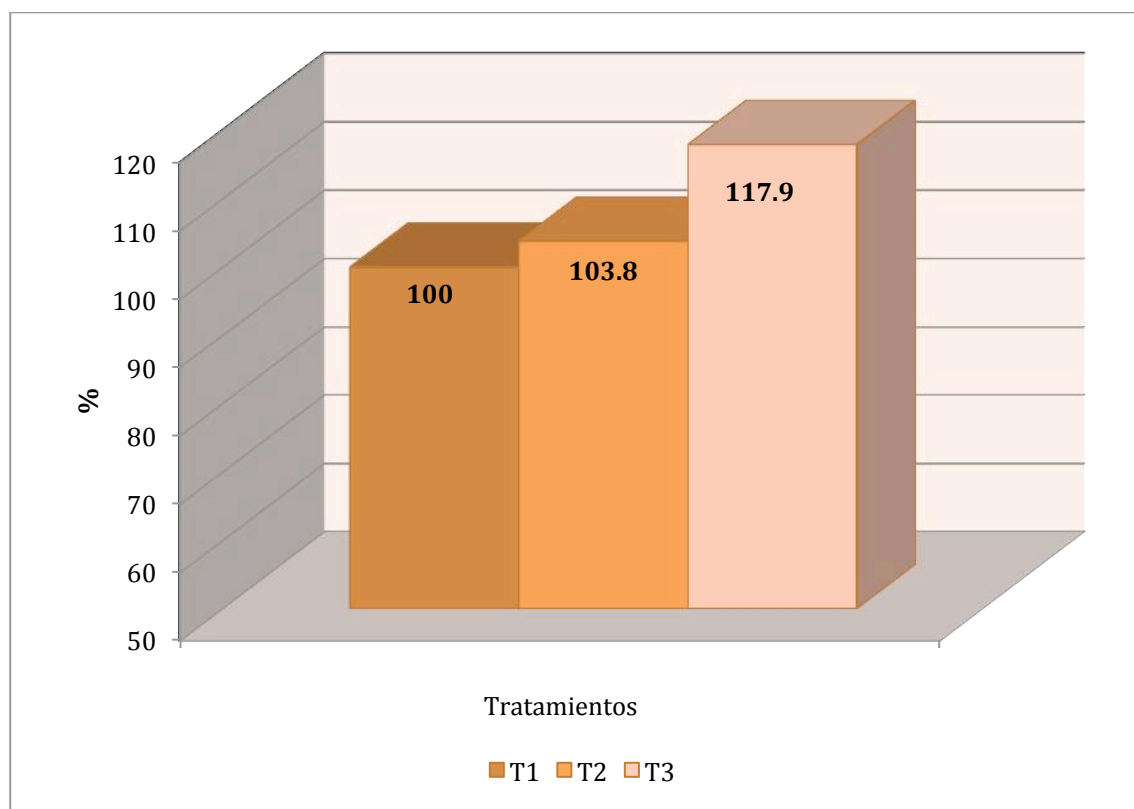
Los resultados relacionados con el consumo de alimento se muestran en el Cuadro N°

4.1. En la Figura N° 4.1. se ilustra el comparativo porcentual entre tratamientos.

**Cuadro N° 4.1. Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron aluminosilicatos en el alimento**

Aspectos	Tratamientos		
	1	2	3
Pollos por tratamiento	20	20	20*
Duración del experimento, días	42	42	42
Aluminosilicatos en el alimento, %	00	0.15	0.30
Consumo, kilos:			
- Total por lote	88.65	92.3	94.74
- Total por pollo	4.43	4.62	5.26
- Diario por pollo	0.106	0.110	0.125
Comparativo porcentual (acumulado)	100.	103.8	117.9

\* Murieron 2 pollos entre los 14 y 28 días



**Figura N° 4.1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento**

Respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3, se obtuvo consumos de 4.43, 4.62 y 5.26 kilos de alimento por pollo. Se observó una tendencia consistente a incrementarse el consumo conforme lo hizo la presencia del producto en el alimento, como se puede apreciar en la Figura N° 4.1.

Cuando se evaluó la inclusión en proporciones menores a las recomendadas por el fabricante (ARMAS, 2014) no se determinó efecto sobre el consumo de alimento, lo que no ocurrió en el presente ensayo, sobre todo en el tratamiento 3 en el que se registró un incremento en el consumo de casi 18% en comparación al testigo. Se asumió que en la proporción de 0.3% los aluminosilicatos pueden atrapar una gran cantidad de nutrientes, no solo mico-toxinas, si es que las hubo, lo que podría haber condicionado una aparente situación de deficiencia de nutrientes obligando a los pollos a consumir más para compensar la menor disponibilidad de nutrientes.

El efecto de la adición de zeolitas en la dieta sobre las tasas de consumo de alimento varía. OLIVER (1989) reportó un aumento en el consumo, mientras que ROLAND *et al.* (1985) no encontraron ninguna variación y MILES *et al.* (1986) reportaron que las gallinas ponedoras que consumieron zeolitas requerían menos cantidad de alimento. Una de las razones de tal discrepancia en los resultados podría ser el balance de la dieta. Una proporción de hasta 10% de zeolitas en la dieta (como puede hacerse cuando se usa zeolita natural) produce cambios en la composición y concentración de algunos elementos en la dieta y de este modo cambios en el contenido de energía, proteína y aminoácidos.

#### **4.2. Peso Vivo e Incremento de Peso**

Los resultados relacionados con el peso vivo e incremento de peso logrado con pollos de carne que recibieron aluminosilicatos en el alimento se presentan en el Cuadro N° 4.2.



**Cuadro N° 4.2. Peso vivo e incremento de peso de pollos de carne que recibieron aluminosilicatos en el alimento**

Aspectos	Tratamientos		
	1	2	3
Pollos por tratamiento	20	20	20
Duración del experimento, días	42	42	42
Aluminosilicatos en el alimento, %	00	0.15	0.30
Pesos, gramos por pollo:			
- Inicial	54.5	53.0	55.3
- 42 días	2327	2577	2349
Incremento de peso, gramos por pollo:			
- Inicio	237.5 <sup>a</sup>	223.3 <sup>a</sup>	227.1 <sup>a</sup>
- Crecimiento	826.0 <sup>a</sup>	904.5 <sup>a</sup>	712.2 <sup>b</sup>
- Acabado	1209 <sup>b</sup>	1396 <sup>a</sup>	1353.4 <sup>a</sup>
Acumulado	2272.5 <sup>b</sup>	2523.8 <sup>a</sup>	2294.7 <sup>b</sup>
Comparativo porcentual (acumulado)	100.	111.1	101.

<sup>a, b</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ , Duncan) entre tratamientos dentro de períodos de crianza.

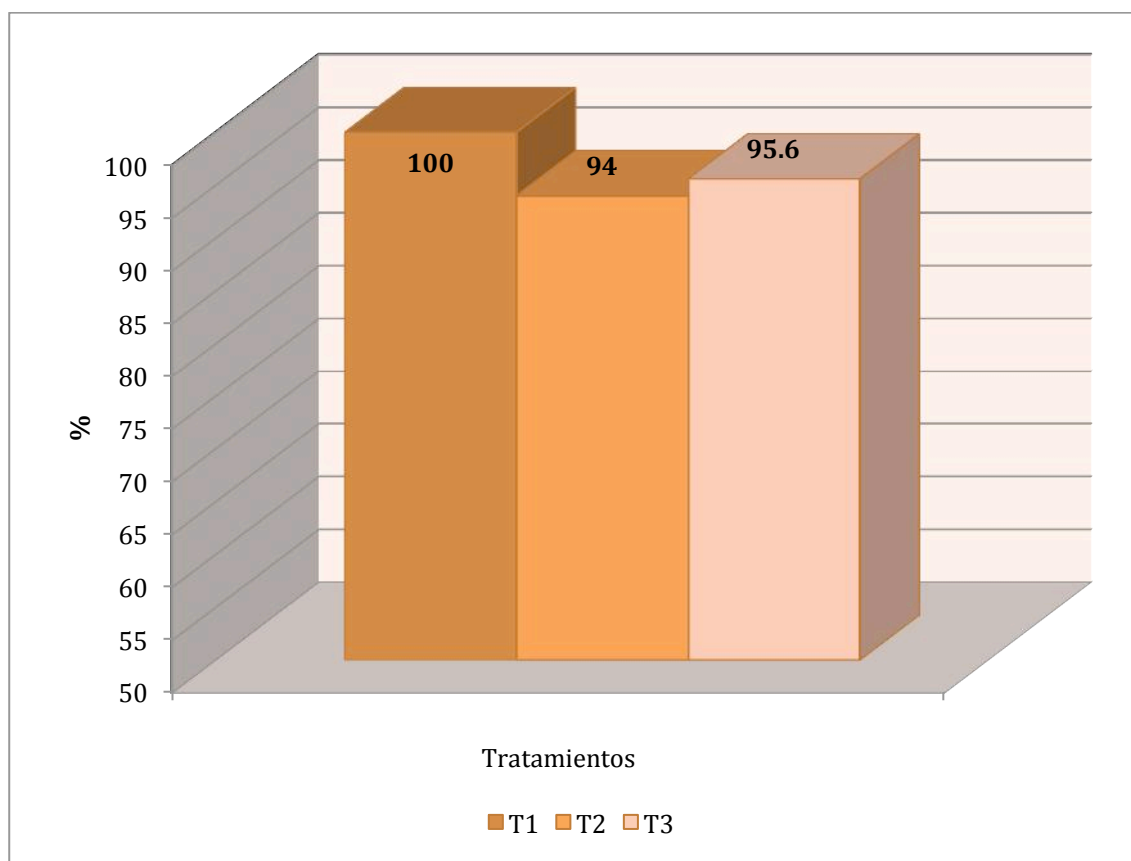
Respectivamente para los tratamientos desde el primero al tercero, los incrementos de peso vivo fueron de 237.5, 223.3 y 227.1 gramos por pollo en el período de Inicio; 826, 904.5 y 712.2 gramos por pollo en el período de Crecimiento; 1209, 1396 y 1353.4 gramos por pollo durante el período de Acabado; 2272.5, 2523.8 y 2294.7 gramos acumulados por pollo.

El análisis estadístico indicó que las varianzas estuvieron distribuidas en forma homogénea entre los tratamientos implementados, tanto con los pesos al inicio del ensayo como con los incrementos de peso en los diferentes períodos de crianza (Cuadros N° 8.1., 8.2., 8.3., 8.4. y 8.5.)

Al aplicar el análisis de la varianza se determinó que las diferencias dentro del Inicio no alcanzaron significación estadística (Cuadro N° 8.6.), aún cuando el testigo estuvo alrededor de 5% por encima de los otros dos tratamientos. En el período de Crecimiento los tratamientos 1 y 2 fueron similares entre sí y superiores al tratamiento 3 (Cuadro N° 8.7.); el tratamiento 2 superó en 9.5% al testigo y el tratamiento 3 estuvo

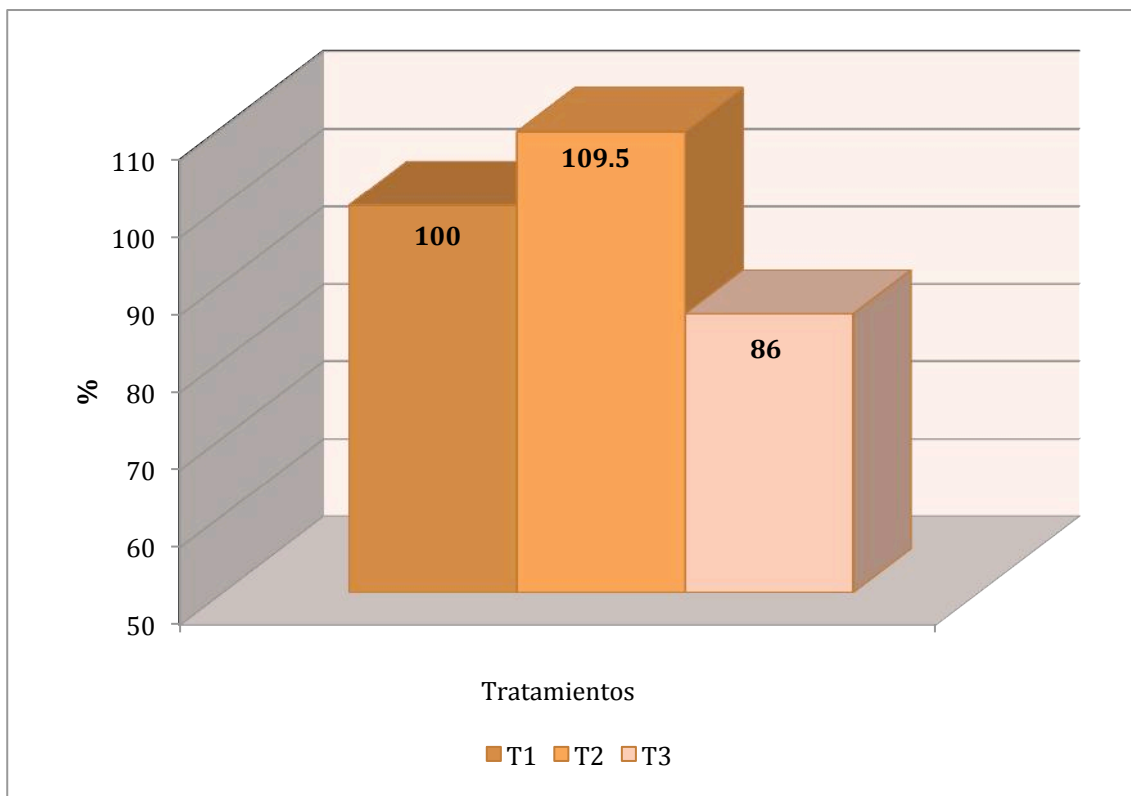
14% por debajo del testigo. En el período de Acabado, los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente similares y superiores al testigo (Cuadro N° 8.8.); la superioridad fue de 15.5 y 11.9%, respectivamente. Con los incrementos de peso acumulados, los tratamientos 1 y 3 fueron estadísticamente iguales entre sí e inferiores al tratamiento 2 (Cuadro N° 8.9.); en este rubro el tratamiento 3 superó al testigo en 11.1%.

En las Figuras N° 4.2., 4.3., 4.4., y 4.5., se ilustra el comparativo porcentual entre tratamientos para los incrementos de peso en cada una de las fases de crianza y acumulados.

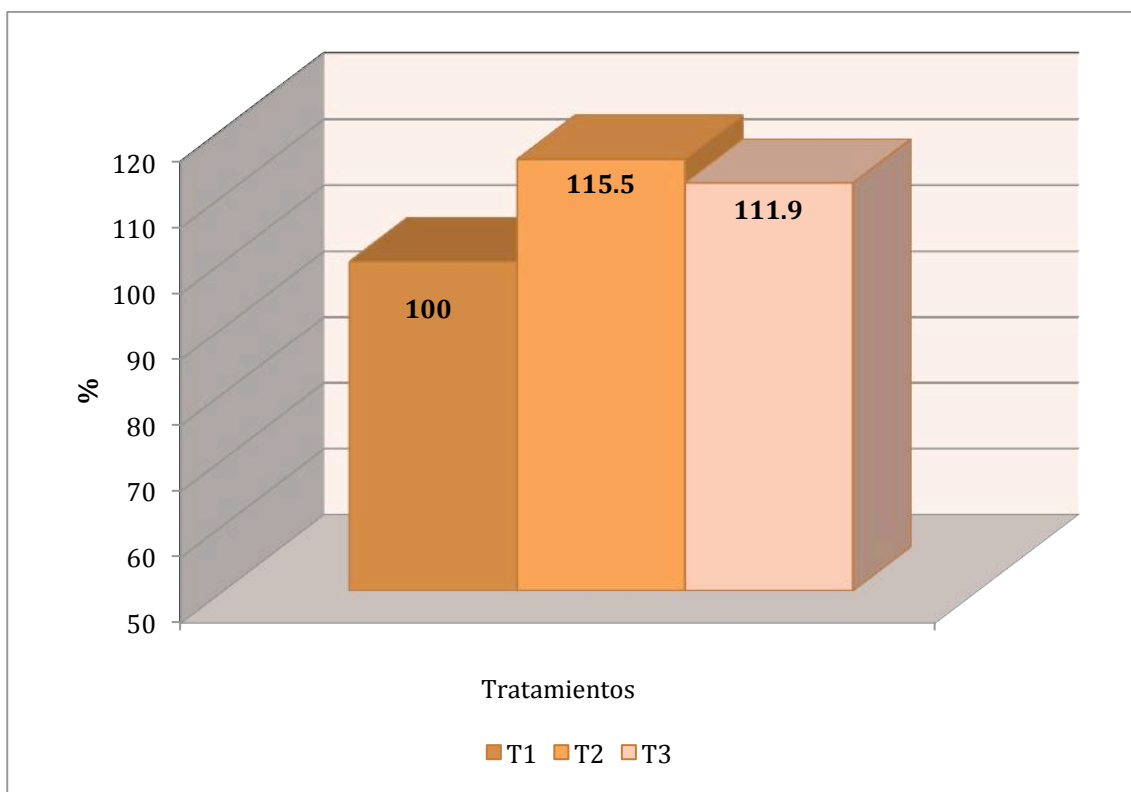


**Figura N° 4.2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incrementos de peso vivo en el Inicio**

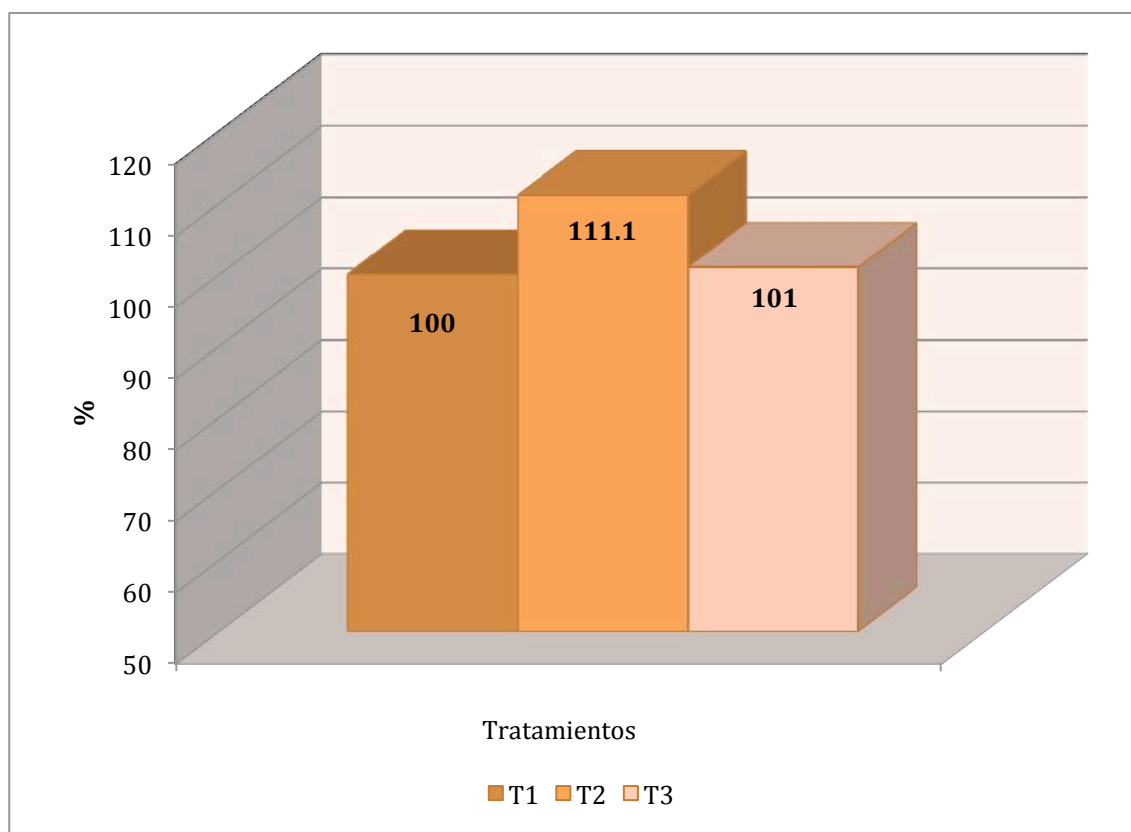
Al parecer el efecto benéfico de la inclusión de los aluminosilicatos en la dieta se empieza a manifestar a mayores edades, precisamente cuando el pollo es más desafiado por el entorno.



**Figura N° 4.3. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Crecimiento**



**Figura N° 4.4. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en el Acabado**



**Figura N° 4.5. Comparativo porcentual entre tratamientos para incrementos de peso acumulados**

Como se puede deducir de lo observado en las Figuras anteriores, en función de los incrementos de peso vivo, lo más conveniente resultó ser el empleo de 0.15% y que al parecer la proporción recomendada por el fabricante podría ser muy alta. Con proporciones menores (0.075 y 0.15%) ARMAS (2014) recomendó emplear proporciones mayores para poder determinar un punto de inflexión, el que podría estar por debajo de la dosis de 0.25% recomendada por el fabricante.

La pregunta obvia es, ¿qué hace benéficos a los aluminosilicatos para el incremento de peso de los pollos? Generalmente la respuesta se centra en relación con las características sanitarias del alimento; es decir, el control sobre las mico-toxinas. Sin embargo, muchas de las mico-toxinas ingeridas por los pollos proceden de la cama, del material que ingieren cuando escarban (grit o desperdicio de alimento procedente de las tolvas) que al percibir las condiciones fermentativas que pueden darse en la parte

inferior de la cama se contaminan con mico-toxinas. Conforme el pollo es mayor se incrementa su susceptibilidad debido a la mayor ingestión que hace de este material. Sin embargo, bajo condiciones experimentales se hace mejor control de la calidad de la cama, sobre todo porque son porciones relativamente pequeñas de cama que tienen que reemplazarse cuando se moja; pero, la humedad de las excretas de los pollos (mayores cantidades conforme los pollos incrementan la edad porque comen más) también genera desmejora en la condición de la cama. Muchos estudios han demostrado que los aluminosilicatos hidratados, usados comúnmente como agentes anti-apelmazantes en los alimentos animales, disminuyen significativamente los efectos adversos de las aflatoxinas en los animales (HARVEY *et al.*, 1993; PIMPUKDEE *et al.*, 2004; STOJŠIÆ *et al.*, 2004 y BAILEY *et al.*, 2006).

No obstante, a veces no es suficiente con esta explicación. Diferentes investigadores y productores de aluminosilicatos asumen que poseen otras propiedades que hacen que los pollos ganen más peso. Los efectos fisiológicos de las zeolitas parecen estar relacionados con su alta capacidad de intercambio catiónico que afecta la absorción de tejido y utilización de iones de amonio (POND, 1995). Por otro lado, se ha demostrado que los aluminosilicatos hidratados reducen la absorción de radionucleótidos del alimento (CHELISHCHEV, 1995; ÅHMAN, 1996 y VIÆENTIJEVIÆ *et al.*, 2006).

Por su alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), los aluminosilicatos pueden atrapar los elementos minerales o sustancias que dentro del tracto gastrointestinal bloquean a los nutrientes impidiendo su absorción, así permitirían que el organismo disponga de mayor cantidad de sustratos para los procesos de síntesis de tejido.

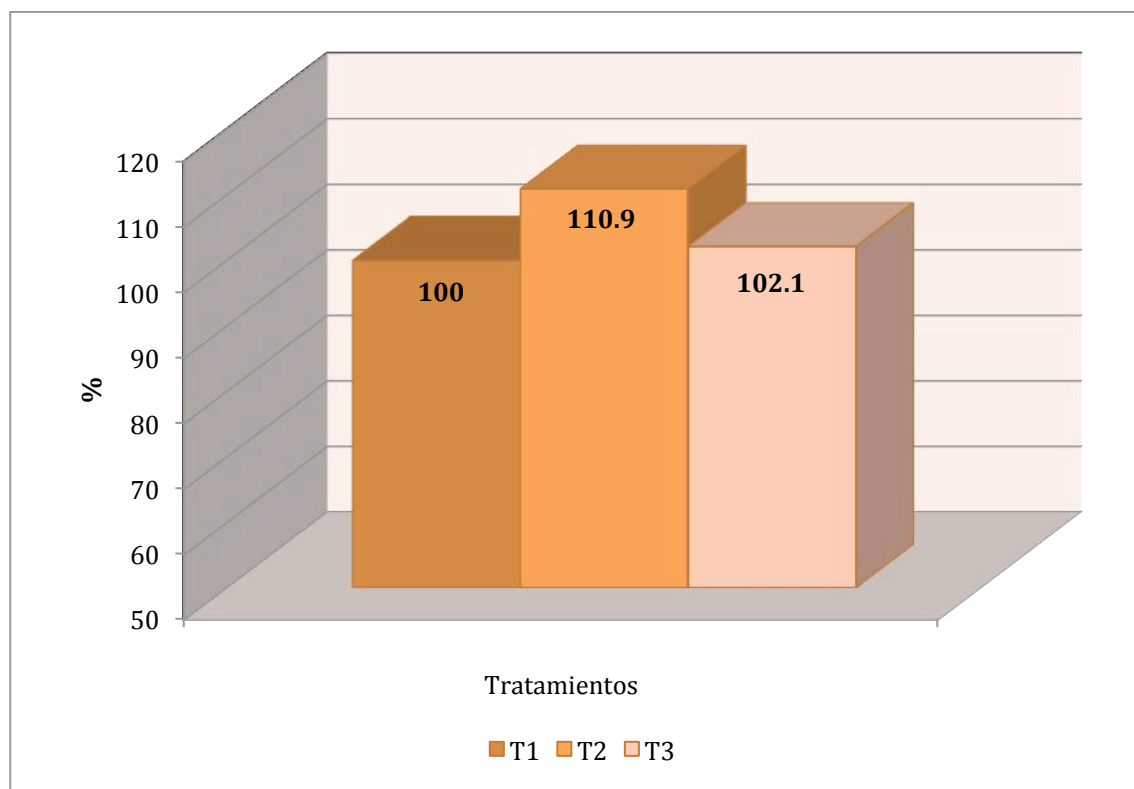
### 4.3. Peso y Rendimiento de Carcasa

Los resultados de peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron aluminosilicatos en el alimento se muestran en el Cuadro N° 4.3.

**Cuadro N° 4.3. Peso y rendimiento de carcasa de pollos Cobb 500 que recibieron una fuente de aluminosilicatos en el alimento**

Aspectos	Tratamientos		
	1	2	3
Pollos por tratamiento	20	20	20
Duración del experimento, días	42	42	42
Aluminosilicatos en el alimento, %	00	0.15	0.30
Peso vivo previo al sacrificio, Kg/ pollo	2.323	2.590	2.392
Peso de carcasa, kg/ pollo	1.912 <sup>b</sup>	2.121 <sup>a</sup>	1.959 <sup>ab</sup>
Rendimiento de carcasa, %	82.3 <sup>a</sup>	81.9 <sup>a</sup>	81.9 <sup>a</sup>

Respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3, el peso promedio de la carcasa fue de 1.912, 2.121 y 1.959 kilos por pollo. El análisis estadístico (Cuadro N° 8.11.) mostró que las diferencias entre tratamientos fueron significativas; así, el tratamiento con el peso de carcasa superior fue el tratamiento 2.



**Figura N° 4.6. Comparativo porcentual entre tratamientos para peso de carcasa**

En la Figura N° 4.6. se puede apreciar que el tratamiento con 0.15% de aluminosilicatos fue superior al testigo en el peso de carcasa en 11%; en tanto que con el tratamiento 3 (0.3% de aluminosilicatos) ya se hizo evidente la presentación de rendimientos decrecientes.

En el mismo orden de tratamientos, los rendimientos de carcasa fueron de 82.3, 81.9 y 81.9%. El análisis estadístico (Cuadro N° 8.12.) mostró que las diferencias entre tratamientos no fueron significativas.

Los resultados muestran que los aluminosilicatos permitieron mayor cantidad de síntesis del producto final; lo que está vinculado a una mejor utilización de los nutrientes no sólo para ganar peso vivo sino peso en forma de carne. Efecto de los aluminosilicatos que también ha sido reportado por AMAGUAÑA (1999), LUNA (1999) y LEMA (2008).

#### **4.4. Conversión Alimenticia**

Los resultados relacionados con la conversión alimenticia (kilos de alimentos consumidos para incrementar un kilo de peso vivo) de pollos de carne que recibieron aluminosilicatos en el alimento se presentan en el Cuadro N° 4.4.

Respectivamente para los tratamientos del primero al tercero, los valores de conversión alimenticia (kilos de alimento consumido para incrementar un kilo de peso vivo) fueron de 1.580, 1.481 y 2.017 en el período de Inicio; 2.091, 1.956 y 2.390 en el período de Crecimiento; y de 1.951, 1.829 y 2.300 para el cálculo acumulado.

Como se puede apreciar, para los tres valores de conversión alimenticia (Inicio, Crecimiento y Acumulado), lo logrado con el tratamiento 2 fue superior al testigo y este, a la vez, superior al tratamiento 3. En las Figuras N° 4.7., 4.8. y 4.9. se aprecia el comparativo porcentual entre tratamientos. En el Inicio, la conversión alimenticia del tratamiento 2 fue más eficiente que la del Testigo en 6.3% y la del tratamiento 3 fue

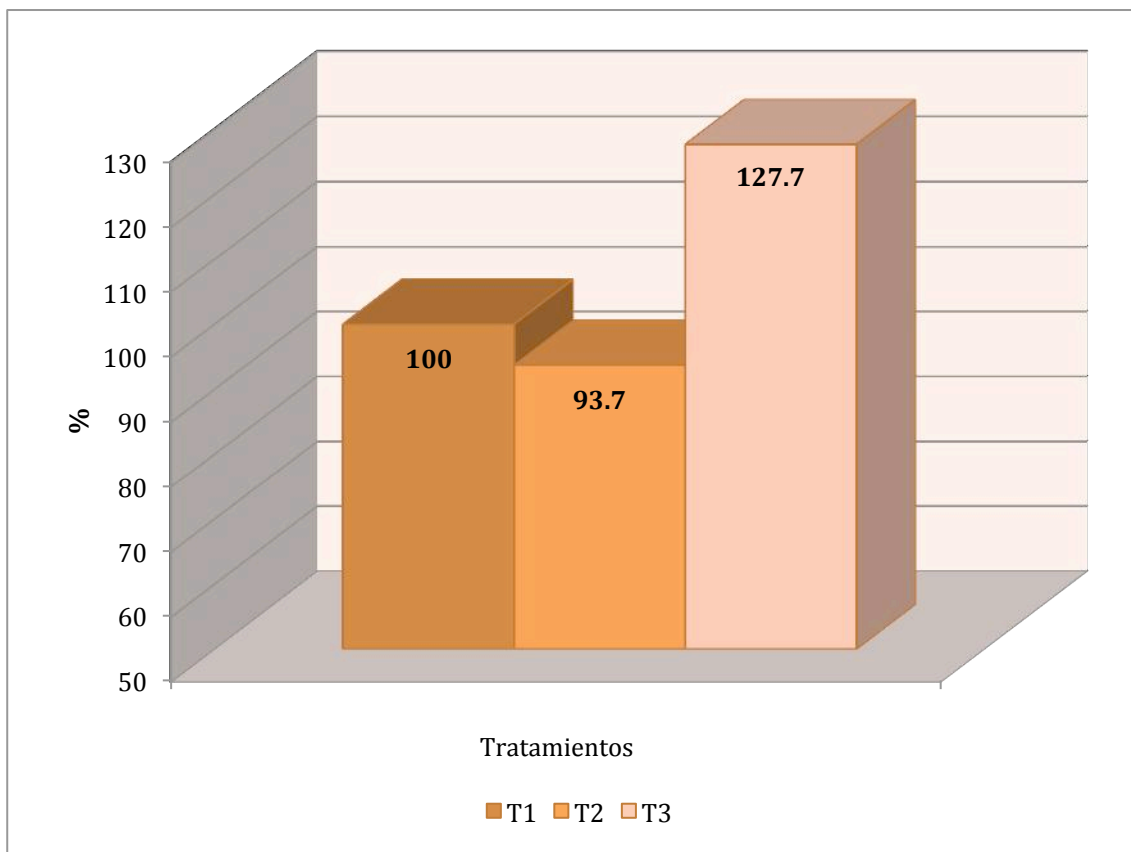
menos eficiente que la del testigo en 27.7%; en el período de Crecimiento el tratamiento 2 superó al testigo en 6.5% y el tratamiento 3 fue menos eficiente que el testigo en 14.3%. En el cálculo acumulado, el testigo fue menos eficiente que el tratamiento 2 en 6.2%, pero fue más eficiente que el tratamiento 3 en 17.9%.

**Cuadro N° 4.4. Conversión alimenticia de pollos Cobb 500 que recibieron una fuente de aluminosilicatos en el alimento**

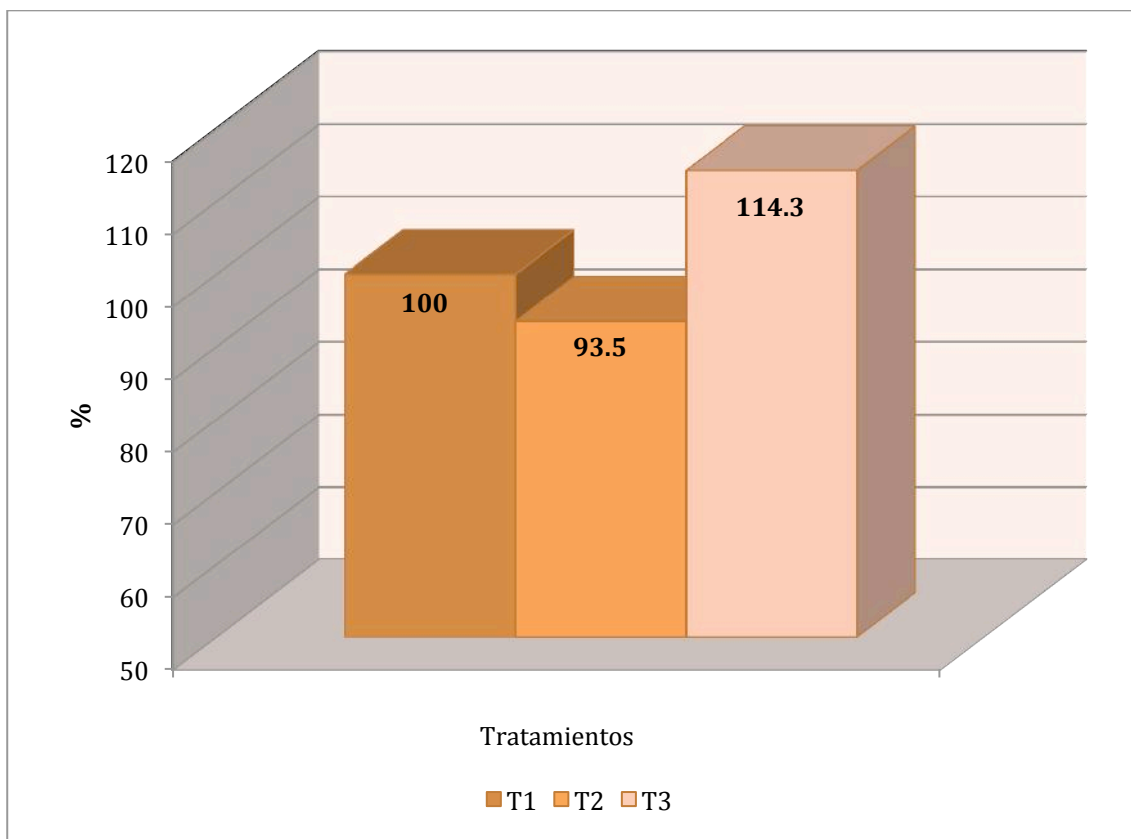
<b>Aspectos</b>	<b>Tratamientos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Pollos por tratamiento	20	20	20
Duración del experimento, días	42	42	42
Aluminosilicatos en el alimento, %	00	0.15	0.30
Consumo/ lote, Kg.			
Inicio (1-21 días)	19.75	19.732	20.00
Crecimiento (22 – 42 días)	68.90	72.65	74.74
Acumulado	88.65	92.30	94.74
Incremento de peso/ lote, Kg.			
Inicio (1-21 días)	12.49	13.32	09.915
Crecimiento (22 – 42 días)	32.96	37.15	31.27
Acumulado	45.45	50.47	41.185
Conversión Alimenticia, Kg.			
Inicio (1 – 21 días)	1.580	1.481	2.017
Crecimiento (22 – 42 días)	2.091	1.956	2.390
Acumulado	1.951	1.829	2.300

Los resultados obtenidos con la conversión alimenticia corroboran la apreciación vertida anteriormente en la que se indicaba que, al parecer, el punto de óptimo técnico se encontraría más próximo de 0.15% que del 0.25% recomendado por el fabricante para las raciones de todos los animales domésticos de interés zootécnico. Con relación a la eficiencia de la utilización del alimento para incrementar peso vivo, reforzado por el mayor peso de carcasa, sería aconsejable utilizar 0.15% de la fuente de aluminosilicatos hidratados en la alimentación de los pollos de carne; tanto en el inicio como en el crecimiento, ya que en ambos períodos la eficiencia fue muy parecida.

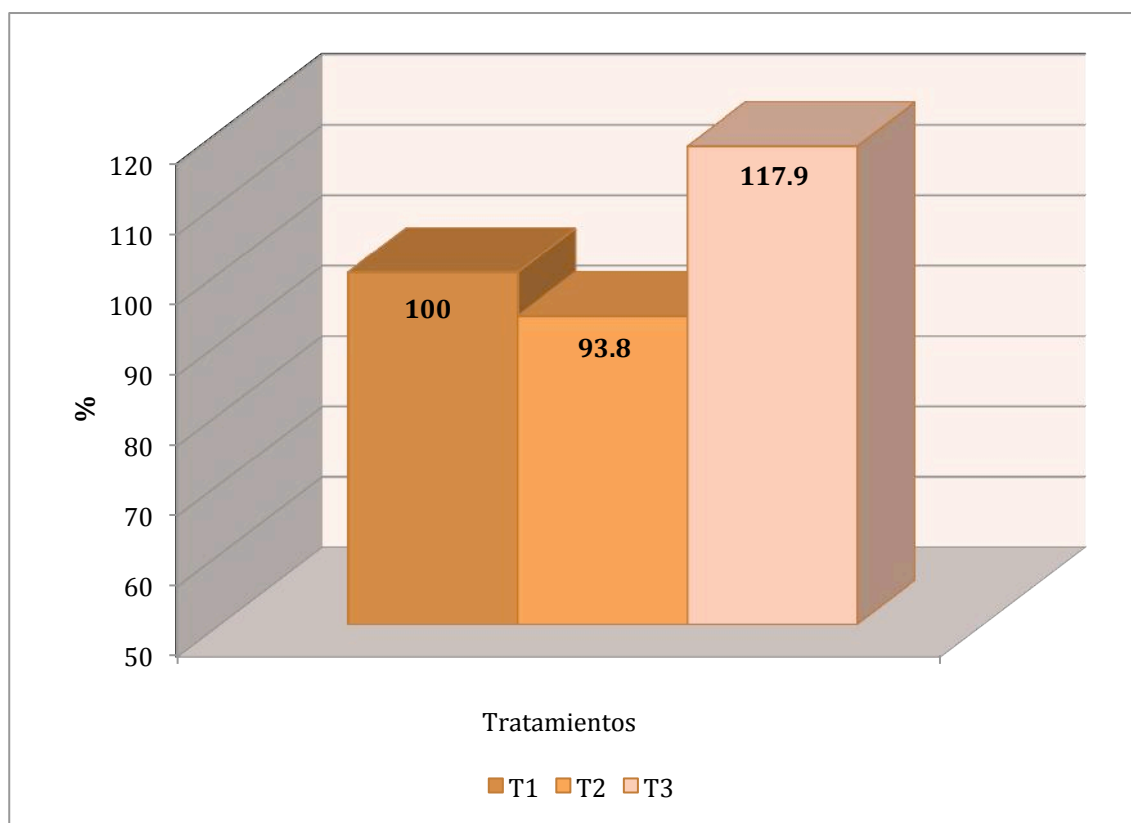




**Figura N° 4.7. Comparativo porcentual entre tratamientos para C. A. en el Inicio**



**Figura N° 4.8. Comparativo porcentual entre tratamientos para C. A. en el Crecimiento**



**Figura N° 4.9. Comparativo porcentual entre tratamientos para *C. A. acumulada***

Se manifestó una excelente concordancia entre lo obtenido con los incrementos de peso y la conversión alimenticia, la que se dio en el tratamiento 2; en este, el mejor incremento de peso correspondió a la mejor conversión alimenticia y no, necesariamente, al que consumió más alimento. Este comportamiento resalta la trascendencia de la eficiencia del alimento para incrementar peso vivo.

ARMAS (2014) también encontró la mayor eficiencia en la utilización del alimento con 0.15% del producto, aunque fue la dosis mayor empleada por esta autora; no pudo determinar un punto de inflexión por cuanto no evaluó mayor proporción, lo que si ocurrió en el presente ensayo, con 0.3% se perdió eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo.

Mayor eficiencia en la utilización del alimento para ganar peso vivo ha sido reportada por diferentes investigadores que han empleado aluminosilicatos en la alimentación de pollos de carne, aun cuando las proporciones empleadas fuesen muy

diferentes a las empleadas en el presente ensayo (AMAGUAÑA, 1999; GUEVARA, 1999; LUNA, 1999; LEMA, 2008; GAIBOR, 2012).

Para una mejor acción en el lumen del intestino, interactuando con nutrientes, jugaría un rol importante la capacidad de intercambio catiónico. Como han señalado PRVULIOÆ *et al.* (2009), los aluminosilicatos inducirían cambios en la absorción mineral y en el balance de electrolitos, debido a que poseen alta selectividad por potasio y baja para calcio y magnesio, reteniendo al primero y permitiendo la disponibilidad de mayores cantidades de los segundos y así mejorar la eficiencia en la tasa de síntesis.

Los efectos sobre la eficiencia alimenticia podrían ser debidos a una reducción en la velocidad de paso en el intestino, la inmovilización de enzimas y su influencia en la micro flora del intestino (PETUNKIN, 1991). La posible mejora en la utilización de nutrientes puede ser atribuida a una reducción o pre-distribución de la micro flora del intestino. OLIVER (1989) reportó que el conteo bacterial en las secciones distal y proximal del intestino fue significativamente más bajo cuando se había proporcionado una dieta con zeolita.

Pueden facilitar el drenaje de sangre de las vellosidades y aumentar la actividad de las células que las bordean, las cuales a su vez podrían mejorar la digestión y absorción de nutrientes. Además, mejoran la energía metabolizable aparente y neta y la digestión verdadera de la proteína en el tracto digestivo (buche, proventrículo, molleja, intestino delgado y grueso), así como el número, tamaño y forma de las vellosidades intestinales; además pueden traer beneficios en los órganos del metabolismo como hígado, páncreas y riñones (NESTOROV, 1984; PETUNKIN, 1991).

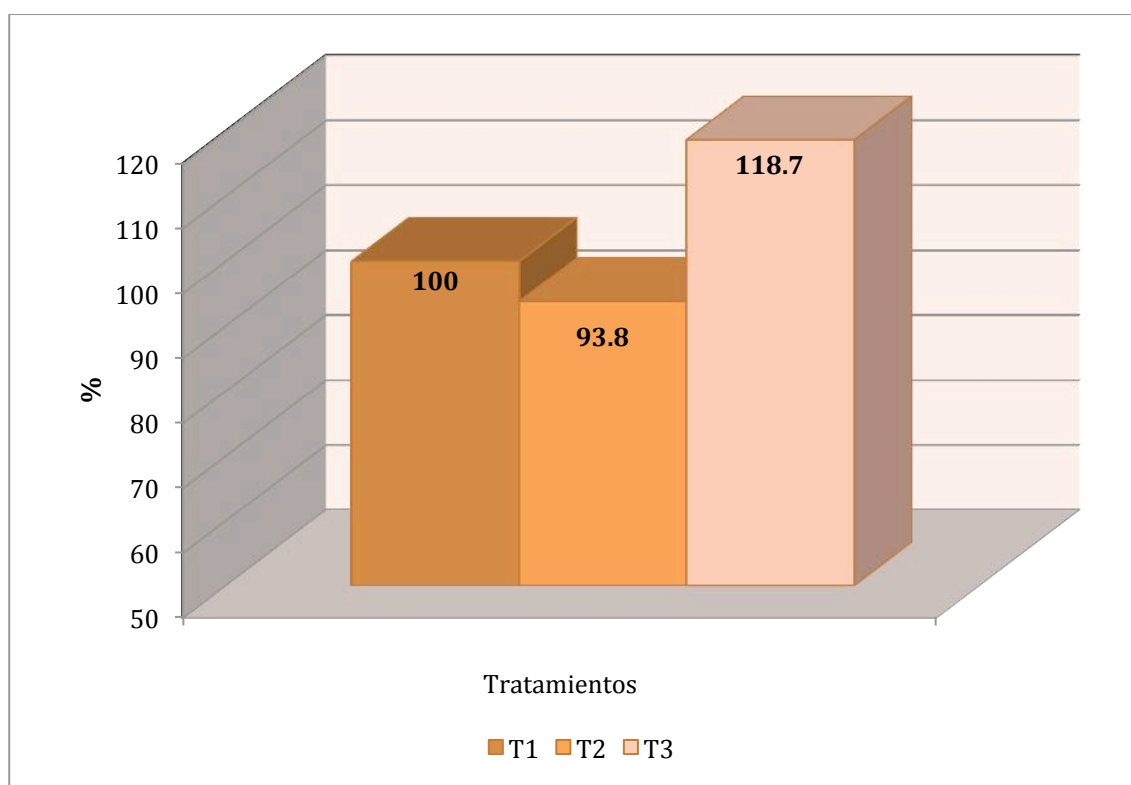
#### **4.5. Mérito Económico**

Los resultados de mérito económico de pollos de carne que recibieron una fuente de aluminosilicatos en la dieta se presentan en el Cuadro N° 4.5.

**Cuadro N° 4.5. Mérito económico de pollos Cobb 500 que recibieron una fuente de aluminosilicatos en el alimento**

Aspectos	Tratamientos		
	1	2	3
Pollos por tratamiento	20	20	20
Duración del experimento, días	42	42	42
Aluminosilicatos en el alimento, %	00	0.15	0.30
Mérito económico, s/.			
Inicio (1 – 21 días)	2.68	2.48	3.41
Crecimiento (22 – 42 días)	3.39	3.19	3.92
Acumulado	3.20	3.00	3.80

Respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3, se obtuvo 2.68, 2.48 y 3.41 nuevos soles en el período de Inicio; 3.39, 3.19 y 3.92 nuevos soles en el período de Crecimiento; y 3.20, 3.00 y 3.80 nuevos soles para el cálculo acumulado.



**Figura N° 4.10. Comparativo porcentual entre tratamientos para M. E. acumulado**

Como en el caso de la conversión alimenticia, el comparativo porcentual indica que el mejor tratamiento fue el 2 (0.15% de aluminosilicatos en la dieta), seguido del

tratamiento testigo y el menos eficiente fue el tratamiento 3 (0.30% de aluminosilicatos en la dieta). Respectivamente para el Inicio, Crecimiento y Acumulado, el tratamiento 2 fue más eficiente que el testigo en 7.5, 6 y 6.2%; en tanto que, en el mismo orden, el tratamiento 3 fue menos eficiente que el testigo en 27.2, 15.6 y 18.7%. Resulta, más que evidente, que la mejor performance de los animales en el tratamiento 2 pudo amortiguar el mayor costo de la ración por la utilización del producto evaluado.

Aparentemente una ventaja del orden de 6% en el mérito económico no parecería trascendente; sin embargo, en la producción del pollo de carne resulta siendo de gran impacto, debido a la gran cantidad de animales que se explotan; sólo 5% podría representar la diferencia entre la permanencia y el cierre de cualquier empresa.

Lo interesante del empleo de los aluminosilicatos es que no sólo tiene efectos positivos sobre los aspectos productivos de los animales, también sobre las condiciones del ambiente. Su empleo reduce la excreción de humedad y de olor amoniacal en la cama.

Se ha indicado que una de las primeras funciones y propiedades atribuidas es su capacidad de retener agua, por lo que uno de sus primeros usos fue para mejorar las condiciones de la cama. En 1966 los granjeros japoneses regaban zeolita y estiércol en sus granjas, o la colocaban en el cielorraso, para combatir tanto la humedad como el mal olor en sus galpones. La base científica de tales aplicaciones fue primero probada y confirmada por Hayburst y Willard (EVANS, 1989).

OLIVER (1997) reportó que su consumo origina un menor contenido de humedad en las heces y de este modo también en la cama. También fueron utilizadas para reducir las pérdidas de nitrógeno, en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), en el compostaje del estiércol de aves (KITHOME *et al.*, 1999).

Así, el valor del mérito económico esconde el verdadero potencial de uso de los

aluminosilicatos en la dieta de los pollos de carne, ya que en la actualidad toda empresa dedicada a la producción animal debe reconsiderar el impacto que puede ejercer sobre el ambiente.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. El consumo de alimento manifestó una tendencia a incrementarse conforme lo hizo la proporción de aluminosilicatos en el alimento.
2. Con 0.15% de aluminosilicatos se logró el mayor ( $P \leq 0.05$ ) incremento acumulado de peso, representando 11.1% por encima del incremento logrado por el tratamiento testigo.
3. El mayor ( $P \leq 0.05$ ) peso de carcasa se logró con 0.15% de aluminosilicatos en la dieta; sin embargo, las diferencias en el rendimiento no fueron significativas, estando alrededor de 82% en todos los tratamientos.
4. Con 0.15% de aluminosilicatos se logró mayor eficiencia (6.2%) en la utilización del alimento para lograr peso vivo, con 0.3% se logró 17.9% de ineficiencia; en ambos casos en comparación con el testigo.
5. Se logró la misma tendencia en el mérito económico como la lograda con la conversión alimenticia.

### **Recomendándose:**

1. Emplear 0.15% de aluminosilicatos en la dieta de pollos de carne por promover mejores incrementos de peso, mayor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo y mejores pesos de carcasa en pollos de carne.
2. Evaluar la inclusión de aluminosilicatos en la dieta de diferentes animales de interés zootécnico.

## **VI. RESUMEN**

Los aluminosilicatos son arcillas que se vienen empleando en las dietas de pollos de carne como atrapadores de mico toxinas; sin embargo, se les está considerando propiedades estimuladoras del metabolismo que permitirían la obtención de mejores rendimientos. Sesenta pollos Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos, se emplearon en un ensayo de alimentación para determinar el efecto sobre el consumo de alimento, incremento de peso, peso y rendimiento de carcasa, conversión alimenticia y mérito económico, de la inclusión de aluminosilicatos en la dieta. Se empleó tres tratamientos (T<sub>1</sub>: Testigo; T<sub>2</sub>: 0.15%, y T<sub>3</sub>: 0.30% de una fuente de aluminosilicatos hidratados). El ensayo se condujo bajo las condiciones de un diseño completamente al azar. Respectivamente para los tratamientos del primero al tercero se obtuvo: 4.43, 4.62 y 5.26 kilos de alimento consumido por pollo; 2272.5, 2523.8 y 2294.7 gramos de peso incrementado por pollo; 1912, 2121 y 1959 gramos de peso de carcasa; 82.3, 81.9 y 81.9% de rendimiento de carcasa; 1.951, 1.829 y 2.300 kilos de alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado; 3.20, 3.00 y 3.80 nuevos soles gastados en alimento por kilo de peso vivo incrementado. El análisis estadístico indicó que con 0.15% de la fuente de aluminosilicatos se logró mejores incrementos de peso vivo, peso de carcasa. La conversión alimenticia y el mérito económico fueron 6% más eficientes que el testigo. Los resultados hacen recomendable el empleo de 0.15% de aluminosilicatos en la dieta de pollos de carne.



## VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ÅHMAN, B. 1996. Effect of bentonite and ammonium-ferric(III)- hexacyanoferrate(II) on uptake and elimination of radiocaesium in reindeer. *J. Environ. Radioactiv.* 31:29.
- AMAGUAÑA, A. 1999. Adición de Zeolita sódica cargada con cloro de calcio en alimentación de pollos. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 71-72.
- ARMAS, M. 2014. Zeolitas en la dieta de pollos. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- BAILEY, C.A., LATIMER, G.W., BARR, A.C., WIGLE, W.L., HAQ, A.U., BALTHROP, J.E. & KUBEN, L.F. 2006. Efficacy of montmorillonite clay (NovaSil PLUS) for protecting full-term broilers from aflatoxicosis. *J. Appl. Poult. Res.* 15:198.
- BILGIC, H. N. and T. YESILDERE. 1992. Renal lesions on experimental aflatoxicosis in chickens. *I.U. Veteriner Fakultesi Dergisi*, 18: 102–108.
- BRECK, D. W. 1974. Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use: Wiley, New York 771 p.
- CABEZAS, M. J., D. SALVADOR, and J. V. SINISTERRA. 1991. Stabilisation-activation of pancreatic enzymes adsorbed on to a sepiolite clay. *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, 52:265-274.
- CASTAING, J. 1998. Uso de las arcillas en la alimentación animal. XIV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). España.
- CASTRO, L. Z. 1996. Efectos de la Zeolita en la adsorción de principios nutritivos en medios biológicos. Trabajo de Diploma. Universidad de la Habana, Facultad de Biología, La Habana, Cuba. 33 pp.
- CERRI, G., DE' GENNARO, M., BONFERONI, M.C. & CARAMELLA, C. 2004. Zeolites in biomedical application: Zn-exchanged clinoptilolite-rich rock as active carrier for antibiotics in anti- acne topical therapy. *Appl. Clay Sci.* 27:141
- CHELISHCHEV, N.F. 1995. Use of natural zeolites at Chernobyl. En: Natural Zeolites '93. 1<sup>st</sup> Edition. Ming, D.W. & Mumpton, F.A. Eds. International Community of Natural Zeolites, Brockport, New York, USA, p. 525
- DAFALLA, R., A. I. YAGI, and S. E. I. ADAM. 1987. Experimental aflatoxicosis in hybro-type chicks; sequential changes in growth and serum constituents and histopathological changes. *Veterinary and Human Toxicology*, 29: 222–225.
- DAVIDSON, J. N., J. G. BABISH, K. A. DeLANEY, D. R. TAYLOR, and T. D. PHILLIPS. 1987. Hydrated sodium calcium aluminosilicate decreases the bioavailability of aflatoxin in the chicken. *Poultry Science*, 66:89.

- DYER, A. MORGAN, S. WELLS, P. & WILLIAMS, C. 2000. The use of zeolites as slow release anthelmintic carriers. *J. Helminth.*, 74:137.
- ESPADA, Y., M. DOMINGO, J. GOMEZ, and M. A. CALVO. 1992. Pathological lesions following an experimental intoxication with aflatoxin B1 in broiler chickens. *Research in Veterinary Science*, 53: 275–279.
- EVANS, M. 1993. Investigations into the practical applications of zeolites in diets for poultry. PhD Thesis University of New England. USA.
- EVANS, M. 1989. Zeolites- Do they have a role in poultry production. In: Recent Advances in Animal Nutrition in Australia (Ed. D. J. Farrell), Armidale. University of New England. 249-268.
- FERNANDEZ, A., M. VERDE, M. GASCON, J. RAMOS, J. GOMEZ, D. F. LUCO, and G. CHAVEZ. 1994. Variations of clinical, biochemical parameters of laying hens and broiler chickens fed aflatoxin- containing feed. *Avian Pathology*, 23: 37–47.
- GAIBOR, P. 2012. Evaluación de los niveles de zeolita en la alimentación de pollos broiler y su efecto en la conversión alimenticia en el cantón San Miguel de Bolívar. Tesis Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador.
- GLAHN, R. P., K. W. BEERS, W. G. BOTTJE, R. F. WIDEMAN, W. E. HUFF, and W. THOMAS. 1991. Aflatoxicosis alters avian renal function, calcium, and vitamin D metabolism. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 34: 309–321.
- GUEVARA, R. 1999. Nivel óptimo de energía con adición de zeolitas en cría y acabado de pollos de ceba. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. p 76.
- HARVEY, R. B., KUBENA, L. F., ELISSALDE, M. H. & PHILLIPS, T. D. 1993. Efficacy of zeolitic ore compounds on the toxicity of aflatoxin to growing broiler chickens. *Avian Dis.* 37:67
- <http://es.wikipedia.org>. 2015. Zeolita.
- <http://www.quiminet.com.mx>. 2007. Aplicaciones comunes de las zeolitas.
- IBRAHIM, I. K., A. M. SHAREEF, and K. M. T. AL-JOUBORY. 2000. Ameliorative effects of sodium bentonite on phagocytosis and Newcastle disease antibody formation in broiler chickens during aflatoxicosis. *Research in Veterinary Science*, 69: 119–122.
- KIRAN, M. M., O. DEMET, M. ORTATATLI, and H. OGUZ. 1998. The preventive effect of polyvinyl-polypyrrolidone on aflatoxicosis in broilers. *Avian Pathology*, 27: 250–255.
- KITHOME, M., J. W. PAUL, and A. A. BOMKE. 1999. Reducing nitrogen losses

during stimulated composting of poultry manure using absorbents or chemical amendments. *Journal of Environmental Quality*, 28: 194-201.

- KUBENA, L. F., R. B. HARVEY, D. E. CORRIER, T. D. PHILLIPS, and W. E. HUFF. 1990a. Diminution of aflatoxicosis in growing chickens by the dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Poultry Science*, 69:727-735.
- KUBENA, L. F., R. B. HARVEY, W. E. HUFF, D. E. CORRIER, T. D. PHILLIPS, and G. E. ROTTINGHAUS. 1990b. Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin. *Poultry Science*, 69:1078-1086.
- KUBENA, L. F., R. B. HARVEY, W. E. HUFF, M. H. ELISSALDE, G. A. YERSIN, T. D. PHILLIPS, and G. E. ROTTINGHAUS. 1993a. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and diacetoxyscirpenol. *Poultry Science*, 72:51-59.
- KUBENA, L. F., R. B. HARVEY, T. D. PHILLIPS, and B. A. CLEMENT. 1993b. Effects of hydrated sodium calcium aluminosilicates on aflatoxicosis in broiler chicks. *Poultry Science*, 72:651-657.
- KUBENA, L. F., R. B. HARVEY, T. D. PHILLIPS, and W. E. HUFF. 1988. Modulation of aflatoxicosis in growing chickens by dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Poultry Science*, 67:106.
- KUBENA, L. F., W. E. HUFF, R. B. HARVEY, G. A. YERSIN, M. H. ELISSALDE, D. A. WITZEL, L. E. GIROIR, and T. D. PHILLIPS. 1991. Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate on growing turkey poults during aflatoxicosis. *Poultry Science*, 70:1823-1830.
- LEDoux, D.R., G. E. ROTTINGHAUS, A. J. BERMUDEZ, and M. ALANSO-DEBOLT. 1999. Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*, 78: 204-210.
- LEESON, S., G. DIAZ, and J. D. SUMMERS. 1995. Aflatoxins. In: Leeson, S., Diaz, G., Summers, J.D. (Eds.), *Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins*. University Books, Canada, Ont., pp. 248-279.
- LEMA, J. 2008. Utilización de Zeolitas Naturales y Esquema de Alimentación con Ahorro de proteína para la alimentación de pollos de ceba con impacto ambiental favorable. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 4 - 5.
- LINDEMANN, M. D., D. J. BLODGETT, E. T. KORNEGAY, and G. G. SCHURIG. 1993. Potential ameliorators of aflatoxicosis in weanling/growing swine. *Journal of Animal Science*, 71:171-178.
- LUNA, R. 1999. Evaluación del comportamiento biológico de pollos parrilleros al

utilizar dietas con 23, 21 y 20% de proteína bruta en inicio y 19.5, 18.5 y 18% de proteína bruta en acabado más la adición de zeolitas. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Pp. 35-68.

MAEDA, T., and Y. NOSÉ. 1999. A new antibacterial agent: Antibacterial Zeolite. *Artificial. Organs.* 23:129-130.

McDOWELL, L. R.; J. H. CONRAD; J. E. THOMAS, and L. E. HARRIS. 1974. *Latin American Tables of Feed Composition.* University of Florida. Gainesville, Florida, USA.

MARTIN-KLEINER, I., Z. FLEGAR-MEŠTRIĆ, R. ZADRO, D. BRELJAK, S. JANDA, S. STOJKOVIĆ., R. M. MARUŠIĆ, M. RADAČIĆ, and M. BORANIĆ. 2001. The effect of the zeolite clinoptilolite on serum chemistry and hematopoiesis in mice. *Food. Chem. Toxicol.*, 39:717-727.

MILES, R. D., R. H. HARMS and S. M. LOURENT. 1986. Influence of sodium Zeolite on laying hens performance. *Nutrition-Reports International*, 34: 1097-1103.

MUMPTON, F. A. 1999. La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA.* 96:3463-3470.

MUMPTON, F. A., and P. H. FISHMAN. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *Journal of Animal Science*, 45:1188-1203.

NESTOROV, N. 1984. Possible application of natural Zeolite in animal husbandry. En: Pond, W.G. and F.A. Mumpton (Eds.)1984. *Zeo Agriculture: Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aqua- culture.* p. 129. Westview Press Boulder, Colorado, U.S.A.

OGUZ, H., and V. KURTOGLU. 2000. Effect of clinoptilolite on fattening performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. *British Poultry Science*, 41: 512–517.

OGUZ, H., T. KECEC, Y. O. BIRDANE, F. ONDER, and V. KURTOGLU. 2000. Effect of clinoptilolite on serum biochemical and haematological characters of broiler chickens during experimental aflatoxicosis. *Research in Veterinary Science*, 69: 89–93.

OGUZ, H., H. H. HADIMLI, V. KURTOGLU, and O. ERGANIS. 2003. Evaluation of humoral immunity of broilers during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. *Revue de Medicine Veterinaire*, 154: 483–486.

OGUZ, H. 2011. A review from experimental trials on detoxification of aflatoxin in poultry feed. *Eurasian J. Vet. Sci.*, 21(1): 1-12.

OLVER, M. D. 1997. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of 3 strains of laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 38: 220-222.

- OLVER, M. D. 1989. Effect of feeding Clinoptilolite (zeolite) to three strains of laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 30:115-121.
- ORTATATLI, M., and H. OGUZ. 2001. Ameliorative effects of dietary clinoptilolite on pathological changes in broiler chickens during aflatoxicosis. *Research in Veterinary Science*, 71: 59–66.
- ORTATATLI, M., M. K. CIFTCI, M. TUZCU, and A. KAYA. 2002. The effects of aflatoxin on the reproductive system of roosters. *Research in Veterinary Science*, 72: 29–36.
- OSTLE, B. 1979. Estadística Aplicada. Limusa. México, D. F.
- PAPAIIOANNOU, D. S., S. C. KYRIAKIS, A. PAPASTERIADIS, N. ROUMBIES, A. YANNAKOPOULOS, and C. ALEXOPOULOS. 2002. Effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. *Res. Vet. Sci.*, 72:61-68.
- PARISINI, P., G. MARTELLI, L. SARDI, and F. ESCRIBANO. 1999. Protein and energy retention in pigs fed diets containing sepiolite. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 79:155-162.
- PETUNKIN, N. 1991. Influence of Zeolites on animal digestion. En: *Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites*. Fuentes, G.R. & J.A. González (Eds). 1991. Memorias de la 3ra. Conferencia sobre Ocurrencia, Propiedades y Usos de las Zeolitas Naturales. Abril 9-12. La Habana. Cuba. p: 280. Cuba.
- PHILLIPS, T. D. 1999. Dietary clay in the chemoprevention of aflatoxin-induced disease. *Toxicol. Sci.*, 52:118–126.
- PHILLIPS, T. D., B. A. CLEMENT, L. F. KUBENA, and R. B. HARVEY. 1990. Detection and detoxification of aflatoxins: Prevention of aflatoxicosis and aflatoxin residues with hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Vet. Human Toxicol.*, 32:15–19.
- PHILLIPS, T. D., B. A. CLEMENT, and D. L. PARK. 1994. Approaches to reduction of aflatoxins in foods and feeds. In: *The Toxicology of Aflatoxins: Human Health, Veterinary, and Agricultural Significance*. (D. L. Eaton and J. D. Groopman, ed.) Academic Press, New York, USA. Pages 383–406.
- PHILLIPS, T. D., L. F. KUBENA, R. B. HARVEY, D. R. TAYLOR, and N. D. HEIDELBAUGH. 1987. Mycotoxin hazard in agriculture: New approach to control. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 190(12):1617.
- PHILLIPS, T. D., L. F. KUBENA, R. B. HARVEY, D. R. TAYLOR, and N. D. HEIDELBAUGH. 1988. Hydrated sodium calcium aluminosilicate: A high affinity sorbent for aflatoxin. *Poultry Science*, 67:243–247.
- PHILLIPS, T. D., S. L. LEMKE, and P. G. GRANT. 2002. Characterization of Clay-based Enterosorbents for the Prevention of Aflatoxicosis. In: *Advances in Experimental Medicine and Biology: Mycotoxins and Food Safety*. Vol. 504. (J.

- W. DeVries, M. W. Trucksess, and L. S. Jackson, ed.) Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA. Pages 157–171.
- PHILLIPS, T. D., A. B. SARR, B. A. CLEMENT, L. F. KUBENA, and R. B. HARVEY. 1991. Prevention of aflatoxicosis in farm animals via selective chemisorption of aflatoxin. In: *Mycotoxins, Cancer and Health*. (G. Bray and D. Ryan, ed.) Louisiana State University Press, Baton Rouge, LA, USA. Pages 223–237.
- PIMPUKDEE, K., KUBENA, L.F., BAILEY, C.A., HUEBNER, H.J., AFRIYIE-GYAWU, E. & PHILLIPS, T.D. 2004. Aflatoxin-induced toxicity and depletion of hepatic vitamin A in young broiler chicks: protection of chicks in the presence of low levels of NovaSil PLUS in the diet. *Poultry Science*, 83:737.
- POND, W.G., 1995. Zeolites in animal nutrition and health: a review. En: *Natural Zeolites '93*. 1<sup>st</sup> Edition. Ming, D.W. & Mumpton, F.A. Eds. International Community of Natural Zeolites, Brockport, New York, USA, p. 449
- QURESHI, M.A., J. BRAKE, P. B. HAMILTON, W. M. HAGLER, and S. NESHEIM. 1998. Dietary exposure of broiler breeders to aflatoxin results in immune dysfunction in progeny chicks. *Poultry Science*, 77: 812–819.
- ROLAND, SR. D.A., M. FARMER and D. MARPLE. 1985. Calcium and its relationship to excess feed consumption, body weight, egg size, fat deposition, shell quality, and fatty liver hemorrhagic syndrome. *Poultry Science*, 64: 2341–2350.
- SCHEFFLER, E. 1982. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- STOJŠIĆ, D., M. STOJKOVIĆ, A. DAKOVIĆ, M. ADAMOVIĆ, and M. TOMAŠEVIĆ-ĐANOVIĆ. 2004. Efficacy of organozeolite to ameliorate the toxic effects of zearalenone in lambs. *Acta Veterinaria* (Beograd), 54:53
- SUR, E., and I. CELIK. 2003. Effects of aflatoxin B1 on the development of bursa of Fabricius and blood lymphocyte acid phosphatase of the chicken. *British Poultry Science*, 44: 558–566.
- TEIMURAZ, A., P. KARAMAN, K. TENGIZ, and L. EPRIKASHVILI. 2009. Possibility of application of natural zeolites for medicinal purposes. *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.*, 3:158-167.
- VIŠENTIJEVIĆ, M., MITROVIĆ, R. & VITOROVIĆ, G. 2006. Efficiency of clinoptilolite in case of multiple alimentary contamination of the pheasants with <sup>137</sup>Cs. *Biotechnol. Anim. Husb.*, 22: 58.
- WILD, C.P., F. YIN, P. C. TURNER, I. CHEMIN, B. CHAPOT, M. MENDY, H. WHITTLE, G. D. KIRK, and A. J. HALL. 2000. Environmental and genetic determinants of aflatoxin–albumin adducts in the Gambia. *International Journal of Cancer*, 86: 1–8.
- ZALDIVAR, V. MARGOLLES, E. MUÑOZ. C. 2011. Utilización de las zeolitas

naturales cubanas en la producción de monogástricos: Aspectos metabólicos y de salud. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Habana, Cuba.  
<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/segencuentr/victoriaz.htm>

## VIII. APÉNDICE

Cuadro N° 8.1. Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	295.00	19	15.5263	1.1911	22.6303
2	220.00	19	11.5790	1.0637	20.2097
3	273.75	19	14.4079	1.1586	22.0134
Suma	788.75	57	-----	-----	64.8534

$$S^2 = 13.8377$$

$$B = 65.0407$$

$$\chi^2 = 0.43^{NS}$$

Varianzas homogéneas

Cuadro N° 8.2. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en el Inicio

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	13975.00	19	735.5263	2.8666	54.4654
2	19363.75	19	1019.1447	3.0082	57.1565
3	17165.80	18	953.6556	2.9794	53.6291
Suma	50504.55	56	-----	-----	165.2510

$$S^2 = 901.87$$

$$B = 165.4880$$

$$\chi^2 = 0.55^{NS}$$

Cuadro N° 8.3. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en el Crecimiento

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	720480.00	19	37920.00	4.5789	86.9985
2	296295.00	19	15594.50	4.1930	79.6664
3	337611.11	17	19859.50	4.3980	73.0655
Suma	1354386.11	55	-----	-----	239.7304

$$S^2 = 24625.2$$

$$B = 241.5259$$

$$\chi^2 = 4.1^{NS}$$



Cuadro N° 8.4. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso en el Acabado

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	597630.00	19	31454.21	4.4977	85.4559
2	593613.75	19	31242.83	4.4948	85.4003
3	912704.28	17	53688.49	4.7299	80.4080
Suma	2103948.03	55	-----	-----	251.2642

$$S^2 = 38253.6$$

$$B = 252.0470$$

$$\chi^2 = 1.8^{NS}$$

Cuadro N° 8.5. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso acumulados

Muestra	SC <sub>i</sub>	GL	S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	GL x log <sub>10</sub> S <sup>2</sup> <sub>i</sub>
1	597630.00	19	31454.21	4.4977	85.4559
2	593613.75	19	31242.83	4.4948	85.4003
3	912704.28	17	53688.49	4.7299	80.4080
Suma	2103948.03	55	-----	-----	251.2642

$$S^2 = 38253.60$$

$$B = 252.0479$$

$$\chi^2 = 1.8^{NS}$$

Cuadro N° 8.6. Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo obtenidos en el período de inicio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	3102727.12	1	-----		
Tratamientos	2168.34	2	1084.17	1.20	N. S.
Residual	50504.54	56	901.87		
TOTAL	3155400.00	59			

CV=13.1%

Cuadro N° 8.7. Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo obtenidos en el período de crecimiento

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	38786291.38	1	-----		
Tratamientos	352322.51	2	176161.26	7.15	**
Residual	1354386.11	55	24625.20		
TOTAL	40493000.00	58			

CV=19.2%

Cuadro N° 8.8. Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo obtenidos en el período de acabado

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	100784826.5	1	-----		
Tratamientos	381061.5	2	190530.75	4.98	**
Residual	2103948.0	55	38253.60		
TOTAL	103269836.0	58			

CV=14.8%

Cuadro N° 8.9. Análisis de la varianza con los incrementos de peso vivo acumulados en todo el ensayo

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	324667252.20	1	-----		
Tratamientos	762419.19	2	381209.6	3.69	*
Residual	5684653.61	55	103357.3		
TOTAL	331114325.00	58			

CV=13.6%

CUADRO N° 8.10. Análisis de covarianza entre peso inicial (X) e incrementos de peso acumulados (Y)

Fuente de Variación	GL	Suma de cuad. $\Sigma x^2$	Suma de product. $\Sigma xy$	Desv. respecto a regresión $\Sigma y^2 - \Sigma xy^2 / \Sigma x^2$	GL	CM
Tratamientos	2	34.23	-5011.46	762419.19		
Residual	55	738.61	-7561.39	5684653.61	54	106704.70
Total	57	772.84	2549.93	6447072.80	56	-----
Diferencias para probar entre medias ajustadas de Tratamientos				676605.46	2	338302.70

$$F_{COV.} = 3.17^{**}$$

$$F_{REG.} = 0.72^{NS}$$

Cuadro N° 8.11. Análisis de la varianza con los pesos de carcasa

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	231660124.6	1	-----		
Tratamientos	480502.6	2	240251.3	3.47	*
Residual	3810897.8	55	69289.1		
TOTAL	235951525.0	58			

CV=13.2%

Cuadro N° 8.12. Análisis de la varianza con rendimiento de carcasa (transformación arco-seno)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	245271.1	1	-----		
Tratamientos	2.4	2	1.2	< 1	N. S.
Residual	357.0	55	6.5		
TOTAL	245630.5	58			

CV=3.9%