



T
636.5084

CIB-ESPOL ALV



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Evaluación de Zeolitas Naturales Mezcladas en la Dieta Para la
Alimentación de Pollos de Engorde (Broiler) en el Cenae-Espol”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:



CIB-ESPOL

INGENIERO AGROPECUARIO

Presentada por:



Mundo Francisco Alvear Cervantes

CIB-ESPOL GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2004

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida cada día, a mis padres por darme todo su apoyo y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo especialmente a la Dra. Patricia Alvarez C., al MSc. Miguel Quilambaqui J., al Dr. Jhon Rodríguez A., y a la Dra. Cecilia Paredes del Proyecto Vlir-Espol por sus invaluable e incondicionales ayudas.

DEDICATORIA



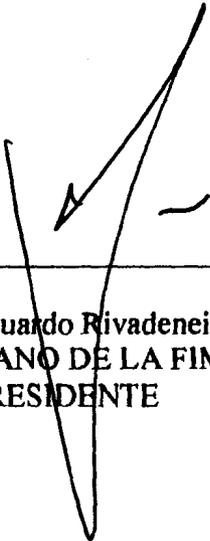
CIB-ESPOL

MIS PADRES

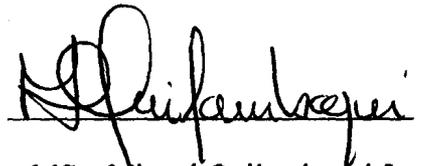
A MI NOVIA

A MI FAMILIA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



MSc. Miguel Quilambaqui J.
DIRECTOR DE TESIS



Dr. Jhon Rodriguez A.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



CIB-ESPOL

Edmundo F. Alvear

Edmundo F. Alvear Cervantes



RESUMEN

CIB-ESPOL

Una de las alternativas naturales usadas en producciones avícolas han sido las Zeolitas, que por sus propiedades físicas y químicas, han demostrado, excelentes resultados. En base a estos antecedentes, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de las zeolitas naturales en la nutrición del pollo broiler o de engorde, al ser ingeridas en combinación con la dieta alimenticia. Se empleo un ensayo, con diferentes proporciones de zeolita natural del Bloque tecnológico de la ESPOL, en una camada de 240 pollos, siendo los tratamientos (T): (T1)=0% de zeolita, (T2)=2% de zeolita, (T3)=4% de zeolita, (T4)=6% de zeolita, con 5 repeticiones por tratamiento, y 60 pollos/tratamiento, en un arreglo experimental de Bloques Completamente al Azar. Las variables evaluadas fueron: peso corporal, incremento de peso semanal, consumo de alimento semanal e índice de mortalidad semanal. Cada uno de estos datos se tomaron desde el inicio del experimento y se evaluaron estadísticamente los datos tomados desde la cuarta, quinta y sexta semana. Según los resultados obtenidos, el T2, fue estadísticamente diferente de los demás (Tukey, 0,05%), alcanzando un promedio de peso de 2,4 Kg. Además también se obtuvo diferencia estadística (Tukey, 0,05%) en relación al consumo de alimento semanal (1,2 kg en la sexta semana de engorde). En cuanto a los parámetros de conversión alimenticia, el T3, alcanzó valores de 1,9 estadísticamente igual con el Testigo de 1,95, pero diferente de los demás (Tukey, 0,05%).

Los índices de mortalidad fueron de 0%, para los tratamientos T2 y el T3. Finalmente según el análisis económico realizado el tratamiento 4, produjo un mejor rendimiento, con una tasa marginal de retorno de 0,36%.



CIB-ESPOL

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGIA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. LAS ZEOLITAS NATURALES.....	4
1.1. Propiedades Físico-Químicas de las Zeolitas Naturales.....	9
1.1.1. Propiedad de Intercambio de Cationes.....	9
1.1.2. Propiedades de Absorción.....	13
1.1.3. Tamiz Molecular.....	14
1.1.4. Propiedad de Superficie Específica.....	15
1.2. Aplicaciones de las Zeolitas Naturales.....	16
1.2.1. Aplicaciones Agrícolas.....	16

1.2.1.1. Fertilizantes y Mejoradores de Suelo.....	16
1.2.1.2. Pesticidas Fungicidas y Herbicidas.....	17
1.2.2. Aplicaciones Pecuarias.....	17
1.1.2.1. Aplicaciones en Nutrición Animal.....	17

CAPITULO 2

2. EL POLLO DE ENGORDE.....	23
2.1. Características Morfológicas del Pollo de Engorde.....	23
2.2. Características Fisiológicas del pollo de Engorde.....	26
2.3. Etapas de Desarrollo del Pollo de Engorde.....	30
2.4. Nutrición del Pollo de Engorde.....	34

CAPITULO 3

3. MATERIALES Y METODOS.....	35
3.1. Ubicación del Ensayo.....	35
3.2. Materiales y Equipos.....	36
3.3. Metodología.....	37
3.3.1 Obtención de la Zeolita Natural.....	37
3.3.2 Elaboración de las Dietas de Balanceado mezcladas con la zeolita.....	37
3.3.3 Preparación y Limpieza del Galpón avícola.....	39
3.3.4 Preparación de la Cama.....	39



3.3.5	Recepción y manejo de Pollos de Engorde.....	40
3.3.6	Instalación del Ensayo.....	41
3.3.7	Tratamientos y Diseño Experimental.....	42
3.3.8	Variables Analizadas.....	45
3.3.8.1	Peso Corporal.....	45
3.3.8.2	Incremento Semanal de Peso.....	45
3.3.8.3	Consumo Promedio de Alimento.....	45
3.3.8.4	Conversión Alimenticia.....	45
3.3.8.5	Índice de Mortalidad.....	46
3.3.9	Análisis Estadístico y nivel de significación.....	46
3.3.10	Estimación del costo de las dietas.....	46
3.3.11	Análisis Económico.....	46
3.3.11.1	Análisis de presupuesto parcial.....	46
3.3.11.2	Análisis de dominancia.....	47
3.3.11.3	Análisis marginal.....	47

CAPITULO 4



4.	RESULTADOS	48
4.1.	Peso Corporal.....	48
4.2.	Incremento Promedio Semanal de Peso.....	51
4.3.	Consumo Promedio de Alimento	57
4.4.	Conversión Alimenticia	55

CIB-ESPOL

4.5. Índice de Mortalidad.....	57
4.6. Estimación del Costo de las dietas.....	58
4.6.1. Costo semanal de alimento.....	60
4.7 Análisis Económico del proyecto.....	61
4.7.1. Análisis de presupuesto parcial.....	61
4.7.2. Análisis de Dominancia.....	63
4.7.3. Análisis marginal.....	64
4.8 Discusión.....	65

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
---	-----------

ANEXOS.

BIBLIOGRAFIA



CIB-ESPOL

ABREVIATURAS

C.I.C.	Capacidad de Intercambio Catiónico
cc.	Centímetros Cúbicos
cc/l.	Centímetros Cúbicos por litro
mg	Miligramos
g/día	Gramos por día
g/l.	Gramos por Litro
ml/l	Mililitro por Litro
m ²	Metro cuadrado
m ² /g	Metro cuadrado/gramo
mm	Milímetros
mts	Metros
cms	Centímetros
cm ²	Centímetros cuadrados
Meq/100g	Miliequivalentes/100 gramos
T.G.I.	Tracto Gastro Intestinal
m	Metro
cm	Centímetro
CENAE	Centro de enseñanza agropecuaria de la Espol
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Ecuador



CIB-ESPOL

SIMBOLOGIA

A	Área
L	Longitud
R	Radio
A°	Amstrong
θ	Diámetro
2° 12' S	Latitud Sur
79° 53' W	Latitud Oeste



CIB-ESPOL

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1. Estructura de una zeolita natural.....	6
Figura 2.1. Figura representativa al Broiler.....	25
Figura 3.1. Proceso de mezclado en la tolva de la zeolita natural (Fábrica de Balanceados Molinos Champions S.A. 2004)....	38
Figura 3.2. Recepción y manejo de los pollitos BB (Cenae, Espol. 2004).....	40
Figura 3.3. Gráfica de las parcelas experimentales (Cenae, Espol. 2004).....	44
Figura 4.1. Pesos de todos los tratamientos en pollos de cuarta, quinta y sexta semana. Cenae, Espol. 2004.....	50
Figura 4.2. Gráfico del incremento promedio de peso en pollos de quinta y sexta semana. Cenae, Espol, 2004.....	51
Figura 4.3. Tendencia del consumo promedio semanal de alimento (kg) en pollos de cuarta, quinta y sexta semana. Cenae, Espol. 2004.....	54
Figura 4.4. Conversión alimenticia en pollos de cuarta, quinta y sexta semana. Cenae, Espol. 2004.....	55
Figura 4.5. Índice de mortalidad de pollos en quinta y sexta semana. Cenae, Espol. 2004.....	57



CIB-ESPOL

ÍNDICE DE TABLAS



CIB-ESPOL

Pag.

Tabla 1.	Tratamientos, Repeticiones y Total de animales Evaluados.....	43
Tabla 2.	Esquema del análisis de varianza.....	44
Tabla 3.	Promedios de peso (kg), en pollos de cuarta, quinta y sexta semana. CENAE, Espol. 2004.....	49
Tabla 4.	Promedio de incremento de peso (kg), de pollos en quinta y sexta semana. CENAE, ESPOL. 2004.....	52
Tabla 5.	Consumo promedio semanal de alimento (kg) de pollos en cuarta, quinta y sexta semana. CENAE, Espol. 2004.....	53
Tabla 6.	Promedios de conversiones alimenticias de pollos en cuarta, quinta y sexta semana. CENAE, Espol. 2004.....	56
Tabla 7.	Índice de mortalidad en pollos de quinta y sexta semana. CENAE, Espol. 2004.....	58
Tabla 8.	Desglose de los costos totales de alimento.....	60
Tabla 9.	Análisis de presupuesto parcial del experimento.....	62
Tabla 10.	Análisis de dominancia del costo de alimentación (\$) en dietas mezcladas con zeolita del Bloque Tecnológico de la Espol en pollos en fase de engorde. CENAE, Espol. 2004.....	63
Tabla 11.	Análisis marginal de los tratamientos alternativos no dominados, en comparación al tratamiento de mayor costo. CENAE, Espol. 2004.....	64

INTRODUCCIÓN

Como todos sabemos la avicultura en nuestro país es una fuente de trabajo e ingresos económicos para un porcentaje importante de habitantes, aproximadamente un 13% de la población del Ecuador se dedica a esta actividad, especialmente en las regiones Costa y Sierra (10).

Actualmente esta actividad productiva se ha visto afectada en los últimos meses por el incremento en los costos de producción, elevado precio de los sacos de alimento balanceado y además por problemas en el precio final de venta de la carne de pollo; que sumado a una deficiente calidad de los pollos muchas veces genera pérdidas entre los pequeños y grandes productores dedicados a esta actividad. En vista de esta situación se hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas para la alimentación de pollos de engorde; que ayuden a reducir estos costos de producción, sin desmejorar el valor nutritivo de las dietas, así como el tiempo de producción y la calidad del pollo terminado. Una de estas alternativas, ha sido el uso de las zeolitas naturales en las producciones agropecuarias, donde se han establecido a las mismas como agentes mejoradores de la digestibilidad en las dietas de animales, así como en la prevención y curación de enfermedades de los órganos digestivos como diarreas, úlceras y neumonías.



CIB-ESPOL

Otra aplicación de las zeolitas que está cobrando importancia en los últimos tiempos, es de su utilización como ligante al servir de soporte de vitaminas, sales minerales, antibióticos y de otros aditivos en la fabricación de alimentos peletizados para animales tales como pollos, cerdos, pavos, cabras, corderos, y ganado vacuno, fundamentalmente (10).

Además de los beneficios citados anteriormente sobre las zeolitas algunos investigadores como Arscott (1975) han encontrado que los pollos broilers alimentados con dietas que contenían un 5% de zeolita, ganaron menos peso que pollos sometidos a las dietas normales, pero las conversiones alimenticias resultaron ser mucho mejores en comparación con los pollos sometidos a las dietas normales, pero una observación muy importante que determinó fue que ninguno de los animales sometidos a las dietas con zeolita murieron, en comparación con los alimentados en dietas con antibióticos en las cuales murieron un promedio de tres pollos.



En vista que en nuestro país se han descubierto ~~en los~~ en los últimos años yacimientos de zeolitas naturales, especialmente en zonas de la región de la Costa, como la cordillera de Chongón y Colonche y que parte de la misma, se encuentra en el Campus de la ESPOL, se ha venido realizando investigaciones científicas con el propósito de caracterizarlas física y

químicamente y establecer su potencial y aplicación en el campo agropecuario e industrial.

En base a los antecedentes mencionados y dada la importancia del tema para nuestro país, especialmente para el sector avícola, se realizó esta investigación que tuvo los siguientes objetivos:

1. Objetivo General

-Evaluar el efecto alimenticio y nutricional de las zeolitas naturales en el crecimiento, desarrollo y acabado final del pollo broiler o de engorde.

2. Objetivos Específicos



CIB-ESPOL

-Evaluar el efecto que las zeolitas naturales producen en la nutrición del pollo broiler o de engorde al ser ingeridas en combinación con la dieta.

-Comprobar la acción de las zeolitas naturales en la alimentación del pollo broiler en cuanto a la ganancia de peso y mejor conversión alimenticia.

CAPÍTULO 1

1. LAS ZEOLITAS NATURALES.



CIB-ESPOL

Las zeolitas fueron descubiertas en Japón por Sudo en 1949. En la actualidad sólo en Japón existen unas 15 empresas produciendo zeolitas.

Las zeolitas son minerales del tipo tectosilicatos compuestos por aluminosilicatos alcalinos y alcalinotérreos hidratados, principalmente de sodio y calcio, que contienen cantidades variables de agua dentro de los huecos interiores de su estructura. Su estructura está formada por una matriz de tetraedros de aluminio (AlO_4^-) y silicio (SiO_4^-) unidos, formando un entramado abierto de canales y poros en una, dos o tres direcciones.

El diámetro de los poros de las zeolitas varía entre 2 Å a 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 (2).

Cada especie de zeolita tiene un patrón de intercambio de cationes específico, por lo que unos cationes son intercambiados más fácilmente que otros (2).



CIB-ESPOL

Por ejemplo, la zeolita de tipo 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 (2).

Las zeolitas constan de un esqueleto cristalino como se puede apreciar en la figura 1.1, formado por la combinación tridimensional de tetraedros TO₄ (T = Si, Al) unidos entre sí a través de átomos de oxígeno comunes (5).

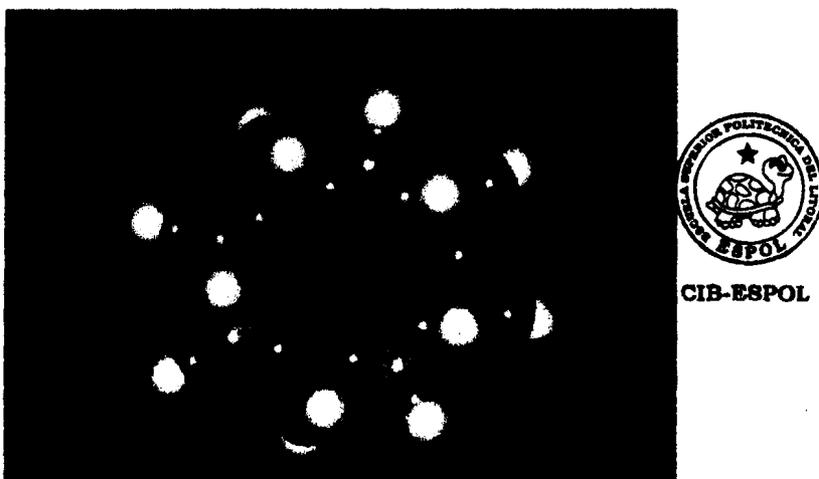


FIGURA 1.1. ESTRUCTURA DE UNA ZEOLITA NATURAL

(Fuente: Universidad de la Habana, Cuba. 2003)

Esta figura se refiere a un fragmento en forma de corona, que representa la "entrada" de un canal que facilita el intercambio de iones. Si se observa con cuidado, se podrá diferenciar la bola magenta que representa a un átomo de aluminio en el ciclo de átomos de silicio (representados por bolas azul celeste).

El oxígeno (bolas rojas) asociado a este átomo presenta la capacidad de fijar un protón adicional (bola blanca). Este protón es muy lábil y se intercambia fácilmente con iones metálicos.

La estructura presenta canales y cavidades de dimensiones moleculares en los cuales se encuentran los eventuales cationes de compensación, moléculas de agua u otros adsorbatos y sales (5).



CIB-ESPOL

Sus poros están relacionados por canales de diámetro muy pequeño (2Å a 7.5Å), orientados en dos o tres direcciones, por lo que son utilizadas como tamiz molecular. También se utilizan por el hecho de su capacidad de intercambiar cationes situados en sus poros o canales (5). Este tipo de estructura micro porosa hace que las zeolitas presenten una superficie interna extremadamente grande en relación a su superficie externa.

La micro porosidad de estos sólidos es abierta y la estructura permite la transferencia de materia entre el espacio intracristalino y el medio que lo rodea (5).

Esta transferencia es limitada por el diámetro de los poros de la zeolita ya que sólo podrán ingresar o salir del espacio intracristalino aquellas moléculas cuyas dimensiones sean inferiores a un cierto valor crítico, el cual varía de una zeolita a otra (5).

De acuerdo al número de átomos de oxígeno que forman los anillos o poros por los cuales se penetra al espacio intracrystalino, las zeolitas pueden clasificarse en zeolitas de poro extragrande ($\theta > 9 \text{ \AA}$), zeolitas de poro grande ($6 \text{ \AA} < \theta < 9 \text{ \AA}$), zeolitas de poro mediano ($5 \text{ \AA} < \theta < 6 \text{ \AA}$), y zeolitas de poro pequeño ($3 \text{ \AA} < \theta < 5 \text{ \AA}$) dependiendo de que el acceso al interior de los mismos se realice a través de anillos de 18, 12, 10 u 8 átomos de oxígeno respectivamente(5).

En las zeolitas más comunes, T representa a los elementos de silicio y aluminio. Siendo el aluminio trivalente, los tetraedros AlO_4 inducen cargas negativas en la estructura las cuales son neutralizadas por cationes de compensación intercambiables.



CIB-ESPOL

Estos cationes junto con las moléculas de agua se encuentran ocupando el espacio intracrystalino de estos silicoaluminatos (5). La zeolita más comúnmente encontrada para el mercado de alimentación animal es la zeolita de tipo clinoptilolita (Alumino-silicato sódico potásico hidratado), donde sus valores de C.I.C. pueden estar alrededor de los 200meq/100g (2).

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.

1.1. Propiedades Físico-Químicas de las Zeolitas Naturales.

Las zeolitas naturales poseen cuatro propiedades básicas, que son:

- Intercambio de Cationes.
- Adsorción.
- Tamiz Molecular.
- Superficie Específica.



CIB-ESPOL

1.1.1. Propiedad de Intercambio de Cationes:

La capacidad de Intercambio Catiónico es la media del número de cationes intercambiables presentes por unidad de peso o volumen de la zeolita y representa el número de cationes disponibles para el canje (5).

También se dice, que por procedimientos clásicos de intercambio catiónico de una zeolita se puede describir, como la sustitución de los iones sodio de las zeolitas por cationes de otros tamaños y otra carga (5).

Esta es una de las características esenciales de las zeolitas. En efecto, así se consigue modificar considerablemente las propiedades y ajustar la zeolita a los usos más diversos (5).

Las unidades se expresan en mili equivalentes por 100 gramos de zeolita (meq/100) o por gramo de zeolita (meq/g) (5).



El intercambio catiónico se puede efectuar de varios modos:

CIB-ESPOL

1. Intercambio en contacto con una solución salina acuosa (intercambio hidrotérmico) o con un solvente no acuoso.
2. Intercambio en contacto con una sal fundida. Por ejemplo, una zeolita tipo A, originalmente con Calcio, se pone en contacto con nitratos de litio, potasio o rubidio fundidos hacia 350°C.

3. Intercambio en contacto con un compuesto gaseoso. Por ejemplo una zeolita de tipo faujasita Y, originalmente en su forma sódica, se pone en contacto con Ácido Clorhídrico o Amonio, hacia 250°C.

El intercambio de iones en una zeolita depende de:

1. La naturaleza de las especies catiónicas, o sea, del catión, de su carga, entre otros.

2. La temperatura.



CIB-ESPOL

3. La concentración de las especies catiónicas en solución.

4. Las especies aniónicas asociadas al catión en solución.

5. El solvente (la mayor parte de los intercambios se lleva a cabo en solución acuosa, aunque también algo se hace con solventes orgánicos) y,

6. Las características estructurales de la zeolita en particular (5).

Los métodos que más se acercan a los valores verdaderos de la capacidad total de canje son aquellos que:

Utilizan fracciones muy finas de mineral (0.045 mm).

Solución con cationes selectivos: Cesio, Amonio, Potasio

Alta relación, solución extractora: zeolita (>50).

Tiempo de contacto prolongado (>1 día).



CIB-ESPOL

La capacidad efectiva de intercambio catiónico (real) que la zeolita intercambia es, según las condiciones y variables específicas del sistema donde se esté aplicando. Por ejemplo una zeolita que sea reportada con una C.I.C. de 150 meq/100g, tendrá una capacidad "efectiva" menor de 150 meq/100g y diferente, según sea el uso, debido a que cada sistema donde se aplica son diferentes las variables de temperatura, tiempo de contacto, soluciones de contacto, entre otros (5).

Hipotéticamente, debido a su elevada actividad química, la captación de aflatoxinas podría ser su aplicación más importante en la inclusión de las mismas en dietas para pollos. Existen pruebas *in vitro* (Tomasevic-Canovic et al., 1995) pero la eficacia no está garantizada en todas las zeolitas (3).

In vitro se describen ligeras reducciones del depósito de aflatoxinas en el hígado y en el páncreas de pollos, según Sova-Z et al. (1991), sin modificación de los parámetros bioquímicos. De todas maneras, el empleo de zeolitas no es suficiente para proteger el hígado de los efectos de las aflatoxinas (3).

1.1.2. Propiedades de Absorción:

Las zeolitas cristalinas son los únicos minerales absorbentes, los grandes canales centrales de entrada y las cavidades de las zeolitas se llenan de moléculas de agua que forman las esferas de hidratación alrededor de dos cationes cambiables (3).

Si el agua es eliminada y las moléculas tienen diámetros seccionales suficientemente pequeños para que estas pasen a través de los canales de entrada entonces son fácilmente absorbidos en los canales deshidratados y cavidades centrales (3).

Como se explicará posteriormente (en la parte de aplicaciones de las zeolitas naturales) esta es una de las propiedades mayormente usada en el campo de la alimentación animal, especialmente en cuanto a la digestibilidad de los nutrientes en pollos debido justamente a la capacidad de retención de agua

de las zeolitas por hidratación, y en cuanto a el mejoramiento de las condiciones de humedad de cama, debido a que si el agua que debería ser excretada por el pollo es absorbida por las zeolitas, la cama resultaría con menos humedad y así se evitaría la proliferación de enfermedades (3).



CIB-ESPOL

1.1.3. Tamiz Molecular.

La uniformidad del tamaño de los poros en las zeolitas limita la absorción sobre la base del tamaño molecular, a moléculas más pequeñas que estos poros, las cuales pueden entrar en los canales de la estructura de la zeolita y ser absorbidas, mientras que las moléculas más grandes se ven impedidas. La zeolita por tanto actúa como una malla o cedazo (5).

La activación de las zeolitas por calentamiento deja los canales casi vacíos y aunque la estructura del cristal contiene cationes metálicos que equilibran parcialmente su carga electrostática, la zeolita todavía tiene una carga neta que atrae a los componentes polares (5).

Una de las aplicaciones principales para tamices moleculares de zeolitas es como desecantes en combinación o en competición con los geles de sílice y alúmina en sistemas regenerativos o no-regenerativos para la eliminación de vapor de agua, hidrocarburos y otros fluidos (5).

Por esta propiedad que poseen las zeolitas se las ha podido utilizar para retener agua, y en dietas para Broilers han probado que evitan las excretas demasiado húmedas, permitiendo así un mejor manejo de la cama y reducción del índice de enfermedades en los galpones avícolas (3).

1.1.4. Propiedad de Superficie Específica:

La superficie específica (m^2/g) permite tener una idea relativa del área externa accesible de cada uno de los distintos productos. Cuanto mayor sea la superficie específica, mayor cantidad de sustancias podrán ser homogéneamente distribuidas sobre ella (3).



CIB-ESPOL

Sin embargo, es esencial que dicha superficie tenga una muy baja actividad química para minimizar las interacciones con sustancias con valor nutritivo o terapéutico y evitar que se produzcan interferencias (3).

Las zeolitas, a pesar de poder llegar a tener superficies de $1000 \text{ m}^2/\text{g}$, suelen ser productos con altísima actividad química, por lo que tienen una alta probabilidad de interaccionar con otras sustancias y modificar el modo de actuar de las mismas, aunque, el empleo de las zeolitas presentará ventajas considerables gracias a su alta capacidad de intercambiar iones, por ejemplo cuando se trate de neutralizar el efecto negativo de sustancias tóxicas y antinutricionales (aflatoxinas) en dietas para pollos (3).

1.2. Aplicaciones de las Zeolitas Naturales

1.2.1. Aplicaciones Agrícolas.

1.2.1.1. Fertilizantes y Mejoradores de Suelo:

Basándose en su alta capacidad de intercambio catiónico y de retención de agua, las zeolitas naturales han sido muy usadas en Japón como mejoradores de suelos.



CIB-ESPOL

La marcada selectividad de la zeolita de tipo clinoptilolita (zeolita natural) al amonio ha sido bien explotado en la preparación de fertilizantes químicos ya que tienden a mejorar el poder de absorción de nitrógeno del suelo por el incremento del volumen del intercambio catiónico moviendo en pequeñas cantidades los iones amonios de las zeolitas (4).

1.2.1.2. Pesticidas, Fungicidas y Herbicidas:

Similar a los sintéticos, la alta capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de adsorción de algunas zeolitas naturales se han hecho efectivas como agentes cargadores de herbicidas, fungicidas e insecticidas (4).

1.2.2. Aplicaciones Pecuarias.

1.2.2.1. Nutrición Animal.

Desde 1965, en Japón los experimentos con el uso de zeolitas naturales del tipo clinoptilolita y modernita como dietas suplementarias en explotaciones animales han progresado (9).

Por encima de un 10% de zeolita se ha usado adicionando a las dietas normales para cerdos, pollos y rumiantes, resultando un significativo incremento en la conversión alimenticia y en la salud general de los animales (9).

Onagi (1968) determinó que pollos sometidos a dietas que contenían 6% de zeolita de tipo clinoptilolita ganaron mucho más peso que pollos sometidos a las dietas normales. Además, los resultados de los pollos examinados arrojaron un 27% menos de humedad, haciendo del estiércol un factor fácil de manejar (9).



CIB-ESPOL

Arcscott (1975) encontró que pollos broilers alimentados con dietas que contenían un 5% de clinoptilolita ganaron menos peso al terminar el período de dos meses, que pollos que se sometieron a una dieta normal, pero el promedio de conversión alimenticia (alimento consumido dividido para el peso ganado) fue significativamente mayor. Igual grado de importancia fue el hecho de que ninguno de los 48 pollos examinados en las dietas mezcladas con las zeolitas murieron, y sólo murieron 5 pollos de los cuales fueron 3 pollos de la dieta testigo (dieta sin zeolita), y 2 pollos de la dieta más el antibiótico (9).

Las investigaciones relativas a los efectos de la zeolita sobre la digestión y digestibilidad de los hidratos de carbono, de las proteínas, de las grasas y el aprovechamiento de la energía de la dieta son las más numerosas. En este sentido, son particularmente concluyentes los trabajos sobre energía metabolizable, energía neta y balance de nitrógeno (6). La mejora en digestibilidad puede ser en parte derivada de la forma de tránsito (lenta) y en parte por un efecto sobre las condiciones fisico-químicas de la digesta, en las que ocurre la hidrólisis enzimática de los principios nutritivos (9).

Es importante recordar que la zeolita no se digiere ni se absorbe, permanece fundamentalmente inalterada a lo largo del tubo digestivo y se recupera en más del 90% en las heces (9).

La selectividad del amonio por la zeolita sugiere que tal vez sea un reservorio de nitrógeno en el sistema digestivo del animal, produciendo a su vez que los iones amonio liberados por la ingesta del alimento, sean mejor aprovechados para la elaboración de las proteínas que el animal necesita (9).

Las partículas de zeolita pueden simular un revestimiento del estómago y del tracto intestinal produciendo en el animal más anticuerpos para inhibir enfermedades y diarreas (9).

En los últimos años la aplicación de zeolitas naturales de tipo clinoptilolita en alimentación animal ha producido un promedio de ganancia de peso, eficiencia en la alimentación, calidad de huevo en gallinas ponedoras y mejor acabado de pollos de engorde (broilers), en cuanto a la calidad de la carne y mejor peso por pollo, también se han reconocido una reducción de la toxicidad por metales pesados, cationes mono y divalentes (gases), elementos radioactivos, y micotoxinas en la dieta (4).

Evidencias sustanciales indican un incremento en la ganancia de peso, conversión alimenticia, y una reducción en la incidencia y severidad de las frecuencias de las diarreas, como resultado de la adición de 1 a 5 % de clinoptilolita en las dietas para pollos y conejos (4).



CIB-ESPOL

Según Mumpton (1988), todavía se desconoce el mecanismo fundamental que produce estas respuestas, pero el mecanismo sugerido es posiblemente basado en el cambio de cationes o de otras propiedades de las zeolitas naturales.

Una aplicación de la zeolita que está cobrando importancia en los últimos tiempos es su utilización como ligante en la fabricación de alimentos peletizados para animales. Se emplea en la alimentación de pollos (Broilers), pavos, corderos, y ganado vacuno, fundamentalmente.

Actúa como ligante y sirve de soporte de vitaminas, sales minerales, antibióticos y de otros aditivos (2).

En 1992 se empezó a fabricar con bentonitas (arcillas parecidas a las zeolitas) un innovador producto comestible denominado "Repotentiated Bentonite (RB)". Según estudios del "Poultry Research Institute" el aporte de pequeñas cantidades de bentonitas (1%) a la alimentación de aves de corral reporta importantes beneficios: se incrementa la producción de huevos en un 15%, su tamaño en un 10% y la cáscara se hace más dura (2).

La bentonita tiene una doble misión: actúa como promotor del crecimiento y como atrapador de toxinas. Esto se debe a que el alimento mezclado con bentonita, debido a su gran capacidad de absorción, permanece más tiempo en la zona intestinal, la arcilla absorbe el exceso de agua, y hace que los nutrientes permanezcan más tiempo en el estómago, siendo mayor su rendimiento (mayor producción). Por otro lado absorben toxinas, no pudiendo éstas por tanto atravesar las paredes intestinales (2).



CIB-ESPOL

La mayor absorción de agua de los nutrientes, además, hace que los excrementos sean menos húmedos, así los lechos permanecen más tiempo limpios y se reduce la probabilidad de epidemias y la proliferación de moscas y parásitos. Los pollos (Broilers) que comen este tipo de alimentos excretan un 26% más de toxinas y adsorben un 42% más de proteínas (10).



CIB-ESPOL

CAPITULO 2

2. EL POLLO DE ENGORDE.

2.1. Características Morfológicas del Pollo de Engorde

El pollo de engorde (Broiler) es un pollo de rápido crecimiento, resultado del cruce de dos razas de gallinas pesadas macho White Cornish y hembra White Plymouth Rock). Se distingue por su plumaje blanco, ancha conformación y gran desarrollo muscular, sobre todo a nivel de la pechuga (1).

Los Broilers son las aves que forman parte de la mayoría del mercado de la carne. Esta denominación inglesa, que significa "pollo asado", se ha adoptado en todo el mundo como sinónimo del pollo de carne tradicional (13).

En las aves se habla de líneas genéticas más que de razas, debido a que éstas son híbridos y el nombre corresponde al de la empresa que las produce, La obtención de las líneas broilers están basadas en el cruzamiento de razas diferentes, utilizándose normalmente las razas White Plymouth Rock o New Hampshire en las líneas madres y la Raza White Cornish en las líneas padres. La línea padre aporta las características de conformación típicas de un animal de carne: tórax ancho y profundo, patas separadas, buen rendimiento de canal, alta velocidad de crecimiento, etc. En la línea madre se concentran las características reproductivas de fertilidad y producción de huevos (13).

Características que se buscan en líneas de carne:

- Gran velocidad de crecimiento
- Alta conversión de alimento a carne
- Buena conformación
- Baja incidencia de enfermedades



CIB-ESPOL

Nombre de algunas líneas comerciales:

- Hubbard
- Shaver
- Ross
- Arbor Acres.



FIGURA 2.1. FIGURA REPRESENTATIVA AL BROILER

(Fuente: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2004)

Actualmente el pollo Broiler llega a su peso comercial (1.8 kg a 2.2 kg) entre 42 y 48 días, con un índice de transformación de (1.8 kg a 2.1kg de pienso/kg de carne).



CIB-ESPOL

El peso comercial y los resultados técnicos pueden variar ampliamente en la práctica, pero además siguen siendo mejorados a gran velocidad por la selección genética (1). Hoy se estima que cada año el peso del pollo aumenta en 50 g a la misma edad de sacrificio, y que cuesta un día menos alcanzar el peso vivo estándar (1). Las prioridades económicas son aumentar la producción anual de 1kg de carne por m² de galpón y minimizar los costos de producción. En consecuencia, las prioridades técnicas se dirigen a lograr una elevada velocidad de crecimiento, una mínima mortalidad, y una relación óptima entre alimento consumido y ganancia de peso (1).



2.2. Características Fisiológicas del Pollo de Engorde.

CIB-ESPOL

Las aves no tienen labios; en su lugar presentan dos estructuras córneas que conforman el pico, que sirve para aprehender los alimentos y como órgano de defensa.

La boca y la faringe no presentan una diferenciación clara; la boca se comunica con la cavidad nasal por medio de dos aberturas ubicadas en el paladar, el que es duro. La superficie interior de la cavidad bucal está revestida con glándulas salivales (7).

La lengua es un órgano rígido y prácticamente inmóvil. La faringe se comunica con el esófago, de forma tubular, en cuyo interior la mucosa segrega mucus. En la base del cuello el esófago presenta una dilatación, conocida con el nombre vulgar de buche, donde se almacenan los alimentos para incorporarles humedad y temperatura, facilitando así su paso y posterior digestión (7).

El buche no tiene función digestiva ni de absorción, sin embargo, cumple una función dosificadora de la ración consumida a través del tracto gastrointestinal. Después del esófago está el proventrículo, que corresponde al estómago glandular, que tiene forma fusiforme; la mucosa contiene glándulas que producen pepsinógeno y ácido clorhídrico. A continuación se encuentra un órgano muscular, la molleja o estómago muscular, que sirve para triturar los alimentos, sustituyendo la ausencia de dientes (7).

En su interior hay una cierta cantidad de piedrecillas, consumidas por el ave y que actúan como molino y funcionan por movimientos circulares y de compresión de la estructura muscular (7).

No está claro si la molleja produce alguna secreción, pero cumple una importante función digestiva por su acción triturante y por el tiempo de permanencia de los alimentos en su interior, lo que permite que la pepsina de origen proventricular actúe sobre los alimentos que se están triturando (7).

En el intestino se distinguen dos partes, el área duodenal y el íleo (7). El duodeno es el principal lugar de digestión y en la parte posterior, se encuentran las ampollas que comunican con los conductos que traen las secreciones del páncreas y el hígado, a diferencia de los mamíferos que se encuentran en la parte anterior; además hay una secreción intestinal. El páncreas y el hígado producen enzimas proteolíticas, amilolíticas y lipolíticas; además se produce una secretina intestinal que estimula la secreción pancreática (7).



CIB-ESPOL

El íleon se divide en dos partes, íleon anterior e íleon posterior que cumplen una función principalmente de absorción de nutrientes digeridos (7).

El intestino presenta movimientos peristálticos, de segmentación y antiperistálticos, se comunica con el ciego por medio de la válvula ileo-cecal, que hace que los ciegos se llenen y vacíen cada cierto intervalo de tiempo. En el ciego existe digestión bacteriana, pero es poco aprovechada por la escasa absorción que se produce en el intestino grueso (7).

Esta digestión bacteriana actúa sobre la fibra del alimento y existe síntesis de vitaminas del complejo B y algo de absorción de agua (Sturkie, 1955). El intestino grueso es relativamente corto y no se distingue una separación entre el colon y recto (7).

El aparato digestivo termina en la cloaca, que es un órgano de excreción común del aparato digestivo y urinario. Además, el intestino grueso es el principal órgano para absorber el agua de bebida (7).

Tiempo de Digestión del Alimento:

Comparativamente, la velocidad de paso de las partículas alimenticias consumidas es alta para las aves. Por lo tanto la dieta ingerida debe ser de alta digestibilidad. La excreción máxima se produce 8 horas después de la ingesta de la dieta y la evacuación total se produce alrededor de 30 horas post-ingesta, dependiendo del tipo de dieta suministrada y del tamaño de la partícula alimenticia (7).

A continuación se destaca la velocidad de evacuación de alimentos de manera porcentual (%), evacuación a 24 horas post-ingesta:

Maíz: 95% a 98% (Rápida)

Harina de Sangre: 95% a 98% (Rápida)

Grasas: 95% a 98% (Rápida)

Harina de Pescado: 85% a 90% (Media)

Afrecho de Soya: 85% a 90% (Media)

Afrechillo de Trigo: 75% a 85% (Lenta)

Heno de Alfalfa: 75% a 85% (Lenta)

Heno de Trébol: 75% a 85% (Lenta)



2.3. Etapas de Desarrollo del Pollo de Engorde.

Desarrollo del Sistema Digestivo del Pollo:

CIB-ESPOL

En cuanto al desarrollo del Sistema digestivo del pollo una investigadora polonesa (12), describió el desarrollo del Sistema digestivo del pollito BB desde las primeras 24 horas de nacimiento, hasta los 7 días de edad, concluyendo que el desarrollo del TGI o Tracto Gastro Intestinal es intenso, ateniendo 2,5 veces el tamaño inicial en las primeras 24 horas; comparando el crecimiento en el mismo periodo, tanto para aves livianas como pesadas (12).

Posteriormente, los judíos, representados por los investigadores Nir, Nitzan y Uni buscaron la misma línea de investigación llegando a conclusiones interesantes, por ejemplo el crecimiento del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) representado por las vellosidades de la mucosa, criptas y volumen, crecen más rápidamente hasta la primera semana para la mucosa duodenal, principalmente el perímetro de las criptas (4 a 5 días) mas, para yeyuno e íleon siguen creciendo después de 14 días (12).

En términos fisiológicos, este crecimiento es normal porque el intestino delgado representa el lugar donde ocurre el proceso de digestión química luminal representado por la secreción de las enzimas secretadas por las células exocrinas del páncreas. En las membranas hidrolíticas, asociadas a los cepillos de la borda de la membrana, ocurre la digestión química, denominada de "digestión de membrana" (12).

El crecimiento de la mucosa consiste en el aumento de la altura y de la densidad de los vilos que son formados por las células epiteliales incluyendo los enterocitos (12).

La densidad de los enterocitos varia de 200 mil a 280 mil células por cm^2 . variando mucho o poco de acuerdo con la edad de las aves.

Los enterocitos en las criptas son los responsables por la absorción de los nutrientes y secreción de enzimas (12).

Los Broilers crecen actualmente entre 45g/día y 50 g/día, como promedio de todo el período de engorde (1). En realidad el crecimiento diario aumenta con la edad hasta alcanzar un punto de inflexión hacia las 7 semanas; posteriormente los aumentos diarios de peso disminuyen especialmente en las hembras. La diferencia de peso entre machos y hembras aumenta progresivamente; a las 7 semanas del 20% a 25% (1).

En las primeras semanas el incremento relativo de peso es muy alto, aunque en cifras absolutas ganan menos gramos por semana que en la última semana del período de producción (1).



CIB-ESPOL

En los últimos años la selección genética ha incrementado la velocidad de crecimiento en las 2 primeras semanas de crianza, lo que quizá ha favorecido el actual aumento de la incidencia de trastornos metabólicos (ascitis, muertes súbitas) y de problemas locomotores (1).

Es interesante notar que en los últimos 40 años, la genética ha transformado el pollo, que presentaba un promedio de peso a los 84 días de edad, entre 1,5 kg a 1,6 kg., actualmente el mismo peso es obtenido a los 34 días, se ha

reducido el tiempo en 50 días en 40 años ó 12,5 días cada 10 años; la conversión alimenticia ha bajado de 4 para 1,8 kg a la edad de mercado para pollos con un promedio 2,3 kg. a los 42 días de edad (1).

Por otro lado, existe un equilibrio perfecto entre todos los órganos del cuerpo para permitir tal desarrollo, porque el metabolismo del pollo moderno de corte es mucho más intenso comparado al pollo del pasado, o sea, 40 años. El crecimiento del pollo es función del manejo que implica en instalaciones, equipos y nutrición (1).

En términos fisiológicos, el pollo para crecer, necesita una absorción perfecta de nutrientes que dependen de las condiciones de ingestión del alimento, de la calidad del alimento y de la integridad del sistema digestivo, o tracto gastrointestinal principalmente de integridad de la mucosa intestinal donde va ocurrir la absorción de los nutrientes (1).

De esta manera, existe una perfecta interacción entre las tres variables involucradas en el proceso capaz de permitir el desarrollo económico del pollo (1).



CIB-ESPOL

2.4. Nutrición del Pollo de Engorde.

Los Broilers deben en parte su alta velocidad de crecimiento al gran apetito que poseen, que les permite ingerir cantidades de alimento proporcionalmente altas (hasta un 10%) en relación a su peso corporal (1).

En cuanto a los índices de Conversión Alimenticia el más utilizado a nivel comercial es el índice de conversión alimenticia acumulado, que relaciona la totalidad del alimento consumido por el lote con los kilogramos de pollo vivo producidos (número final de aves por su peso vivo medio), aumenta lógicamente con la edad y en relación con ésta, con el peso vivo (1).

Si la mortalidad es alta, especialmente en la fase final del engorde, la conversión de alimento quedará muy penalizada es decir se reducen los kilos de pollo que salen al final del proceso productivo (1). A la hora de calcularlo normalmente se despreja el peso inicial del pollito, y el peso medio final se obtiene tras un ayuno pre-sacrificio de duración variable, normalmente de 6 a 10 horas (1). Otro de los parámetros empleados es la medición del índice de conversión para la ganancia de peso, resultante de dividir el consumo diario medio por el crecimiento diario medio en cada período considerado que normalmente se refiere a períodos semanales (1).

CAPITULO 3

3. MATERIALES Y METODOS



CIB-ESPOL

3.1. Ubicación del Ensayo:

El trabajo de investigación se desarrolló en el Galpón Avícola del Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Espol (CENAE) de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria. El CENAE se encuentra situado a una latitud de 2° 12' S, y una longitud de 79° 53' W, a 25 metros sobre el nivel del mar, con Humedad Relativa media de 71,5%, una temperatura promedio anual de 26,3 °C y una luminosidad de 99,96 (horas/mes) promedio. (Fuente: Cedege. Estación experimental Chongón, 2001).

En este lugar los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Espol desarrollan las actividades prácticas de los conocimientos adquiridos en las aulas de clase.

3.2. Materiales y Equipos.

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- Cuatro dietas experimentales para pollos en etapa de engorde al 0%, 2%, 4% y 6% de zeolita respectivamente.
- Zeolita Natural del Bloque Tecnológico de la ESPOL con granulometría de 0,75 mm.
- 240 Pollos de la Línea Ross
- Comederos y Bebederos Automáticos (Chempro)
- Balanza con capacidad para 100 Kg.(Camry)
- Balanza con capacidad para 20 Kg.(Camry)
- Balanza con capacidad para 450 g.(Camry)
- Materiales de Limpieza (Yodo, formol, sulfato de cobre)
- Bomba de Mochila con capacidad para 20 litros (Agripac).
- Cañas (abiertas, largo: 2mts, ancho: 60cms).
- Clavos (1,5 pulgadas).
- Registro de Campo (libreta).
- Insumo veterinario de uso regular (Vacunas: gumboro, newcastle).



CIB-ESPOL

3.3 Metodología

3.3.1 Obtención de la zeolita natural

La Zeolita natural empleada en este ensayo fue obtenida de los yacimientos que tiene la ESPOL, en el Bloque Tecnológico, ubicado dentro de los predios del Campus Prosperina. En este sitio se colectaron 3 sacos de zeolita de 50 Kg cada uno, posteriormente fue procesada y molida en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT), hasta obtener una zeolita con granulometría promedio de 0.75 mm.



CIB-ESPOL

3.3.2 Elaboración de las dietas de balanceado mezcladas con zeolita

Una vez obtenida la zeolita natural, se procedió a llevarla por el mes de noviembre/2004, a las instalaciones de la Fábrica de Balanceados Molinos Champions S.A., para preparar las dietas en tres proporciones diferentes de la Fórmula normal para Pollo de Engorde con el siguiente código 3210.3F Pollo Engorde Costa Pelet. La lista de ingredientes de la fórmula y sus respectivas cantidades están en el Anexo (Cuadro 5).

Durante este proceso que duró aproximadamente 4 horas (ver figura 3.1), se prepararon 3 toneladas métricas, de las cuales una era para la dieta al 2%, la siguiente para la dieta al 4% de zeolita y la última para la dieta al 6% de zeolita. La cantidad de zeolita natural empleada para estas dietas fue de 20 kg, 40 kg y 60 Kg, para las dietas al 2%, 4% y 6%, respectivamente. Para preparar estas dietas se utilizaron un total de 120 kg de zeolita con granulometría promedio de 0.75 mm, que fueron mezcladas en tres diferentes proporciones como se muestra en la Figura 3.1 sin antibiótico extra.



FIGURA 3.1. PROCESO DE MEZCLADO EN LA TOLVA DE LA ZEOLITA NATURAL (Fábrica de Balanceados Molinos Champions S.A., 2004)

3.3.3 Preparación y Limpieza del Galpón Avícola:

El galpón avícola, donde se instaló el ensayo se lo preparó con una anticipación de 2 semanas, a finales del mes de octubre del 2004. Las tareas efectuadas fue una limpieza total del mismo incluyendo paredes, pisos, puertas, comederos y bebederos. Con el fin lograr una buena desinfestación del suelo y prevenir problemas de enfermedades se utilizó un lanzallamas (instrumento que funciona a base de gas, que desprende calor), el cual fue utilizado para neutralizar cualquier microorganismo que pudiese haber existido en el suelo del galpón. Posteriormente se desinfectó todo el galpón con yodo en una cantidad de 100 cc en 20 litros de agua, dejando un tiempo de 24 horas de descanso, para luego finalmente desinfectar con formol al 100%, en una dosis igual de 100 cc /20 l de agua.

3.3.4 Preparación de la Cama:

Durante el desarrollo del proyecto, se utilizó como cama, el sustrato conocido como tamo de arroz con un grosor de 8 cm de altura, el cual fue desinfectada con formol y yodo, en dosis de 50 cc/20 l de agua, respectivamente. Posteriormente se dejó un tiempo de 24 horas de descanso para luego repetir esta misma aplicación. Esto se realizó con el fin de procurar dar una mayor asepsia y limpieza del lugar, donde luego crecerían los pollitos.

3.3.5 Recepción y Manejo de Pollos de Engorde.

Una vez listo el galpón avícola, la recepción de los pollos broiler, se la realizó en este mismo mes de octubre, para lo cual luego de pesarlos se les suministró de inmediato agua más un complejo vitamínico con electrolitos, en dosis de 7g /14 l de agua distribuida en 3 bebederos. Luego se procedió a suministrar el balanceado Pre-Inicial en 3 comederos en un total de 3 kg de alimento para los 240 pollitos BB (ver figura 3.2).

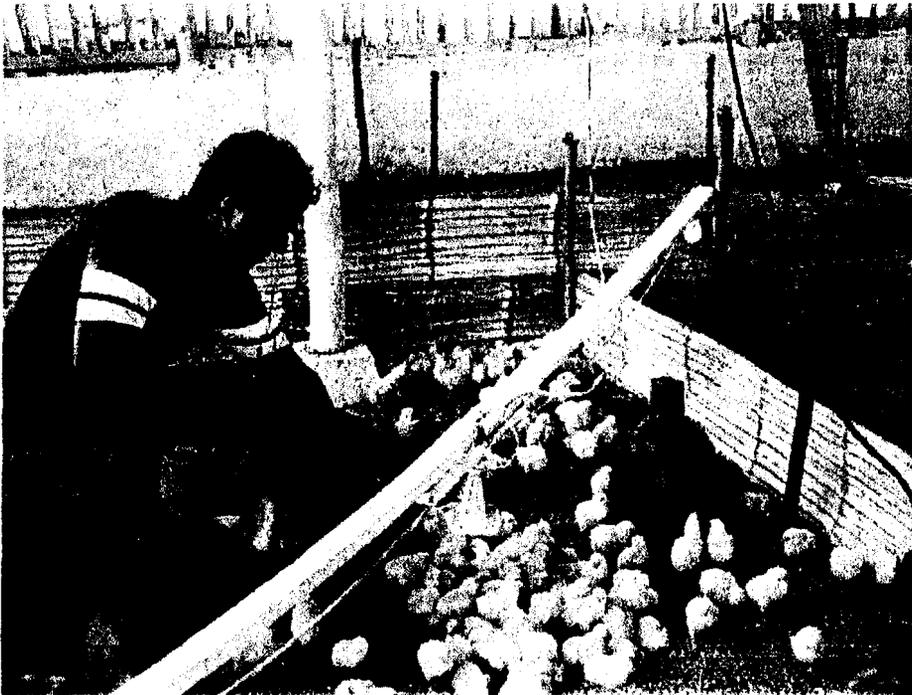


FIGURA 3.2. RECEPCIÓN Y MANEJO DE LOS POLLITOS BB (Cenae, Espol. 2004)



Posteriormente para darle calor a la parvada se utilizaron dos focos (Osram) infrarrojos de 250 wts, y una lámpara de gas. Adicionalmente se colocó a los lados 4 focos (Osram) de 60 wts cada uno para proporcionar iluminación tanto de día como de noche. Durante los tres primeros días se suministró agua más el complejo vitamínico con electrolitos y luego en los días siguientes y se suministró el balanceado Pre-Inicial.

En el primer día de la segunda semana se procedió a la vacunación contra New Castle y Gumboro, New Castle, en dosis de 1 gotita del producto en el ojo del pollo, y el Gumboro, se lo aplicó en dosis de 1 gota al pico.



Posteriormente se procedió a las fumigaciones de todo el galpón avícola y cama, haciendo fumigaciones en la mañana y tarde con yodo y sulfato de cobre, en dosis de yodo 3ml/l y sulfato de cobre 50 g/l.

3.3.6 Instalación del Ensayo:

Con el fin cumplir los objetivos propuestos, se procedió a instalar el ensayo en el mes de noviembre del 2004, teniendo los pollos 4 semanas de edad. Para esto se realizó la división del galpón en 5 partes de aproximadamente 6 m².

3.3.7. Tratamientos y Diseño Experimental:

Los Tratamientos aplicados se basaron en cuatro diferentes niveles de zeolita mezcladas en la dieta normal para pollos de engorde, suministrada a la quinta semana de edad.

Los 4 niveles (n) de zeolita empleados fueron: 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente. Una descripción de los factores evaluados se muestra a continuación:

n 1: Dieta al 0% de Zeolita (Tratamiento Testigo)

n 2: Dieta al 2% de Zeolita (Tratamiento dos)

n 3: Dieta al 4% de Zeolita (Tratamiento tres)

n 4: Dieta al 6% de Zeolita (Tratamiento cuatro)

El diseño experimental empleado para este caso fue un bloque completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones

Se utilizaron como unidades experimentales un total de 240 pollos de la Línea Ross, los cuales fueron divididos en 12 pollos por tratamiento, con un total de 48 pollos por cada bloque o repetición (ver tabla 1).

El área total que ocupó el ensayo fue de 30 m², siendo el área por cada bloque de 6 m² y por cada tratamiento un área de 1,5 m².

Se obtuvieron un total 20 unidades experimentales. Un arreglo del área experimental se puede ver en la figura 3.3.

Además el esquema de los tratamientos y del análisis de varianza que se efectuó se puede ver en la tabla 2.

TABLA 1

TRATAMIENTOS, REPETICIONES Y TOTAL DE ANIMALES EVALUADOS

Tratamientos Niveles de Zeolita	Repeticiones por Tratamiento	Animales / Tratamiento	Total de Animales
0% de Zeolita	5	12	60
2% de Zeolita	5	12	60
4% de Zeolita	5	12	60
6% de Zeolita	5	12	60
TOTAL		48	240

TABLA 2

ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Tratamientos	$(t - 1) = 3$
Repeticiones	$(r - 1) = 4$
Error Experimental	$(t - 1)(r - 1) = 12$
Total	$(t * r) - 1 = 19$



CIB-ESPOL

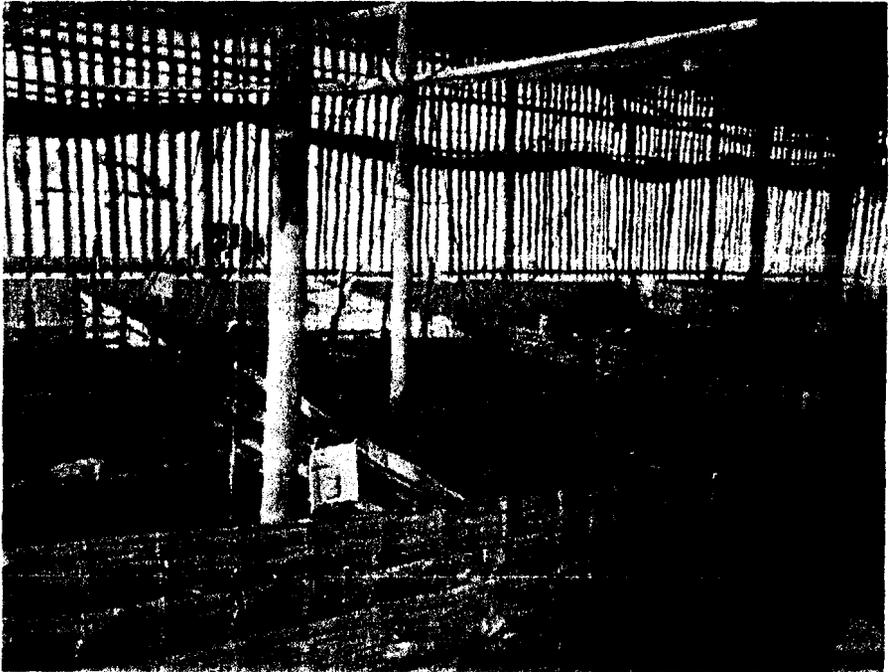


FIGURA 3.3. GRÁFICA DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES (Cenaé, Espol. 2004)

3.3.8 Variables Analizadas:

Se tomaron los siguientes variables en este estudio:

3.3.8.1 Peso Corporal.- Para esta variable se escogió un 10% del total de los pollos, en forma al azar 24 pollos y se procedió a pesarlos en una balanza con una capacidad para 20 kg. Posteriormente una vez instalado el ensayo se pesó el 100% de los pollos por cada tratamiento, siendo un total de 12 por cada uno de los mismos.

3.3.8.2 Incremento Semanal de Peso: Se tomó el incremento semanal de peso, medido en la diferencia de peso entre una semana y otra.

3.3.8.3 Consumo Promedio de Alimento.- Se obtuvo al dividir el consumo semanal por tratamiento para el número de animales, por cada tratamiento. Esto se realizó de la misma manera como se describe en la variable anterior.

3.3.8.4 Conversión Alimenticia.- Se obtuvo al dividir el consumo promedio de alimento semanal para el peso por pollo al final de cada semana, por cada tratamiento. Esto se realizó de la misma manera como se describe en la variable consumo del alimento.



3.3.8.5 Índice de Mortalidad.- Se obtuvo por medio del cálculo del porcentaje de pollos muertos durante la semana, por cada tratamiento.

3.3.9 Análisis Estadístico y nivel de Significación.

Los datos obtenidos de las variables tomadas fueron sometidos estadísticamente a un análisis de varianza (ADEVA). Si los datos mostraban significancia estadística entre los tratamientos se realizaba una prueba de separación de medias con Tukey al 5% de probabilidad (Ver Anexo).

3.3.10 Estimación del costo de las dietas.

3.3.10.1 Costo total de alimento.- Se obtiene al multiplicar el costo de la dieta por el consumo promedio de alimento semanal y por el número de animales de la dieta.



CIB-ESPOL

3.3.11 Análisis Económico.

El análisis económico del experimento se realizó siguiendo la metodología propuesta por el CIMMYT (Centro Internacional para el mejoramiento del maíz y trigo en México, 1988).

3.3.11.1 Análisis de presupuesto parcial.

Se estimó el beneficio neto de los tratamientos, el mismo que se obtuvo restando del beneficio bruto los costos que varían.

3.3.11.2 Análisis de dominancia.

Se ordenaron los tratamientos de menor a mayor costo variable con su respectivo beneficio neto para determinar que tratamientos son dominados. Un tratamiento es dominado por otro cuando su beneficio neto es igual o menor que el anterior y su costo que varía es mayor.

3.3.11.3 Análisis marginal.

Con este análisis se midió la magnitud del incremento marginal del beneficio neto de los tratamientos dominantes en relación a los demás y la rentabilidad asociada al incremento del costo marginal lo que se denomina como Tasa Marginal de Retorno (TMR).



CIB-ESPOL

CAPITULO 4

4. RESULTADOS



CIB-ESPOL

4.1. Peso Corporal:

En esta variable los tratamientos analizados presentaron diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza (ADEVA), y al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, en la cuarta semana los tratamientos testigo (0% de zeolita), tres (4%) y cuatro (6%) resultaron ser estadísticamente iguales y el tratamiento dos (2%) fue diferente, en la quinta semana los tratamientos dos y cuatro fueron iguales, compartieron significancia con el tratamiento tres pero fueron diferentes estadísticamente al tratamiento testigo (0%). Ver tabla 3

En la 6ta semana de evaluación los tratamientos tres y cuatro resultaron ser estadísticamente iguales y el tratamiento dos (al 2% de zeolita) fue diferente estadísticamente a todos.

En la siguiente tabla (tabla 3) y en la siguiente figura (figura 4.1) se pueden apreciar las diferencias entre los promedios de pesos por tratamientos.

TABLA 3

PROMEDIOS DE PESO (KG) EN POLLOS DE CUARTA, QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004

Semanas	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
Cuarta	0,90 b	0,98 a	0,89 b	0,90 b
Quinta	1,28 b	1,47 a	1,43 ab	1,45 a
Sexta	2,09 c	2,40 a	2,19 b	2,22 b

Medias que comparten la misma letra no difieren entre sí según la Prueba de Tukey ($p = 0.05$)

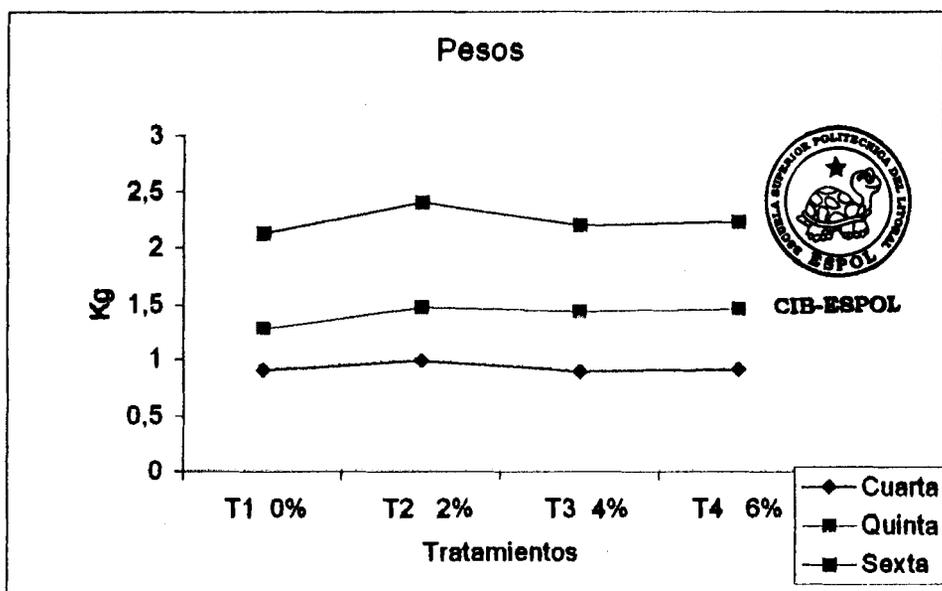


FIGURA 4.1. PESOS DE TODOS LOS TRATAMIENTOS EN POLLOS DE CUARTA, QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004

En la presente figura (figura 4.1.) se observa que los promedios de peso de los tratamientos en la cuarta semana son casi iguales. El tratamiento dos y el tratamientos cuatro presentan los mejores promedios de peso en la quinta semana con valores de 1,47 kg y 1,75 kg respectivamente. En la sexta semana los mejores promedios de peso los obtuvieron los tratamientos dos y cuatro con valores de 2,4 kg y 2,2 kg respectivamente, muy seguidos del tratamiento tres con valores de 2,1 kg y el promedio más bajo de todos lo obtuvo el tratamiento uno con un valor de 2,09 kg.

4.2. Incremento Promedio Semanal de Peso:

En la Figura 4.2, se observa que el mayor incremento semanal de peso, lo obtuvo el tratamiento dos, con un incremento de 0,93 kg, seguido del tratamiento uno, con un incremento de 0,81 kg y en promedios iguales los tratamientos tres y cuatro con incrementos de 0,76 kg a 0,77 kg respectivamente.

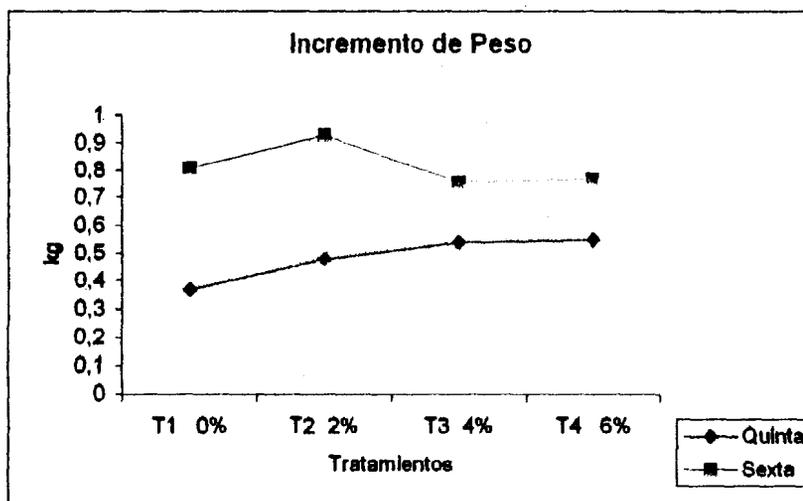


FIGURA 4.2. GRÁFICO DEL INCREMENTO PROMEDIO DE PESO EN POLLOS DE QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004

Según el análisis de varianza (ADEVA), se encuentra que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto al incremento promedio de peso entre las semanas quinta y sexta del ensayo.

Al realizar la prueba de significación con Tukey al 5% de probabilidad en la quinta semana los tratamientos tres y cuatro son iguales estadísticamente y difieren del tratamiento testigo; sin embargo el tratamiento dos, comparte igual significancia con los tratamientos tres, cuatro y testigo. En la sexta semana los tratamientos dos y tres difieren estadísticamente; pero el tratamiento dos comparte significancia con el tratamiento cuatro y el tratamiento testigo. Ver tabla 4



TABLA 4

CIB-ESPOL

PROMEDIOS DE INCREMENTO DE PESO (KG), DE POLLOS EN QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004

Semana	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
Quinta	0,37 b	0,48 ab	0,54 a	0,55 a
Sexta	0,81 ab	0,93 a	0,76 b	0,77 ab

Medias que comparten la misma letra no difieren entre sí según la Prueba de Tukey ($p = 0.05$).

4.3. Consumo promedio de Alimento:

Como se puede apreciar en la tabla 5, los mejores promedios en el consumo de alimento se produjeron en los tratamientos con 2% y 4% de zeolita. En el análisis estadístico realizado los tratamientos produjeron diferencias estadísticas significativas en la quinta y sexta semana. Y según la prueba de significancia con Tukey al 5% de probabilidad, el tratamiento testigo (0% de zeolita) y el tratamiento cuatro fueron iguales estadísticamente, pero difirieron, de los tratamientos 2 (2%) y 3 (4%)

TABLA 5

**CONSUMO PROMEDIO SEMANAL DE ALIMENTO
(KG)/TRATAMIENTO/POLLOS, EN CUARTA, QUINTA Y SEXTA
SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004**

Semanas	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
Cuarta	0,67	0,67	0,68	0,67
Quinta	0,86 c	0,94 a	0,92 b	0,85 c
Sexta	1,07 c	1,2 a	1,14 b	1,08 c

Medias que comparten la misma letra no difieren entre sí según la Prueba de Tukey ($p = 0.05$).

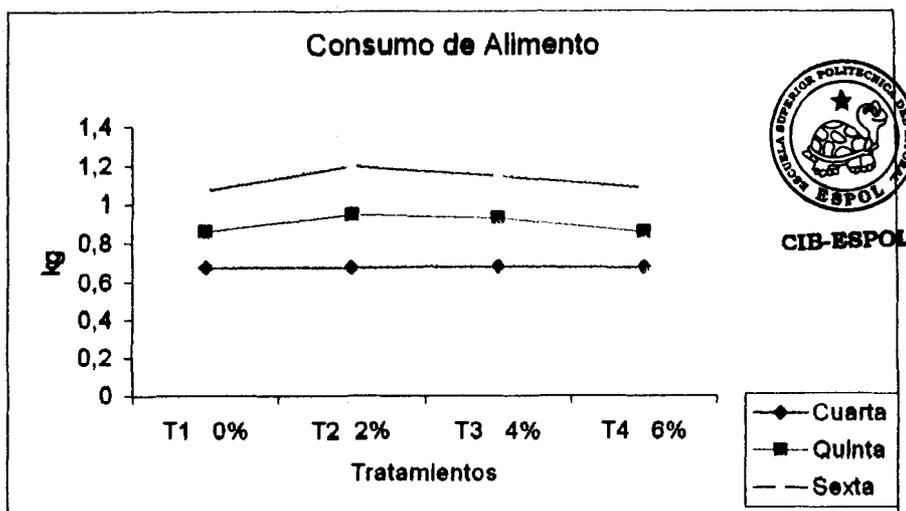


FIGURA 4.3. TENDENCIA DEL CONSUMO PROMEDIO SEMANAL DE ALIMENTO (KG) /TRATAMIENTO/POLLOS, EN CUARTA, QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004

En la figura 4.3, se refleja las tendencias del consumo de alimento por pollos en los tratamientos evaluados, en la cuarta, quinta y sexta semana. Siendo el tratamiento 2, el que tenía un mayor consumo de alimento promedio de: 0,94 kg y 1.2 kg para la quinta y sexta semana respectivamente, seguido del tratamiento tres con 0,92 kg y 1,14 kg en la quinta y sexta semana respectivamente. Cabe indicar que los promedios más bajos los obtuvo el tratamiento testigo y el tratamiento cuatro con valores de 1,07 kg y 1,08 kg en la sexta semana, respectivamente.

4.4. Conversión Alimenticia:

Según la Figura 4.4, los tratamientos uno y tres presentan la conversión alimenticia en un nivel bajo, durante las semanas cuarta, quinta y sexta, con promedios en esta última de 1,95 y 1,90 de conversión alimenticia. El tratamiento dos presentó una conversión alimenticia con un valor de 2. Además el tratamiento cuatro presentó la conversión alimenticia más alta con un valor de 2,03.

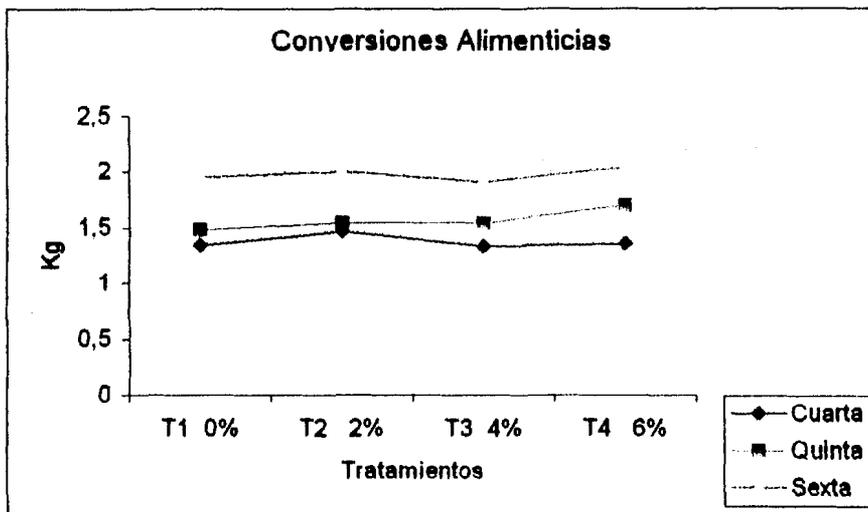


FIGURA 4.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN POLLOS DE CUARTA, QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004

Según el análisis estadístico realizado se encontró que existen diferencias estadísticas para tratamientos en esta variable. Y con la prueba de Tukey con una probabilidad del 5%, se determinó que en la cuarta semana los tratamientos tres y cuatro, son iguales estadísticamente con el tratamiento testigo (0% de zeolita), mientras que el dos (2% de zeolita), fue diferente. En la quinta semana el tratamiento cuatro (6% de zeolita), fue diferente a los demás tratamientos. En la sexta semana los tratamientos dos y cuatro fueron iguales en significancia estadística, pero diferentes del tratamiento tres. Sin embargo el tratamiento testigo compartió significancia con el tratamiento tres. (Ver tabla 6).



CIB-ESPOL

TABLA 6

PROMEDIOS DE CONVERSIONES ALIMENTICIAS DE POLLOS EN CUARTA, QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004

Semanas	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
Cuarta	1,34 b	1,47 a	1,33 b	1,35 b
Quinta	1,48 b	1,54 ab	1,54 ab	1,70 a
Sexta	1,95 ab	2,00 a	1,90 b	2,03 a

Medias que comparten la misma letra no difieren entre sí según la Prueba de Tukey ($p = 0.05$).

4.5. Índice de Mortalidad:

En cuanto a esta variable, y como se explica en la metodología para el análisis de datos, éstos fueron tomados en la quinta y sexta semana (ver tabla 7 y figura 4.5).

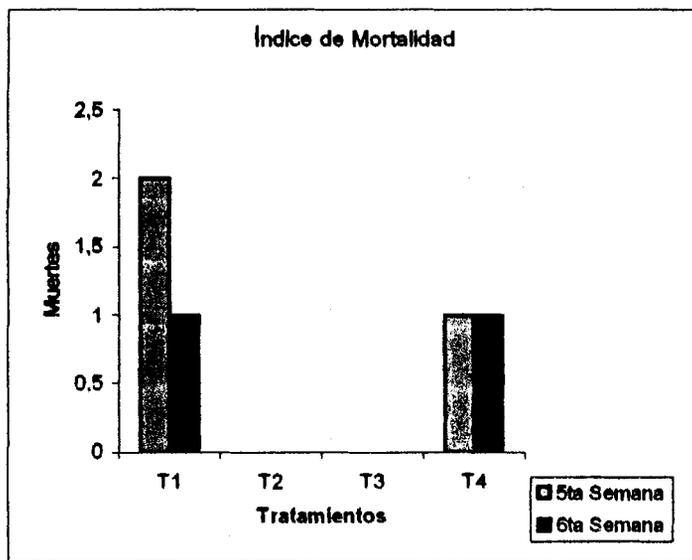


FIGURA 4.5. ÍNDICE DE MORTALIDAD DE POLLOS EN QUINTA Y SEXTA SEMANA. CENAE, ESPOL. 2004



CIB-ESPOL

Según los datos el índice de mortalidad en los tratamientos 2 y 3, con el 2% y 4% de zeolita respectivamente, no presentaron mortalidad, mientras que en el tratamiento Testigo, la mortalidad fue de 1,2%(tres aves muertas) y el tratamiento 4 con el 0,8% mortalidad (dos aves muertas).

TABLA 7

**ÍNDICE DE MORTALIDAD EN POLLOS DE QUINTA Y SEXTA SEMANA.
CENAE, ESPOL. 2004**

Tratamientos:	Quinta Semana	Sexta Semana
T1 al 0% de Zeolita	2(animales muertos)	1(animal muerto)
T2 al 2% de Zeolita	0	0
T3 al 4% de Zeolita	0	0
T4 al 6% de Zeolita	1	1



CIB-ESPOL

4.6. Estimación del Costo de las Dietas:

La zeolita fue extraída del Bloque Tecnológico de la Espol, posteriormente fue procesada y molida a una granulometría de 0.75 mm en los laboratorios de Suelo, de la Facultad de Ciencias de la Tierra (FICT). El costo por este servicio fue \$0.05 el kg.

La zeolita fue mezclada en la dieta normal, tal como se había explicado en la metodología. El saco de balanceado para engorde sin zeolita, tuvo un costo de \$ 13,61.

Los cálculos realizados, para la estimación de los costos por kg/alimento con las diferentes proporciones de Zeolita se presentan a continuación:

1. Dieta Normal al 0% de zeolita (Tratamiento Testigo):

Se utilizó como dieta la fórmula de balanceado sin mezclar con la zeolita, el costo del balanceado por saco de 40 Kg es de \$13,61, el costo por kg de alimento sería \$ 0,340.



2. Dieta al 2% de Zeolita por cada saco de 40 kg:

\$13,61 del balanceado normal + \$0,04 de 0,8 kg de Zeolita

Total: \$13, 65 sería el costo por saco de 40 kg, el costo por kg de alimento sería \$ 0,341.

3. Dieta al 4% de Zeolita por cada saco de 40 kg:

\$13,61 del balanceado normal + \$0.08 de 1,6 kg de Zeolita

Total: \$13,69 sería el costo por saco de 40 kg, el costo por kg de alimento sería \$ 0,342.

4. Dieta al 6% de zeolita por cada saco de 40 kg:

\$13,61 del balanceado normal + \$0.12 de 2,4 kg de Zeolita.

Total: \$13,73 sería el costo por saco de 40 kg, el costo por kg de alimento sería \$ 0,343.

4.6.1 Costo Semanal de Alimento:

Los menores costos semanales del alimento, fueron de \$ 39,37 y \$39,72, para los tratamientos testigo (0% de zeolita) y cuatro (6% de zeolita), respectivamente. Los costos más altos estuvieron en el tratamiento tres (4% de zeolita) con \$ 42,68, y en el tratamiento dos (2% de zeolita) con un costo de \$ 44. En la tabla 8, se puede observar el desglose de estos costos.



CIB-ESPOL

TABLA 8

DESGLOSE DE LOS COSTOS TOTALES DE ALIMENTO.

Tratamientos	Costo	Número	Consumo	Total
	kilo/alimento	de aves	alimento/semana	\$
T1 0%	0,340	60	1,93	39,37
T2 2%	0,341	60	2,15	44
T3 4%	0,342	60	2,08	42,68
T4 6%	0,343	60	1,93	39,72

4.7. Análisis Económico del proyecto:

4.7.1. Análisis de presupuesto parcial

Para la obtención de estos datos se sumó el costo del balanceado, obtenido en las semanas de engorde en cada tratamiento (T1= \$39,37; T2= \$44 T3= \$42,68, T4= \$39,72), más el costo del balanceado en la etapa de crecimiento (\$31,55).

Según el análisis de Económico realizado al Proyecto, con la metodología del CIMMYT, 1989, el tratamiento 2 (2% de zeolita) obtuvo el mayor costo que varía pero mayor beneficio neto, seguido del tratamiento 3 (4% de zeolita) del 4 (6% de zeolita) y por último el tratamiento testigo (Ver tabla 9).



CIB-ESPOL

TABLA 9

ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DEL EXPERIMENTO.

Parámetros	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
Rendimiento				
1. Peso Total	125,4	144,3	131,76	133,74
2. Precio \$	1,87	1,87	1,87	1,87
3. Beneficio				
Bruto(1*2)\$	234,49	269,84	246,39	250,09
Costos				
4. Costo Total				
Alimento \$	70,92	75,55	74,23	71,27
5. Vitaminas,				
Insumos \$	10	10	10	10
6. Total				
Costos	80,92	85,55	84,23	81,27
7. Beneficio				
Neto (3-6) \$	153,57	184,29	162,16	168,82



CIB-ESPOL

4.7.2. Análisis de Dominancia

Según el análisis de dominancia todos los tratamientos alternativos con zeolita al 2%, 4% y 6%, dominan al tratamiento testigo con 0% de zeolita, ya que los beneficios netos de los mismos son mejores, sin embargo el tratamiento cuatro domina al tratamiento tres, debido a que tiene un menor costo que varía y tiene un mayor beneficio neto. El tratamiento dos posee el beneficio neto más alto (Ver tabla 10).

TABLA 10



CIB-ESPOL

ANÁLISIS DE DOMINANCIA DEL COSTO DE ALIMENTACIÓN (\$) EN DIETAS MEZCLADAS CON ZEOLITA DEL BLOQUE TECNOLÓGICO DE LA ESPOL EN POLLOS EN FASE DE ENGORDE. CENAE, ESPOL. 2004

Tratamiento	Costos que Varían	Beneficio neto	Dominancia
T1 (0%)	80,92	153,57	Dominado
T4 (6%)	81,27	168,82	No dominado
T3 (4%)	84,23	162,16	Dominado
T2 (2%)	85,55	184,29	No dominado

TABLA 11

ANÁLISIS MARGINAL DE LOS TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS NO DOMINADOS, EN COMPARACIÓN AL TRATAMIENTO DE MAYOR COSTO. CENAE, ESPOL. 2004

Tratamientos	Beneficio neto (\$)	Beneficio neto marginal (\$)	Costos que varían (\$)	Costos Marginales (\$)	TMR %
4 al 6% Zeolita	168,82	15,47	81,27	4,28	3,61
2 al 2% Zeolita	184,29		85,55		

4.7.3. Análisis marginal

Después de hacer el análisis marginal y comparar los beneficios netos y los costos que varían de los tratamientos dominantes, el resultado es que el tratamiento cuatro posee la mejor Tasa Marginal de Retorno, con un valor de 3,61%, lo cual nos indica que por cada dólar invertido nos retorna \$0,36., (Ver tabla 11).

4.8. DISCUSION:

El comportamiento de la variable cambio de peso corporal registrado en la cuarta, quinta y sexta semana (tabla 3) se observa que los niveles de zeolita de 2% y 6% tienen pesos similares a pesar de existir diferencias estadísticas en la cuarta y quinta semana ($p=0,05$), similares a los resultados obtenidos por Onagi (1968) quien comprobó que pollos, que fueron alimentados con dietas que contenían 6% de zeolita, ganaron más peso que pollos alimentados con dietas sin zeolita.

El comportamiento de la variable incremento semanal de peso registrado en la quinta y sexta semana (tabla 4) se observa que el nivel de zeolita de 2% posee el mayor incremento, aunque comparte significancia estadística con los niveles de 6% y 0% en la sexta semana ($p=0,05$). Siendo diferentes a los resultados reportados por Arscott (1975), determinando en sus investigaciones que los pollos broilers alimentados con dietas que contenían un 5% de zeolita ganaron menos peso que pollos que se alimentaron con dietas sin zeolita.



En cuanto a los parámetros de Conversión Alimenticia los mejores resultados se produjeron en los animales alimentados con el nivel de 4% de zeolita y con los animales alimentados con el nivel de 2% de zeolita, con promedios de 1,9 y 2 respectivamente. Según Buxadé (1995) los promedios de conversión alimenticia entre 1,8 y 1,9 a los 42 días de edad se consideran muy buenos. Similares resultados encontró Arscott (1975) ya que determinó en sus investigaciones que en pollos broilers alimentados con dietas que contenían un 5% de zeolita el promedio de conversión alimenticia fue significativamente mejor.



CIB-ESPOL

El comportamiento de la variable índice de mortalidad registrado en la quinta y sexta semana (tabla 7) se observa que los niveles de 2% y 4% no registraron mortalidad alguna, lo contrario registraron los niveles 0% y 6% donde se produjo un índice de mortalidad de 1,2% y 0,8% respectivamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Arscott (1975), quien determinó que en pollos broilers alimentados con dietas que contenían un 5% de zeolita no se produjo ninguna mortalidad, en comparación con dietas que no contenían zeolita, donde el índice de mortalidad fue del 6%.

CAPITULO 5



CIB-ESPOL

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, se puede indicar las siguientes conclusiones:

- a. El mejor incremento semanal de peso se registró en los pollos alimentados con el nivel de zeolita del 2% en combinación con la dieta.
- b. La mejor conversión alimenticia se registró en los pollos alimentados con el nivel de zeolita del 4% en combinación con la dieta.
- c. Los menores índices de mortalidad se registraron en los pollos alimentados con los niveles de zeolita de 2% y 4% en combinación con la dieta.

- d. El mejor beneficio neto lo presentó la dieta combinada con el nivel de zeolita de 2%, y la mejor tasa marginal de retorno la presentó la dieta combinada con el nivel de zeolita de 6%.

En base a los resultados obtenidos se puede recomendar lo siguiente:

1. En base a los parámetros productivos obtenidos se recomienda usar un 2% de zeolita en combinación con la dieta.
2. Si la zeolita se la obtiene a un menor costo que los promotores convencionales, se recomienda usar un 6% de la misma en combinación con la dieta, debido a los parámetros productivos que registró este nivel.
3. Debido a los buenos resultados que registraron todas las dietas combinadas con los niveles de 2%, 4%, y 6% de zeolita, se recomienda realizar futuras investigaciones con una mayor cantidad de pollos, y en otras condiciones ecológicas.
4. Realizar futuras investigaciones con el empleo de niveles de zeolita en combinación con la dieta en todas las fases de vida del pollo, con el objetivo de continuar con este proceso investigativo y así determinar los niveles adecuados y económicos para su uso en alimentación avícola.

ANEXOS



CIB-ESPOL

Cuadro 5. Cuadro referente de la Fórmula para pollo de engorde Región Costa. Fábrica de Balanceados Molinos Champions S.A., 2004

GRUPO	INGREDIENTE	PORCENTAJE	KILOS
MACROS:	Maíz Argentino	58.84	588
	Pasta de Soya	26.54	265
	Polvillo de Arroz	6.00	60
	Soya Expandida	3.17	32
	Harina Huesos	1.80	18
MICROS:	Sal	0.32	3.15
	Metionina	0.24	2.45
	Lisina	0.16	1.60
	Vitaminas	0.10	1.00
	Núcleo Mineral	0.10	0.99
	Capsantal	0.08	0.80
	Threonina	0.06	0.55
	Micokap	0.05	0.50
	Vegpro	0.05	0.50
	Elancoban 200	0.05	0.50
	Fosfato di Cálcico	0.04	0.43
	Ronocyne	0.03	0.30
	Oxicap(Antloxidante)	0.01	0.10
LIQUIDO:	Aceite de Palma	2.50	25



Anexo 1.1. Análisis estadístico de la variable Pesos (kg) de pollos en cuarta semana. CENAE, ESPOL, 2004

Rp	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	0,943	1	0,938	0,953	3,834
2	0,861	1,047	0,817	0,936	3,661
3	0,884	0,938	0,92	0,876	3,618
4	0,945	0,952	0,869	0,906	3,672
5	0,874	0,995	0,93	0,87	3,669
Σ	4,507	4,932	4,474	4,541	18,454
X	0,901	0,986	0,894	0,908	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,057				
Tratamiento	3	0,028	0,00933	5,09 *	3,49	5,95
Repetición	4	0,007	0,00175	0,95 n.s.	3,26	5,91
Error	12	0,022	0,001833			

El coeficiente de variación es de 4,57%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	0,90	0,98	0,89	0,90
Rango de Significación	b	a	b	b

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente.

Anexo 1.2. Análisis estadístico de la variable Pesos (kg) en pollos de quinta semana. CENAE, ESPOL. 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	1,266	1,466	1,633	1,6	5,965
2	1,333	1,683	1,383	1,528	5,927
3	1,225	1,383	1,416	1,4	5,424
4	1,275	1,4	1,399	1,464	5,538
5	1,301	1,441	1,349	1,3	5,391
Σ	6,4	7,373	7,18	7,292	28,245
X	1,28	1,474	1,436	1,458	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,29				
Tratamiento	3	0,12	0,04	4,8 *	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,07	0,018	2,1 n.s.	3,26	5,91
Error	12	0,1	0,008			

El coeficiente de variación es 6,33%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	1,28	1,47	1,43	1,45
Rango de Significación	b	a	ab	a

Letras iguales significa que no difieren estadísticamente.

Anexo 1.3. Análisis estadístico de la variable Pesos (kg) de pollos en sexta semana. CENAE, ESPOL. 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	2,05	2,33	2,15	2,233	8,763
2	2,05	2,516	2,233	2,25	9,049
3	2,15	2,383	2,3	2,183	9,016
4	2,15	2,45	2,15	2,25	9
5	2,05	2,35	2,15	2,23	8,78
Σ	10,45	12,029	10,983	11,146	44,608
X	2,09	2,405	2,196	2,229	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,31				
Tratamientos	3	0,26	0,0866	34,66 **	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,02	0,005	2 n.s.	3,26	5,91
Error	12	0,03	0,0025			

El coeficiente de variación es 2,24%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	2,09	2,40	2,19	2,22
Rango de Significación	c	a	b	b

Letras iguales no difieren estadísticamente.

Anexo 2.1. Análisis estadístico del incremento semanal de peso (kg) de pollos en quinta semana. CENAE, ESPOL. 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	0,323	0,466	0,695	0,647	2,131
2	0,472	0,636	0,566	0,592	2,266
3	0,341	0,445	0,496	0,524	1,806
4	0,33	0,448	0,53	0,568	1,876
5	0,427	0,446	0,419	0,43	1,722
Σ	0,3786	0,4882	0,5412	0,5522	
X	1,893	2,441	2,706	2,761	9,801

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,029				
Tratamientos	4	0,095	0,031	6,10**	3,49	5,95
Repeticiones	3	0,053	0,0132	2,59ns	3,26	5,91
Error	12	0,061	0,0508			

El coeficiente de Variación del experimento es 1,05%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	0,37	0,48	0,54	0,55
Rango de Significación	b	ab	a	a

Letras iguales no difieren estadísticamente.

Anexo 2.2. Análisis estadístico del incremento semanal de peso (kg) de pollos en sexta semana. CENAE, ESPOL. 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	0,784	0,864	0,517	0,633	2,798
2	0,717	0,833	0,85	0,722	3,122
3	0,925	1	0,884	0,783	3,592
4	0,875	1,05	0,751	0,786	3,462
5	0,749	0,909	0,801	0,93	3,389
Σ	0,81	0,9312	0,7606	0,7708	
X	4,05	4,656	3,803	3,854	16,363

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,287				
Tratamiento	3	0,092	0,03	3,79 *	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,1	0,025	3,16 ns	3,26	5,91
Error	12	0,095	0,0079			

El coeficiente de variación del experimento es 0,86%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	0,81	0,93	0,76	0,77
Rango de Significación	ab	a	b	ab

Letras iguales no difieren estadísticamente.

Anexo 3.1. Análisis estadístico del Consumo promedio semanal de alimento (kg) en pollos de cuarta semana. CENAE, ESPOL. 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	0,67	0,68	0,7	0,67	2,72
2	0,68	0,67	0,67	0,68	2,7
3	0,67	0,66	0,68	0,67	2,68
4	0,69	0,67	0,68	0,67	2,71
5	0,67	0,69	0,67	0,67	2,7
Σ	3,38	3,37	3,4	3,36	13,51
X	0,676	0,674	0,68	0,672	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,001				
Tratamientos	4	0,0002	0,00006	1,33 ns	3,49	5,95
Repeticiones	3	0,0002	0,00005	1 ns	3,26	5,91
Error	12	0,0006	0,00005			

El coeficiente de Variación del experimento es 1,05%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

Anexo 3.2. Análisis Estadístico del Consumo promedio semanal de alimento (kg) de Pollos en quinta semana. CENAE, ESPOL. 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	0,85	0,945	0,93	0,855	3,58
2	0,86	0,95	0,93	0,85	3,59
3	0,865	0,94	0,925	0,85	3,58
4	0,86	0,955	0,93	0,855	3,6
5	0,865	0,955	0,925	0,86	3,605
Σ	4,3	4,745	4,64	4,27	17,955
X	0,86	0,949	0,928	0,854	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,035				
Tratamiento	3	0,034	0,0113	170 **	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,0002	0,00005	0,75 ns	3,26	5,91
Error	12	0,0008	0,00006			

El coeficiente de variación del experimento es 0,86%

n.s. = no significativo

• = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	0,86	0,94	0,92	0,85
Rango de Significación	c	a	b	c

Letras iguales no difieren estadísticamente.

Anexo 3.3. Análisis estadístico del Consumo promedio semanal de alimento (kg) de pollos en sexta semana. CENAE, ESPOL. 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	1,065	1,18	1,15	1,075	4,47
2	1,06	1,21	1,14	1,08	4,49
3	1,07	1,2	1,145	1,085	4,5
4	1,075	1,21	1,145	1,08	4,51
5	1,08	1,2	1,15	1,08	4,51
Σ	5,35	6	5,73	5,4	22,48
X	1,07	1,2	1,146	1,08	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,057				
Tratamientos	3	0,056	0,018	450 **	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,0005	0,00012	3 n.s.	3,26	5,91
Error	12	0,0005	0,00004			

El coeficiente de variación del experimento es 0,56%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad.

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	1,07	1,2	1,14	1,08
Rango de Significación	c	a	b	c

Letras iguales no difieren estadísticamente.

Anexo 4.1. Análisis estadístico de la Conversión alimenticia de pollos en cuarta semana. CENAE, ESPOL, 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	1,407	1,492	1,4	1,422	5,721
2	1,285	1,562	1,219	1,397	5,463
3	1,319	1,4	1,373	1,307	5,399
4	1,41	1,42	1,297	1,352	5,479
5	1,304	1,485	1,388	1,298	5,475
Σ	6,725	7,359	6,677	6,776	27,537
X	1,345	1,471	1,335	1,355	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,127				
Tratamientos	3	0,061	0,020	4,78 *	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,015	0,004	0,88 ns	3,26	5,91
Error	12	0,051	0,004			

El coeficiente de variación del experimento es 4,59%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad.

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	1,34	1,47	1,33	1,35
Rango de Significación	b	a	b	b

Letras iguales no difieren estadísticamente.

Anexo 4.2. Análisis Estadístico de la Conversión Alimenticia de pollos en quinta semana. CENAE, ESPOL, 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	1,472	1,527	1,756	1,87	6,625
2	1,551	1,771	1,487	1,787	6,596
3	1,424	1,456	1,523	1,637	6,04
4	1,483	1,474	1,504	1,712	6,173
5	1,513	1,517	1,45	1,52	6
Σ	7,443	7,745	7,72	8,526	31,434
X	1,488	1,549	1,544	1,705	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,34				
Tratamientos	3	0,13	0,043	4,33 *	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,09	0,0225	2,25ns	3,26	5,91
Error	12	0,12	0,01			

El coeficiente de variación del experimento es 6,37%

n.s. = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad.

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	1,48	1,54	1,54	1,70
Rango de Significación	b	ab	ab	a

Letras iguales no difieren estadísticamente.

Anexo 4.3. Análisis estadístico de la Conversión alimenticia de pollos en sexta semana. CENAE, ESPOL, 2004

Rep	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%	Σ
1	1,915	1,941	1,869	1,942	7,667
2	1,915	2,096	1,942	2,083	8,036
3	2,009	1,985	2	2,021	8,015
4	2,009	2,041	1,869	2,083	8,002
5	1,915	1,958	1,869	2,064	7,806
Σ	9,763	10,021	9,549	10,193	39,526
X	1,952	2,004	1,909	2,038	

Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	SC	CM	FC	F 0.5	F 0.1
Total	19	0,103				
Tratamientos	3	0,048	0,016	6,66 **	3,49	5,95
Repeticiones	4	0,026	0,0065	2,70ns	3,26	5,91
Error	12	0,029	0,0024			

El coeficiente de variación del experimento es 2,48%

n.s. = no significativo

• = significativo

** = altamente significativo



CIB-ESPOL

Prueba de Significación de Tukey al 5% de Probabilidad.

Tratamientos	T1 0%	T2 2%	T3 4%	T4 6%
X	1,95	2,00	1,90	2,03
Rango de Significación	ab	a	b	a

Letras iguales no difieren estadísticamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. BUXADÉ CARLOS. Zootecnia, Bases de Producción Animal (Avicultura Clásica y Complementaria) (Ediciones Mundi-Prensa, 1995), pgs: 115-130
2. ECRIBANO FERNANDO; Junio 2004, "Una Arcilla Especial en el Campo de Alimentación Animal"
http://www.racve.es/muestra_actividad.php?id=430
3. CASTAIN JULIEN; Marzo 1998, "Usos de las arcillas en alimentación animal".
<http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/98CAPVIII.pdf>
4. MUMPTON, F.A.1984. "The rol of natural Zeolites in agriculture and aquaculture". In: W.G. POND and F.A. MUMPTON. Ed. ZeoAgriculture. Use of natural Zeolites in agriculture and aquaculture. Pp. 3 -27. Westview Press, Bulder, CO, USA.
5. DÍAZ MARÍA, "Propiedades de las Zeolitas Naturales" (Tesis, ESPOCH, 2004) pgs: 60-98.





CIB-ESPOL

6. Memorias de la tercera Conferencia Internacional sobre Ocurrencia, Propiedades y Usos de las Zeolitas Naturales. Abril 9-12, 1991 La Habana, Cuba.
 7. SÁNCHEZ J., "Diferentes diámetros de partículas en dietas alimenticias para pollos", Revista Avicultura Profesional, Vol 18, No 10, 2000, pgs: 12-14
 8. Revista Informativa de la Asociación Cubana de Producción Animal 2 /87 pgs: 13 – 17
 9. FREDERICK A., Mineralogy and Geology of Natural Zeolites, International Committee on Natural Zeolites. Pgs: 154-157
 10. SICA; Octubre 2003, "Ubicación Geográfica de la Cadena: Maíz, Balanceado y Avicultura",
http://www.sica.gov.ec/cadenas/maiz/docs/mapa_maicero_ecuador.htm
 11. TORTUREO F., FERNANDEZ E. y MARTIN L.; (1992) Arch. Zootécnia 41 (153): 209-217.
 12. ASOCIACION PERUANA DE AVICULTURA; Agosto 2002, "Factores Críticos, no infecciosos que afectan el funcionamiento del Sistema Digestivo del Pollo".
<http://www.apavic.com/html/sections/presentaciones/sistdigest.asp>
-

13. **UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE; Julio 2004 "Lineas Genéticas de Aves de Carne",**
http://www.uc.cl/sw_educ/prodanim/aves/si2.htm

14. **SOLVIA; Febrero 2004, "Aplicaciones de las Zeolitas"**
<http://eureka.va.com/solvias/aplicaciones/zeolitas1.htm>