



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE
ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA PARA
LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE CEBA CON IMPACTO
AMBIENTAL FAVORABLE”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

JAIME RUBÉN LEMA GUAMÁN

RIOBAMBA – ECUADOR

2008

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Roberto Gonzalo López Rocha

DIRECTOR DEL TESIS

Ing. M.Sc. Edgar Alonso Merino Peñafiel

BIOMETRISTA DE TESIS

Ing. M.C. Manuel Euclides Zurita León

ASESOR DE TESIS

Riobamba, enero del 2008

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, por abrirme sus puertas para formarme profesionalmente.

A los miembros del Tribunal de tesis, Ing. M. C. Roberto López R., Director, Ing. M.C. Manuel Zurita L., Asesor, e Ing. M. Sc. Edgar Merino P., Biometrista; quienes con su aporte desinteresado permitieron la culminación del trabajo investigativo.

A todos y cada uno de los que colaboraron y apoyaron para la culminación de esta meta.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y ser mi compañero fiel en las buenas y en las malas.

A mis padres Juan y Raymunda, por su constante apoyo e incansable lucha por formarme como una persona de bien, para ellos mi triunfo.

A mi Tío Manuel Balboa, por ser el ejemplo que me sirve de guía en el duro camino de la vida.

A mi esposa María Acero y a mi hija Saiwa, por ser ellas las que me impulsan y motivan para alcanzar metas superiores día a día.

RESUMEN

En la Unidad Productiva Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, se 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.

ABSTRACT

In the Bird Raising Productive Unit of the Cattle and Livestock Sciences Faculty, of the ESPOCH, different levels of natural zeolites (0, 2 and 4%) were evaluated in diets with diet protein saving for the initial stages (from 1 to 14 days) with 23 and 21%, for growth (14 to 28 days) 20 and 19% and for finishing (28 to 56 days) 18 and 17 protein%, respectively, 360 one-day- old broilers were used. They were divided into two consecutive essays and a 10 birds experimental unit, under a completely at random design. The results showed that the use of the balanced feed containing 4% natural zeolites in feeding broilers enhanced the productive behavior, it was not the case upon using high-protein diets which only increased the weights. In the total behavior with this level, weight increases of up to 3044.17 g, feeding conversions of 2.06, 393.70 IEE; carcass yields and weights of 2211.67 g and 71.65%, 36.79%, breast yield, 13.87% wing and 14.70%, drumstick, with a 20% profit which is higher by five points as compared to the control diet (0% zeolite). The presence of ammonia was reduced. In the environment. It is therefore recommended to use in the chickens feeding a balanced feed containing 4% natural zeolite.

CONTENIDO

	Página
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	20
A. ZEOLITAS	20
1. <u>Descripción</u>	20
2. <u>Importancia</u>	21
3. <u>Propiedades físicas</u>	24
4. <u>Propiedades químicas</u>	24
a. Propiedades de adsorción	25
b. Propiedad de intercambio de cationes	25
c. Deshidratación - Rehidratación	26
5. <u>Procesamiento comercial</u>	26
a. Materiales alternos	27
b. Coproductos y subproductos	27
6. <u>Regulaciones ambientales</u>	28
7. <u>Tipos de zeolitas</u>	29
a. Zeolita natural	29
b. Zeolitas sintéticas o artificiales	30
8. <u>Aplicaciones</u>	30
a. Tamices moleculares	31
b. Secado de gases	32
c. Absorbe gases de desecho	32
d. Absorbe iones de metales pesados	32
e. Permite una mejor conversión de la biomasa en un biogás	32
f. Tratamiento de purinos (orina de los animales).	33
g. En la agricultura	33
h. Control de la contaminación ambiental	33
i. Algunas aplicaciones tecnológicas de las Zeolitas	33

j. En la alimentación animal	34
k. En la acuicultura	36
B. PROTEÍNA	36
1. <u>Concepto</u>	36
2. <u>Estructura de las proteínas</u>	38
a. Estructura primaria	38
b. Estructura secundaria	38
c. Estructura terciaria	38
d. Estructura cuaternaria	38
3. <u>Propiedades de las proteínas</u>	39
a. Especificidad	39
b. Desnaturalización	39
4. <u>Clasificación de proteínas</u>	39
C. EL POLLO DE ENGORDE	41
1. <u>Descripción</u>	41
2. <u>Alojamiento y equipo</u>	43
3. <u>Crianza</u>	44
4. <u>Alimentación</u>	44
5. <u>Iluminación</u>	45
6. <u>Agua</u>	45
7. <u>Enfermedades y su prevención</u>	46
8. <u>Comercialización</u>	46
9. <u>Recomendaciones generales</u>	46
10. <u>Labores semanales más importantes</u>	47
11. <u>Producción de carne/Composición de la canal</u>	47
D. ALIMENTACIÓN DE LAS AVES	49
1. <u>Particularidades</u>	49
2. <u>Nutrientes</u>	50
3. <u>Utilización de nutrientes</u>	51
a. Agua	51
b. Carbohidratos	52
c. Grasas	52
d. Proteínas	53
e. Minerales	53

f. Vitaminas	54
4. <u>Piensos compuesto</u>	54
5. <u>Aditivos en los alimentos</u>	55
6. <u>Consumo de alimento en broilers</u>	55
7. <u>Consideraciones en el manejo del alimento de las aves</u>	56
a. Utilice alimento correcto	56
b. Errores en la alimentación	56
c. Calidad del alimento	57
E. PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN BROILERS	57
1. <u>Sistemas de alimentación</u>	58
a. Sistema tradicional	58
b. Sistemas alternativos	59
2. <u>Niveles nutricionales</u>	60
a. Energía	60
b. Proteína y aminoácidos	61
3. <u>Estrategias de alimentación</u>	65
a. Crecimiento compensatorio	65
b. Enfermedades metabólicas y problemas óseos	66
c. Restricción inicial de proteína	68
d. Cambios nutricionales bruscos	69
F. ESTUDIOS REALIZADOS EN BROILERS	70
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	77
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	77
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	77
C. EQUIPOS Y MATERIALES	77
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	78
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	82
1. <u>Fase de inicio (1 a 14 días de edad)</u>	82
2. <u>Fases de crecimiento (14 a 28 días de edad)</u>	83
3. <u>Fases de ceba (28 a 56 días de edad)</u>	83
4. <u>Fase total (1 a 56 días de edad)</u>	83
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	84
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	85
1. <u>De campo</u>	85

2. <u>Programa sanitario</u>	86
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	87
A. ETAPA DE INICIO (1 A 14 DÍAS DE EDAD)	87
1. <u>Pesos</u>	87
2. <u>Ganancia de peso</u>	90
3. <u>Consumo de alimento</u>	92
4. <u>Conversión alimenticia</u>	92
5. <u>Costo/kg de ganancia de peso</u>	94
6. <u>Mortalidad</u>	96
7. <u>Índice de Eficiencia Europeo (IEE)</u>	96
B. ETAPA DE CRECIMIENTO (14 A 28 DÍAS DE EDAD)	98
1. <u>Pesos</u>	98
2. <u>Ganancia de peso</u>	102
3. <u>Consumo de alimento</u>	104
4. <u>Conversión alimenticia</u>	105
5. <u>Costo/kg de ganancia de peso</u>	107
6. <u>Mortalidad</u>	107
7. <u>Índice de Eficiencia Europeo (IEE)</u>	109
C. ETAPA DE ACABADO (28 A 56 DÍAS DE EDAD)	111
1. <u>Peso final</u>	111
2. <u>Ganancia de peso</u>	114
3. <u>Consumo de alimento</u>	117
4. <u>Conversión alimenticia</u>	118
5. <u>Costo/kg de ganancia de peso</u>	120
6. <u>Mortalidad</u>	122
7. <u>Índice de Eficiencia Europeo (IEE)</u>	122
D. ETAPA TOTAL (1 – 56 DÍAS DE EDAD)	123
1. <u>Ganancia de peso</u>	123
2. <u>Consumo de alimento</u>	128
3. <u>Conversión alimenticia</u>	128
4. <u>Costo/kg de ganancia de peso</u>	129
5. <u>Mortalidad</u>	131
6. <u>Índice de Eficiencia Europeo (IEE)</u>	133
7. <u>Pesos a la canal</u>	133

8. <u>Rendimiento a la canal</u>	137
9. <u>Rendimiento de la pechuga</u>	138
10. <u>Rendimiento del ala</u>	138
11. <u>Rendimiento del muslo</u>	140
E. ANÁLISIS ECONÓMICO	140
V. <u>CONCLUSIONES</u>	144
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	146
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	147
ANEXOS	135

LISTA DE CUADROS

Nº		Página
1.	CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS	23
2.	FUNCIONES Y EJEMPLOS DE PROTEÍNAS	24
3.	PROMEDIO SEMANAL DE PESO VIVO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA	28
4.	REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE POLLOS BB DE ACUERDO A LA EDAD	33
5.	CONSUMO DE ALIMENTO, PESO DEL POLLO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS PARRILLEROS	39
6.	RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA BROILERS	45
7.	REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PROTEÍNA DEL PIENSO, MANTENIENDO LA CONCENTRACIÓN EN AMINOÁCIDOS, SOBRE EL RENDIMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS	47
8.	EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA MORTALIDAD POR ASCITIS DE LOS BROILERS	51
9.	EFFECTO DEL MOMENTO DEL CAMBIO DE PIENSO DE INICIACIÓN AL DE CRECIMIENTO SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE LOS POLLOS	52
10.	RESULTADOS A LAS 7 SEMANAS DE EXPERIMENTACIÓN (49 DÍAS DE EDAD) AL DISMINUIR LA PROTEÍNA EN 2.5 PUNTOS PORCENTUALES EN LA DIETA EMPLEADA PARA POLLOS DE ENGORDA	59
11.	PARÁMETROS EN LA CRÍA DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA "AVÍCOLA DE LA SIERRA"	59
12.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS	60
13.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	61
14.	COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS PARA LA FASE DE INICIO (1 A 14 DÍAS DE EDAD) Y ANÁLISIS CALCULADO	63
15.	COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS PARA CRECIMIENTO (14 A 28 DÍAS DE EDAD) Y ANÁLISIS CALCULADO	64
16.	COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS PARA CEBA (28 A 56 DÍAS DE EDAD) Y ANÁLISIS CALCULADO	65

17.	ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)	67
18.	COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE LA ETAPA DE INICIO (1 A 14 DÍAS DE EDAD)	71
19.	COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO (14 A 28 DÍAS DE EDAD)	82
20.	COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE LA ETAPA DE ACABADO (28 A 56 DÍAS DE EDAD)	95
21.	COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE TODAS LAS ETAPAS (1 A 56 DÍAS DE EDAD)	108
22.	PESOS Y RENDIMIENTOS A LA CANAL DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA HASTA LOS 56 DÍAS DE EDAD	118
23.	EVALUACIÓN ECONÓMICA (DÓLARES) DE LA EXPLOTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA HASTA LOS 56 DÍAS DE EDAD	125

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Página
1.	Línea de regresión del comportamiento de los pesos a los 14 días de edad de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)	72
2.	Línea de regresión del comportamiento de las ganancias de pesos (g) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)	74
3.	Línea de regresión del comportamiento de las conversiones alimenticias de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)	76
4.	Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)	78
5.	Línea de regresión del comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)	80
6.	Línea de regresión del comportamiento del peso a los 28 días de edad (g) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad)	83
7.	Línea de regresión del comportamiento de las ganancias de peso (g) durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	86
8.	Línea de regresión del comportamiento de la conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	89

9.	Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	91
10.	Línea de regresión del comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	93
11.	Línea de regresión del comportamiento de los pesos finales (56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	96
12.	Línea de regresión del comportamiento de las ganancias de peso (g) durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	99
13.	Línea de regresión del comportamiento de la conversión alimenticia durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	102
14.	Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	104
15.	Línea de regresión del comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas	107
16.	Línea de regresión del comportamiento de la ganancia de peso total (g) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad)	109
17.	Línea de regresión del comportamiento de la conversión alimenticia total de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad)	113

18. Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad) 115
19. Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad) 117
20. Línea de regresión del comportamiento del peso a la canal (g) de pollos parrilleros de 56 días de edad, alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas 119
21. Línea de regresión del comportamiento del rendimiento de pechuga (%) de pollos parrilleros de 56 días de edad, alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas 122
22. Línea de regresión del comportamiento del rendimiento del muslo (%) de pollos parrilleros de 56 días de edad, alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas 124

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales del comportamiento de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa inicial (1 a 14 días de edad), en dos ensayos
2. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la etapa inicial (1 a 14 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)
3. Resultados experimentales del comportamiento de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) en dos ensayos consecutivos
4. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la etapa DE crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)
5. Resultados experimentales del comportamiento de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) en dos ensayos consecutivos
6. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)
7. Resultados experimentales del comportamiento total de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas (1 a 56 días de edad) en dos ensayos consecutivos
8. Análisis estadísticos de los parámetros totales (1 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)

I. INTRODUCCIÓN

La producción comercial de pollo de engorde constituye una actividad altamente rentable, debido a los adelantos que experimenta constantemente la industria avícola en todos los campos que tienen relación con ella y en los aspectos genéticos y nutricionales. El pollo de engorde comercial moderno encabeza la industria productora de carne en su primaria labor de convertir eficientemente ingredientes de origen animal y vegetal en alimentos con proteína de alta calidad.

La industria avícola ha pasado por muchos cambios en nuestro país durante los últimos 30 años. Los galpones son más grandes, las densidades de aves han aumentado, la genética ha progresado enormemente y los avances en nutrición animal se ha incrementado notablemente, pero a pesar de esto los nutricionistas, hoy en día preocupados por la escalada de precios de las materias primas, están evaluando más de cerca las dietas de pollos de ceba y su composición, para poder mantener la productividad y el beneficio costo de las diferentes empresas.

La razón principal, por la cual los nutrientes se están reevaluando en las dietas de pollos de engorde, es la alta excreción de nitrógeno al medio ambiente, lo cual no sólo hace la dieta ineficiente desde el punto de vista energético y de balance de aminoácidos, sino además es una carga extra para las condiciones del entorno ecológico de la empresa avícola.

Por otra parte, las medidas de control para reducir la contaminación ambiental que provocan las granjas de animales incluyen desde la reducción de animales por lotes de alimentación, la aplicación de nuevos métodos y sistemas de alimentación que involucran la reducción del porcentaje de proteína en las raciones, la suplementación de enzimas y zeolitas naturales, sistemas de alimentación multifacético y mantener los animales en camas profundas o al aire libre.

En este entorno, las zeolitas permiten un uso más eficiente de las fuentes de proteínas, favoreciendo el aprovechamiento del nitrógeno, esto hace posible reducir la concentración de proteína de la dieta sin afectar el comportamiento

animal, lo que a su vez permite disminuir la emisión de nitrógeno al medio ambiente a través de las excretas, contribuyendo de esta manera a reducir la contaminación ambiental por esta causa, por cuanto, Páez, O (2006), reporta que la adición de zeolitas en el pienso para las aves, acelera el crecimiento, incrementa la conversión del pienso y reduce el contenido en amoníaco de los excrementos de los animales.

Es pues entonces, el desafío para el nutricionista, diseñar alimentos balanceados para pollos de engorde, que sean bajos en proteína total, para maximizar el uso energético del ave y reducir la excreción de nitrógeno al ambiente, con el empleo de zeolitas, tomando en consideración de que este material en el sistema digestivo de los pollos absorben una parte de los nutrientes ingeridos en sus cavidades, reteniéndolos por un cierto tiempo y posteriormente los van dosificando poco a poco, por esta razón el animal aprovecha mejor lo que consume, mejorándose por consiguiente la conversión alimenticia y los costos de producción.

Por lo expuesto en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento productivo de pollos de ceba al utilizar zeolitas naturales (0, 2 y 4 %) en diferentes esquemas de alimentación con ahorro de proteína dietética reduciendo el impacto ambiental.
- Determinar el nivel óptimo de proteína dietética en la dieta al reducir los niveles de 23 a 21 % en la fase de inicio (1 a 14 días de edad), de 20 a 19 % en crecimiento (14 a 28 días de edad) y de 18 a 17 % en el acabado (de 28 a 56 días de edad) del pollo de engorde.
- Eliminar los malos olores al reducir la excreción de los compuestos nitrogenados.
- Establecer los costos de producción y su rentabilidad a través del indicar beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. ZEOLITAS

1. Descripción

<http://www.infojardin.net> (2007), reporta que el término "zeolita" fue utilizado inicialmente para designar a una familia de minerales naturales que presentaban como propiedades particulares el intercambio de iones y la absorción reversible de agua. Esta última propiedad dio origen al nombre genérico de zeolita, el cual deriva de dos palabras griegas, *zeo*: que ebulle, y *lithos*: piedra.

<http://www.uned.es> (2007), indica que la palabra "zeolita" palabra deriva del griego "*zeo*" hiervo y "*litos*" piedra, por la propiedad de estos minerales a fundir con marcada intumescencia. Las *zeolitas* son minerales secundarios originados por la acción lixivante de aguas termales sobre feldespatos o feldespatoides. Es un mineral índice de zonas metamórficas de grado muy bajo, definiendo la llamada "facies zeolítica". Las zeolitas están formadas por armazones de AlO_4 y SiO_4 muy abiertos, con grandes espacios de interconexión o canales. Dichos canales retienen iones de Na, Ca o K así como moléculas de agua ligadas por enlaces de hidrógeno a los cationes de la estructura. Esta estructura justifica la capacidad que tienen las *zeolitas* de desprender agua de manera continua a medida que se les calienta y a temperaturas relativamente bajas, dejando intacta la estructura del mineral. Por otra parte la zeolita deshidratada puede rehidratarse fácilmente simplemente sumergiéndola en agua.

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx> (2007), señala que la zeolita o "ceolita", se trata de una familia de minerales, que son aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos que al deshidratarse desarrollan, en el cristal ideal, una estructura porosa con diámetros de poro mínimos o sea de 3 a 10 angstroms. También se dice que una zeolita es un aluminosilicato cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permiten el intercambio iónico y la deshidratación reversible. Las zeolitas están compuestas por aluminio, silicio, sodio, hidrógeno, y oxígeno. La estructura

crystalina está basada en las tres direcciones de la red con SiO_4 en forma tetraédrica con sus cuatro oxígenos compartidos con los tetraedros adyacentes. Las propiedades físicas proveen aspectos únicos para una variedad amplia de aplicaciones prácticas.

<http://www.quiminet.com.mx> (2007), manifiesta que las zeolitas son una familia de minerales aluminosilicatos hidratados altamente cristalinos, que al deshidratarse desarrollan, en el cristal ideal, una estructura porosa con diámetros de poro mínimos de 3 a 10 angstroms. A las especies minerales de la familia de zeolitas pertenecen los aluminosilicatos hidratados de Na, K y Ca ($\pm\text{Ba}$, $\pm\text{Sr}$ y $\pm\text{Mg}$) con casi 40 especies minerales. Todas las especies minerales de esta familia tienen la estructura tridimensional de armazón con cavidades voluminosas y comunicantes en las cuales se disponen grandes cationes, principalmente de Ca, Na, K, Sr, Ba y las moléculas de agua. Todas las zeolitas son consideradas como tamices moleculares, que son materiales que pueden absorber selectivamente moléculas en base a su tamaño, pero no todos los tamices moleculares son considerados como zeolitas, ya que también el carbón activado, las arcillas activadas, la alúmina en polvo, y la sílice en gel se consideran como tamices moleculares.

Según <http://es.wikipedia.org> (2007), las zeolitas son aluminosilicatos con cavidades de dimensiones moleculares de 3 a 10 ángstrom. Contienen iones grandes y moléculas de agua con libertad de movimiento, para así poder permitir el intercambio iónico. Existen varios tipos de zeolita, nueve principales, y que surgen en las rocas sedimentarias:

Chabazita	Clinoptilolita	Erionita
Mordenita	Estilbita	Ferrierita
Filipsita	Huelandita	Laumantita

2. Importancia

Páez, O (2006), indica que se tienen reportes de que las rocas zeolitas fueron utilizadas en la antigüedad (hace más de 2000 años), como material de construcción, y que los cristales zeolíticos fueron descubiertos y reconocidos por

los años 1700 D.C., como un mineral raro (rareza geológica). A finales del siglo XIX se descubre, el primer yacimiento de Zeolita en el Mundo, pero esto no tuvo promoción y quedó en el olvido. En el siglo XX, el desarrollo de la Ciencia y la Técnica alcanzó niveles muy superiores al resto de los siglos pasados, por lo que, en breve tiempo las diferentes ramas de la Industria se desarrollaron vertiginosamente. Sin embargo, todavía en la primera mitad de ese siglo la Zeolita continuaba olvidada, desconocida y sin trascendencia. En la segunda mitad del siglo XX; por los años 60, los norteamericanos explotan por vez primera un yacimiento de Zeolita en el Estado de California, con la finalidad de emplearla en la industria del petróleo, para disminuir los costos de la gasolina. Este intento no tuvo el resultado esperado y dicho proyecto fue eliminado; sin embargo, abrió nuevas perspectivas para el empleo de la Zeolita en la agricultura, el tratamiento de residuales, la industria química, entre otros. Pudiera considerarse este hecho, el punto de partida hacia el desarrollo que actualmente se ha alcanzado con el uso y aplicación de dicho mineral.

Señala además, que ya estamos en el siglo XXI y la Zeolita sigue siendo el mineral prodigioso, polifacético y multipropósito, cuya presencia se hace imprescindible en muchos procesos agrícolas, sanitarios, industriales, entre otros. Debido a ello y a muchas razones más, la Zeolita continuará siendo el bienvenido "Mineral del Siglo".

Según Breck, N (2007), las zeolitas son caracterizadas por las siguientes propiedades:

- Alto grado de hidratación.
- Baja densidad y un gran volumen de vacíos cuando es deshidratado.
- La estabilidad de su estructura cristalina cuando se deshidrata.
- Las propiedades de intercambio del catión.
- Presenta canales moleculares uniformes clasificados en los cristales deshidratados.
- Por su habilidad de absorber gases y vapores.
- Por sus propiedades catalíticas.

Todas las zeolitas son consideradas como tamices moleculares, que son materiales que pueden absorber selectivamente moléculas en base a su tamaño, pero no todos los tamices moleculares son considerados como zeolitas, ya que también el carbón activado, las arcillas activadas, la alúmina en polvo, y la sílice en gel se consideran como tamices moleculares.

<http://www.uned.es> (2007), indica que en función del tamaño de los canales las *zeolitas* son capaces de absorber diferentes moléculas, por lo que resultan muy apropiadas como elementos tamizadores moleculares. Igualmente, son empleadas por sus propiedades de intercambio catiónico, empleándose para ablandar el agua (rebajar el contenido en Ca^{2+} del agua).

<http://www.epa.gov> (2007), reporta que las características de las zeolitas son las siguientes:

- La zeolita es capaz del intercambio selectivo de iones.
- La zeolita puede adsorber moléculas en su gran área interna, siempre que puedan pasar por las ventanas. La zeolita y el carbón son iguales en este aspecto, y se diferencian solamente en el área de adsorción a la que puede tener acceso una molécula dada que pase por sus "poros."
- La zeolita puede ser un catalizador ácido sólido. Puede funcionar como un ácido fuerte (aunque se mantiene como un sólido) cuando la hidratación ha sustituido un hidrógeno, por un electrón de valencia adicional, o un intercambio isoelectrónico con el aluminio.
- Se puede usar la zeolita como un tamiz molecular debido a que tiene un tamaño de ventana (o poro) uniforme.
- La zeolita es metaestable; quiere decir, es estable siempre que se mantenga a una temperatura y a un pH adecuados. Dentro de este rango, no se ve afectada por oscilaciones grandes de temperatura, presión, o radiación ionizante.
- La zeolita natural existe como una roca natural, y puede alcanzar el tamaño de una roca grande. Sin embargo, los cristales de zeolita sintetizada siempre miden menos de un milímetro -- esto es debido a que estos cristales crecen muy lentamente. Estos pequeños granos pueden transportar rápidamente la

molécula adsorbida al área de adsorción. El flujo de aire por el lecho de zeolita en polvo crea una gran pérdida de presión. Se han desarrollado zeolitas granulares en las cuales los granos se adhieren entre sí para crear canales más grandes, y como resultado hay menos resistencia al flujo de aire.

3. Propiedades físicas

Mediante <http://www.itzred.com.ar> (2007), las propiedades físicas de una zeolita deben de considerarse de dos formas:

- Primero una descripción mineralógica de la zeolita desde el punto de vista de sus propiedades naturales, incluyendo la morfología, hábitos del cristal, gravedad específica, densidad, color, tamaño del cristal o grano, el grado de cristalización, resistencia a la corrosión y abrasión.
- El segundo desde el punto de vista de su desempeño físico como un producto para cualquier aplicación específica, tomando en cuenta las características de brillantez, color, viscosidad de Broockfield, viscosidad de Hércules, área superficial, tamaño de partícula, dureza, resistencia al desgaste.

La caracterización de cualquier zeolita siempre incluye la descripción básica de sus características mineralógicas y una evaluación al cambio con el efecto con la humedad las cuales son consideradas para las aplicaciones comerciales específicas.

4. Propiedades químicas

En <http://www.itzred.com.ar> (2007), se manifiesta que las aplicaciones de las zeolitas naturales hacen uso de uno o más de sus propiedades químicas, que generalmente incluye el intercambio de iones, adsorción o deshidratación y rehidratación. Estas propiedades están en función de la estructura del cristal de cada especie, y su estructura y composición catiónica.

a. Propiedades de adsorción

Las zeolitas cristalinas son los únicos minerales adsorbentes. 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 cambiabiles. 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 adsorbidos en los canales deshidratados y cavidades centrales. Las moléculas demasiado grandes no pasan dentro de las cavidades centrales y se excluyen dando origen a la propiedad de tamiz molecular una propiedad de las zeolitas (<http://www.itzred.com.ar> 2007).

b. Propiedad de intercambio de cationes

<http://www.itzred.com.ar> (2007), indica que por procedimientos clásicos de intercambio catiónico de una zeolita se puede describir como la sustitución de los iones sodio de las zeolitas faujasitas por cationes de otros tamaños y otra carga. 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. El intercambio catiónico se puede efectuar de varios modos:

- Intercambio en contacto con una solución salina acuosa (intercambio hidrotérmico) o con un solvente no acuoso;
- Intercambio en contacto con una sal fundida. Por ejemplo, una zeolita A, originalmente con Ca, se pone en contacto con nitratos de litio, potasio o rubidio fundidos hacia 350 °C;
- Intercambio en contacto con un compuesto gaseoso. Por ejemplo, una zeolita faujasita Y, originalmente en su forma Na, se pone en contacto con HCl anhidro o NH₃, hacia 250 °C.

El intercambio de iones en una zeolita depende de:

- La naturaleza de las especies catiónicas, o sea, del catión, de su carga, etc.
- La temperatura.

- La concentración de las especies catiónicas en solución.
- Las especies aniónicas asociadas al catión en solución.
- El solvente (la mayor parte de los intercambios se lleva a cabo en solución acuosa, aunque también algo se hace con solventes orgánicos).
- Las características estructurales de la zeolita en particular.

c. Deshidratación - Rehidratación

En <http://www.itzred.com.ar> (2007), se indica que basadas en el comportamiento de deshidratación, las zeolitas pueden ser clasificadas como:

- Aquellas que muestran cambios estructurales no mayores durante la deshidratación y exhiben una continua pérdida de peso como una función de la temperatura.
- Aquellos que sufren mayores cambios estructurales, incluyendo colapsos durante la deshidratación, y exhiben discontinuidades en la pérdida de peso.

Un ejemplo típico del primer tipo son las zeolitas naturales como: la clinoptilolita, la mordenita, la erionita, la chabazita y zeolitos sintéticos como lo son los zeolitos A y X los cuales son termalmente estables de 700 a 800 °C la deshidratación zeolitas. El comportamiento en la deshidratación de las zeolitas en el segundo tipo es semejante a aquel que exhibe pérdida reversible de agua a bajas temperaturas, pero un mayor cambio estructural a una elevada temperatura, y los materiales pierden su carácter zeolítico.

5. Procesamiento comercial

Las zeolitas naturales son vendidas como productos triturados y cribados, finalmente como pulverizados o micronizados a productos ultra finos. El producto triturado y cribado de estos materiales es de bajo costo y es usado en aplicaciones simples como son: acondicionamiento de suelos o como vivienda de animales domésticos, que toleran un equitativo y amplio rango de tamaño de partícula. Muchas zeolitas son trituradas, pulverizadas y clasificadas en un rango

de tamaño de -60 a +325 mallas. Micronizando productos tan finos de 5 a 10 mm y productos ultra finos como de 1 mm los cuales son preparados para usos especiales como papel filtro (<http://www.quiminet.com.mx> 2007).

El desempeño de las zeolitas naturales puede incrementarse lavándose con ácido y solución de NaCl para subir los contenidos de iones de H⁺ y Na⁺ respectivamente. Los productos de clinoptilolita son particularmente incrementados en la capacidad de intercambio iónico por lavado para reemplazar los iones de K⁺ por iones de Na⁺ (<http://www.itzred.com.ar> 2007).

a. Materiales alternos

Cuando la zeolita natural entra al mercado como un producto nuevo, tienen que competir con productos de minerales que estaban bien establecidos. La entrada al mercado de la zeolita natural requiere de una demostración de equivalencia o superioridad técnica o alguna ventaja en el costo de cada aplicación. Las zeolitas sintéticas (cedazos moleculares) son los mayores materiales alternos a las zeolitas naturales. Las zeolitas sintéticas pueden adaptarse en sus características químicas y físicas para poder utilizarse en muchas aplicaciones y son más estables que sus equivalentes naturales. La zeolita natural tiene ventaja sobre la zeolita sintética en algunas aplicaciones y son capaces de trabajar en niveles inferiores de pH, también tienen un costo menor en relación con la zeolita sintética. El gel de sílice, el carbón activado y algunos materiales similares son más efectivos que la zeolita para muchas aplicaciones de intercambio iónico. La bentonita, la atapulgita y otros minerales muestran alta selectividad en la absorción y están disponibles en una gran gama de precios competitivos (<http://www.itzred.com.ar> 2007).

b. Coproductos y subproductos

Los depósitos que contienen dos o más zeolitas pueden generar varios productos o mezclas de los minerales de zeolita presente. Por ejemplo, los productos de zeolita desde las minas de Itaya en Japón, fuente de clinoptilonita y mordenita, incluye productos de mordenita, clinoptilonita y una mezcla entre los dos

minerales de mordenita-clinoptilonita dependiendo de la selectividad del minado y del proceso de beneficio. El minado de zeolitas puede generar bentonita como un subproducto o coproducto. En la operación de producción de mineral en Oregon, ambos minerales son minados desde fosos cercanos y procesados en la misma planta moledora (<http://www.itzred.com.ar> 2007).

6. Regulaciones ambientales

<http://www.itzred.com.ar> (2007), reporta que las regulaciones ambientales varían entre los estados y esto puede ser una fuente de conflicto entre los inspectores del gobierno y los operadores encargados del minado. Las zeolitas naturales son relativamente inocuas y no presentan problemas ambientales particulares, con tres excepciones:

- Varios minerales de zeolita tienen formas fibrosas y pueden comportarse como materiales de asbesto.
- Los cristales de silicio fino se generan usualmente en depósitos de zeolita y los productos finos pueden ser respirados (0.1%).
- El minado de la zeolita y las plantas procesadoras secas tienden a generar polvos, ocasionando problemas en la calidad del aire.

El polvo generado en la planta y el minado pueden considerarse como un contaminante ambiental local. La mayoría de las zeolitas contienen sílice en forma de sílice amorfa o cristalina. Las plantas procesadoras, pueden por lo tanto requerir de un sistema eficiente para controlar la contaminación del aire, que van desde la norma Benhouse en donde se utilizan colectores de polvo a precipitadores electrolíticos para minimizar la exposición de los trabajadores con estos polvos en el almacén del mineral o en los molinos y para cumplir con los requerimientos locales de control de calidad del aire. La mayoría de las zeolitas se producen usando métodos de procesamientos secos. El procesamiento de las zeolitas se inclina inevitablemente hacia procesos de lavados con agua y métodos húmedos de clasificación, requiriendo para esto un estanque de desperdicio o presa de jales y una manipulación apropiada de la planta.

Los minerales de zeolita son considerados generalmente por ser químicamente inertes, y la mayoría no son fibrosas. La erionita se establece como un mineral fibroso, mineral a circular y puede ser marcada como un posible cancerígeno en base a los estudios médicos, la modestia es también un mineral fibroso pero no es remarcado como un cancerígeno potencial.

7. Tipos de zeolitas

a. Zeolita natural

Actualmente se conocen unas cincuenta zeolitas naturales y más de ciento cincuenta se sintetizan para aplicaciones específicas como la catálisis industrial o como carga en la fabricación de detergentes. La clinoptilolita es una zeolita natural formada por la desvitrificación de ceniza volcánica en lagos o aguas marinas hace millones de años. Este tipo es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad. La clinoptilolita, como otras zeolitas, tiene una estructura similar a una jaula, consistiendo en tetraedros de SiO_4 y AlO_4 unidos por átomos de oxígeno compartidos. Las cargas negativas de las unidades de AlO_4 se equilibran con la presencia de cationes intercambiables, notablemente calcio, magnesio, sodio, potasio y hierro. Estos iones pueden ser desplazados por otras sustancias, por ejemplo metales pesados e iones de amoníaco. Este fenómeno se le conoce como intercambio catiónico, y es esta capacidad de la clinoptilolita lo que le da las útiles propiedades. La clinoptilolita se conoce también como adsorbente de ciertos gases, como el sulfito de hidrógeno y el dióxido de azufre (<http://www.zeolitanatural.com> 2007).

Páez, O (2006), indica que las Zeolitas naturales se agrupan en cantidades significativas que constituyen yacimientos; y se conocen cerca de 50 minerales de esta familia, entre las cuales tenemos las siguientes:

Analcima	Chabacita	Stilbita	Heulandita
Erionita	Gismondita	Faujasita	Laumontita
Mordenita	Clinoptilolita	Gonnardita	Ferrierita
Epistilbita	Filipsita	Natrolita	

Con relación a las propiedades de las Zeolitas naturales, es notable su baja densidad (muy livianas), su elevada capacidad de intercambio catiónico (Potasio por Sodio; Calcio por Magnesio; entre otros.), su elevado poder de adsorción y la gran facilidad para la hidratación (ganar agua) y deshidratación (perder agua). Su volumen está constituido por el 50% de espacios porosos, lo que le confiere una capacidad de absorción muy significativa. Debido a ello, en muchas ocasiones se compara a las Zeolitas con “una esponja”.

b. Zeolitas sintéticas o artificiales

Páez, O (2006), señala que las Zeolitas sintéticas han sido producidas a nivel industrial, después de varios años de intenso trabajo investigativo y de laboratorio. Gracias a ello, se ha logrado un producto similar al obtenido en condiciones naturales, mediante la modificación de sus cationes. En la producción de estos tipos de Zeolitas sintéticas, se ha tomado como patrón para su fabricación, las zeolitas naturales: Faujasita – Chabacita y Mordenita fundamentalmente. Esto significa que, la producción de zeolitas sintéticas ha sido a partir de patrones de zeolitas naturales, como requisito fundamental para su producción.

8. Aplicaciones

Páez, O (2006), reporta que cuando se va a decidir aplicar Zeolitas, es importante recordar que no todas los minerales de Zeolitas son iguales. Algunos pueden ser muy eficientes en el desarrollo de las plantas, mientras que otros pueden ser excelentes medios filtrantes, pero no significa que la misma Zeolita realice ambas funciones. Es sumamente importante entender que hay que conocer muy bien las características y propiedades de las Zeolitas para realizar la selección adecuada en función del tipo de aplicación.

Mediante <http://www.zeolitanatural.com> (2007), las aplicaciones de la clinoptilolita son extremadamente diversas, entre estas se pueden anotar las siguientes:

- Tratamiento de agua
- Tratamiento de aguas residuales

- Potabilización de agua
- Filtración de agua de piscinas
- Agricultura y Horticultura
- Suplemento dietético para animales
- Tratamiento de residuos de granjas
- Eliminación de amoníaco en piscifactorías
- Fabricación de fertilizantes de liberación lenta
- Modificación de suelo
- Medio de cultivo para plantas
- Usos industriales
- Purificación y separación de gases
- Manipulación de residuos nucleares
- Materiales de construcción ligeros
- Control de contaminación
- Otros usos
- Desodorizadores
- Deshumificadores
- Cuidado de mascotas

a. Tamices moleculares

Las zeolitas, debido a sus poros altamente cristalinos, se considera un tamiz molecular, pues sus cavidades son de dimensiones moleculares, de modo que al pasar el gas, las moléculas más pequeñas se quedan y las más grandes siguen su curso (<http://www.quiminet.com.mx> 2007).

<http://www.itzred.com.ar> (2007), señala que si un gas o un líquido están compuestos por dos tipos de moléculas, unas más grandes que las otras, y si disponemos de una zeolita cuyos poros o ventanas tengan un tamaño intermedio entre las moléculas pequeñas y las grandes, sólo las primeras entrarán en la zeolita, mientras que las segundas seguirán su camino. Así se habrán separado un componente de otro: la zeolita actúa como un tamiz de moléculas., en Inglaterra, demostró por primera vez que las zeolitas se comportaban como mallas moleculares. Hoy se insiste con razón en que los términos zeolita y tamiz

molecular no son realmente sinónimos. En realidad para ser tamiz molecular no es necesario que el material sea un aluminosilicato cristalino con una red abierta que permita el intercambio de iones y una deshidratación reversible, como es el caso de la zeolita.

b. Secado de gases

<http://www.itzred.com.ar> (2007), indica que una de las propiedades más importantes de las zeolitas, que las hace de uso obligado en muchos procesos de deshidratación, es su gran estabilidad térmica y el aumento de su capacidad de adsorción con la temperatura, la capacidad de adsorción de agua aumenta sustancialmente al calentarse a 300°C, permanece casi constante hasta los 600°C y decae bruscamente a temperatura más elevada .

c. Absorbe gases de desecho

Esta propiedad permite emplear las zeolitas como desodorantes en cochiqueras, granjas avícolas, vaquerías, cebaderos y otros locales donde predominan malos olores. En experimentos al respecto se ha encontrado que purifica el aire al absorber grandes cantidades de amoníaco gaseoso (Páez, O 2006).

d. Absorbe iones de metales pesados

Esta propiedad, junto con la anterior, convierte a las zeolitas en un gran agente purificador de las aguas empleadas en la actividad ganadera, pues puede liberarlas de desecho de gases e iones metálicos que contengan (Páez, O 2006).

e. Permite una mejor conversión de la biomasa en un biogás

Esto se deriva de las tres propiedades anteriores. Al mezclarse con las excretas empleadas para la obtención del biogás, disminuye su contenido de agua, al mismo tiempo que absorbe los gases sulfhídricos y mercaptanos (Páez, O 2006).

f. Tratamiento de purinos (orina de los animales).

Las zeolitas naturales pueden utilizarse en el control de malos olores generados en granjas de cultivo intensivo. Si se utiliza como aditivo en el pienso, disminuye notablemente el contenido en amoníaco en los purinos, también puede utilizarse directamente en el pozo de los purinos. Tienen una gran capacidad de absorción de amoníaco y del H₂S que provocan malos olores, y ayudan en el proceso de digestión anaeróbica de los purinos. El nivel óptimo de zeolita para minimizar la emisión de malos olores es independiente del nivel de humedad y del contenido en nitrógeno de los residuos a tratar, aunque estudios han demostrado que niveles entre 2 y 4 gramos de zeolita/litro de residuo resultan en la reducción del tiempo de digestión anaeróbica más eficaz (Páez, O 2006).

g. En la agricultura

Se utiliza como fertilizante; permiten que las plantas crezcan más rápido, pues les facilita la fotosíntesis y las hace más frondosas (<http://es.wikipedia.org> (2007)).

<http://www.quiminet.com.mx> (2007), señala que en la agricultura se emplea como acondicionador y fertilizante de suelos.

h. Control de la contaminación ambiental

Las propiedades únicas de las zeolitas permiten que puedan utilizarse potencialmente para prevenir o eliminar contaminación medioambiental. Pueden utilizarse para filtrar flujos de gases o líquidos de instalaciones industriales y son muy efectivas para limpiar terrenos contaminados. Sus propiedades absorbentes las hace ideales para limpiar vertimientos de productos peligrosos (Páez, O 2006).

i. Algunas aplicaciones tecnológicas de las Zeolitas

Entre las aplicaciones tecnológicas de las zeolitas Páez, O (2006), indica las siguientes:

- Tecnología para producir aire enriquecido en oxígeno.
- Tecnología para el empleo de la zeolita en producción de papel y goma.
- Tecnología para la micro pulverización de partículas.
- Tecnología para el empleo de las zeolitas en sistemas de enfriamiento.
- Tecnología para la fabricación de pinturas.
- Tecnología de obtención de zeolita modificada para diferentes aplicaciones en la medicina.

j. En la alimentación animal

Páez, O (2006), 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 micotoxinas, 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, M (2007), 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 permitió sustituir hasta 10 % del cereal por miel final sin afectar los indicadores productivos en la alimentación de pollos de engorde.

Zaldivar, V et al (2007), 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 micotoxinas 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 resultados del metabolismo energético determinan 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, da 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: eficientizadores del alimento (menos alimento mejor producción), desintoxicantes de amoníaco 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
- Eficientizadores del alimento (menos alimento mejor producción)

- Desintoxicantes de amoníaco y toxinas
- Antidiarreicos.

<http://es.wikipedia.org> (2007), 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.

k. En la acuicultura

<http://www.quiminet.com.mx> (2007) y <http://es.wikipedia.org> (2007), concuerdan en que en la acuicultura se utiliza como un ablandador de aguas, debido a su capacidad de intercambiar iones, y también se utiliza para hacer engordar más rápido a algunos peces, aunque el exceso puede ser mortal, por lo cual sólo se puede utilizar como un suplemento alimenticio. También fungen como removedores de amoníaco, sales y tóxicos en pilas y peceras.

B. PROTEÍNA

1. Concepto

Guevara, P (1999), menciona que las proteínas son compuestos orgánicos de elevado peso molecular. Contienen igual que las grasas y los glúcidos, oxígeno, carbono, hidrógeno, pero todas tienen además nitrógeno y muchas de ellas azufre. El contenido de un alimento en nitrógeno total se determina analíticamente con el método de Kjeldahl. Este método consiste esquemáticamente en mineralizar con ácido sulfúrico la muestra del alimento en presencia de un catalizador. De esta forma el nitrógeno orgánico se transforma en nitrógeno amoniacal y es desplazado con sosa cáustica y dosificado, después de ser recogido en una solución titulada de ácido sulfúrico o de ácido bórico. El nitrógeno total así determinado corresponde a sustancias nitrogenadas de naturaleza diferente y cuyo significado alimenticio no es similar.

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno,

oxígeno y nitrógeno. Pueden además contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos. Pueden considerarse polímeros de unas pequeñas moléculas que reciben el nombre de aminoácidos y serían por tanto los monómeros unidad. Los aminoácidos están unidos mediante enlaces peptídicos. La unión de un bajo número de aminoácidos da lugar a un péptido; si el número de aminoácidos que forma la molécula no es mayor de 10, se denomina oligopéptido, si es superior a 10 se llama polipéptido y si el número es superior a 50 aminoácidos se habla ya de proteína (<http://www.arrakis.es> 2007).

Damron, B et al (2007), señalan que las proteínas están constituidas de más de 23 compuestos orgánicos que son llamados aminoácidos. Las propiedades de una molécula proteica son determinadas por el número, tipo y secuencia de aminoácidos que lo componen. Los principales productos de las aves están compuestos de proteína. En materia seca, el cuerpo de un pollo maduro está constituido por más de 65% de proteína, y el contenido de huevo 65% de proteína.

Indican también, que los aminoácidos son los nutrientes esenciales, en lugar de la molécula de proteína en sí. Para asegurar que los niveles de aminoácidos se cumplan, el nutricionista debe incluir una variedad de alimentos que son buena fuente de proteína. La principal fuente de proteína para dietas de pollos son proteínas de origen animal como la harina de pescado y la harina de carne y hueso; y proteínas de plantas como harina de soya y harina de gluten de maíz.

Una de las razones para esto es que los científicos no están dispuestos a trabajar en ofrecer esta solución práctica, a la infinidad de información generada. Por ello es que se necesita del nutricionista de los planteles avícolas para interpretar, traducir y transferir estos datos en la solución de los aspectos prácticos de nutrición del pollo de engorde. Las necesidades proteicas del organismo son cubiertas por la alimentación, pero el organismo no puede utilizarlas directamente, tienen que transformarse durante el proceso de la digestión, reduciéndose a sus más sencillos componentes, los aminoácidos (<http://www.tuotromedico.com> 2007).

2. Estructura de las proteínas

La organización de una proteína viene definida por cuatro niveles estructurales denominados: estructura primaria, estructura secundaria, estructura terciaria y estructura cuaternaria. Cada una de estas estructuras informa de la disposición de la anterior en el espacio (<http://www.arrakis.es> 2007).

a. Estructura primaria

La estructura primaria es la secuencia de aminoácidos de la proteína. La función de una proteína depende de su secuencia y de la forma que ésta adopte (<http://www.arrakis.es> 2007).

b. Estructura secundaria

La estructura secundaria es la disposición de la secuencia de aminoácidos en el espacio. Los aminoácidos, a medida que van siendo enlazados durante la síntesis de proteínas y gracias a la capacidad de giro de sus enlaces, adquieren una disposición espacial estable, presentan esta estructura secundaria la queratina de la seda o fibroína (<http://www.arrakis.es> 2007).

c. Estructura terciaria

La estructura terciaria informa sobre la disposición de la estructura secundaria de un polipéptido al plegarse sobre sí misma originando una conformación globular. En definitiva, es la estructura primaria la que determina cuál será la secundaria y por tanto la terciaria.. Esta conformación globular facilita la solubilidad en agua y así realizar funciones de transporte, enzimáticas, hormonales, etc. (<http://www.arrakis.es> 2007).

d. Estructura cuaternaria

Esta estructura informa de la unión , mediante enlaces débiles (no covalentes) de varias cadenas polipeptídicas con estructura terciaria, para formar un complejo

proteico. Cada una de estas cadenas polipeptídicas recibe el nombre de protómero. El número de protómeros varía desde dos como en la hexoquinasa, cuatro como en la hemoglobina, o muchos como la cápsida del virus de la poliomielitis, que consta de 60 unidades proteicas (<http://www.arrakis.es> 2007).

3. Propiedades de las proteínas

a. Especificidad

La especificidad se refiere a su función; cada una lleva a cabo una determinada función y lo realiza porque posee una determinada estructura primaria y una conformación espacial propia; por lo que un cambio en la estructura de la proteína puede significar una pérdida de la función. Además, no todas las proteínas son iguales en todos los organismos, cada individuo posee proteínas específicas suyas que se ponen de manifiesto en los procesos de rechazo de órganos transplantados (<http://www.arrakis.es> 2007).

b. Desnaturalización

Consiste en la pérdida de la estructura terciaria, por romperse los puentes que forman dicha estructura. Todas las proteínas desnaturalizadas tienen la misma conformación, muy abierta y con una interacción máxima con el disolvente, por lo que una proteína soluble en agua cuando se desnaturaliza se hace insoluble en agua y precipita. La desnaturalización se puede producir por cambios de temperatura, (huevo cocido o frito), variaciones del pH. En algunos casos, si las condiciones se restablecen, una proteína desnaturalizada puede volver a su anterior plegamiento o conformación, proceso que se denomina renaturalización (<http://www.arrakis.es> 2007).

4. Clasificación de proteínas

Las proteínas son empleadas por el organismo para la estructuración de los tejidos y como material de repuesto de los tejidos que se van gastando en el desarrollo de la vida. También juegan un papel energético, pero menos importante

que el de las grasas o carbohidratos (<http://www.tuotromedico.com> 2007).

De acuerdo a <http://www.arrakis.es> (2007), se clasifican en (Cuadro 1 y 2):

- Holoproteínas. formadas solamente por aminoácidos
- Heteroproteínas: formadas por una fracción proteínica y por un grupo no proteínico, que se denomina "grupo prostético"

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

HOLOPROTEÍNAS	Tipos
Globulares	<ul style="list-style-type: none">- Prolaminas: Zeína (maíz), gliadina (trigo), hordeína (cebada)- Gluteninas: Glutenina (trigo), orizanina (arroz).- Albúminas: Seroalbúmina (sangre), ovoalbúmina (huevo), lactoalbúmina (leche)- Hormonas: Insulina, hormona del crecimiento, prolactina, tirotropina- Enzimas: Hidrolasas, Oxidasas, Ligasas, Liasas, Transferasas...etc.
Fibrosas	<ul style="list-style-type: none">- Colágenos: en tejidos conjuntivos, cartilagosos- Queratinas: En formaciones epidérmicas: pelos, uñas, plumas, cuernos.- Elastinas: En tendones y vasos sanguíneos- Fibroínas: En hilos de seda, (arañas, insectos)
HETEROPROTEÍNAS	
Glucoproteínas	<ul style="list-style-type: none">- Ribonucleasa- Mucoproteínas- Anticuerpos- Hormona luteinizante
Lipoproteínas	De alta, baja y muy baja densidad, que transportan lípidos en la sangre.
Nucleoproteínas	<ul style="list-style-type: none">- Nucleosomas de la cromatina- Ribosomas
Cromoproteínas	<ul style="list-style-type: none">- Hemoglobina, hemocianina, mioglobina, que transportan oxígeno- Citocromos, que transportan electrones

Fuente: <http://www.arrakis.es> (2007).

Cuadro 2. FUNCIONES Y EJEMPLOS DE PROTEÍNAS

Función	Tipo de proteína
Estructural	<ul style="list-style-type: none">- Como las glucoproteínas que forman parte de las membranas.- Las histonas que forman parte de los cromosomas- El colágeno, del tejido conjuntivo fibroso.- La elastina, del tejido conjuntivo elástico.- La queratina de la epidermis
Enzimática	<ul style="list-style-type: none">- Son las más numerosas y especializadas. Actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas
Hormonal	<ul style="list-style-type: none">- Insulina y glucagón- Hormona del crecimiento- Calcitonina- Hormonas tropas
Defensiva	<ul style="list-style-type: none">- Inmunoglobulina- Trombina y fibrinógeno
Transporte	<ul style="list-style-type: none">- Hemoglobina- Hemocianina- Citocromos
Reserva	<ul style="list-style-type: none">- Ovoalbúmina, de la clara de huevo- Gliadina, del grano de trigo- Lactoalbúmina, de la leche

Fuente: <http://www.arrakis.es> (2007).

C. EL POLLO DE ENGORDE

1. Descripción

De acuerdo a <http://www.agronegocios.gob.sv> (2007), la crianza y engorde de pollos es una actividad que se realiza con la finalidad de producir la mayor cantidad de carne al más bajo costo; para conseguir lo anterior se necesita combinar tres elementos:

- Excelente material genético (pollo), que sea capaz de convertir más

eficientemente el alimento y estar listo para el mercado en menor tiempo.

- Alimento que cubra todas las necesidades nutricionales del pollo.
- Manejo, que incluya una buena prevención contra enfermedades, para que permita, al pollo, desarrollar su potencial genético y al alimento cumplir con su misión para lograr el objetivo final: “Un pollo sano, con buen peso y buena conversión alimenticia”.

Leeson, S (2007), señala que la velocidad de crecimiento de los broilers continúa aumentando. Las velocidades de crecimiento más altas llevan otros problemas asociados. Actualmente se considera que la máxima velocidad de crecimiento del broiler no es siempre la más rentable. Por ejemplo, la mayoría de los problemas de patas y de mortalidad debidos al síndrome de la muerte súbita y ascitis están relacionados directamente con la velocidad de crecimiento. Programas de alimentación dirigidos a ralentizar el crecimiento pueden ser beneficiosos en términos de kg de peso vivo comercializados por metro cuadrado de nave. Otro área de interés actual en la nutrición del broiler es el efecto de la dieta sobre la composición de la canal y la producción de carne. Dado que el número de canales que son deshuesadas y posteriormente procesadas de una forma determinada sigue aumentando, es evidente que deben desarrollarse programas de alimentación que permitan aumentar la rentabilidad. En el pasado los trabajos de investigación se centraban en los cambios nutricionales para reducir el contenido en grasa de la canal. Recientemente el énfasis ha cambiado hacia maximizar la producción de carne, especialmente de pechuga.

Fuentes, E (2007), indica que en el manejo integral del pollo de engorda, debemos referirnos a los cuatro pilares fundamentales que se deben tener en cuenta en cualquier explotación pecuaria eficiente:

- Sanidad: aves de excelente calidad es decir pollitos sanos, fuertes y vigorosos que garanticen un peso adecuado de acuerdo a los parámetros productivos para la raza, junto con prácticas sanitarias que disminuyan al máximo los riesgos de enfermedades.
- Genética: líneas genéticas respaldadas por casas matrices que desarrollan un

trabajo genético sobre reproductoras. Hoy en día el mercado es muy exigente y cada compañía tendrá la línea de pollos que sea más conveniente para sus condiciones.

- Nutrición: alimento producido con excelentes materias primas y formulación, que provea al pollito los nutrientes adecuados para su desarrollo. Los sistemas de alimentación junto con los de selección genética también han venido mejorando progresivamente la eficiencia y por lo tanto la ganancia de peso.
- Manejo: excelentes prácticas de manejo, o sea hacer lo más confortable posible la vida del pollo durante el engorde, para que éste desarrolle todo el potencial genético que tiene. Se debe tener en cuenta que el manejo no es rígido, por el contrario, tiene normas elásticas que se aplican dependiendo de las construcciones, medio ambiente, sexo, alimento, estado sanitario, etc.

En resumen el manejo del pollito depende en gran parte de la iniciativa que apliquen las personas que laboran con el ave. "Se debe hacer lo que el ave necesita", no lo que cree, quien la supervisa. Es necesario tener presente que el pollo de engorde debe alimentarse para ganar peso en el menor tiempo posible, con una buena conversión y alta supervivencia en este proceso, de tal manera que al relacionar estos resultados permitan una buena rentabilidad del negocio avícola.

2. Alojamiento y equipo

En <http://www.agronegocios.gob.sv> (2007), se reporta que la construcción de las galeras debe ser de preferencia bien ventiladas y orientadas de tal manera que los vientos predominantes de la zona peguen en las culatas y no en los laterales; su forma de preferencia rectangular buscando simetría entre largo y ancho hasta un máximo de 10 metros de ancho y una altura máxima de 5 metros.

- Espacio vital: coloque de 9 a 12 pollos por metro cuadrado.

- Equipo: utilice una fuente de calor que puede ser: criadora de gas, reflectores, focos, etc.; con respecto a los comederos la primera semana debe usar un comedero tipo bandeja y posteriormente use comederos formales. Usar bebederos plásticos de un galón de capacidad para pollitos tiernos y luego usar bebederos formales; la camada debe ser de un material que absorba mucha humedad, no se apelmace y que el material no sea tóxico; uno de los mejores materiales es la granza de arroz.

3. Crianza

Una de las formas más comunes y la sugerida para la crianza de pollo de engorde es la llamada: “Crianza localizada” en donde los pollitos tienen una fuente central de calor y también tienen acceso a áreas más frescas. Utilizar círculos de por lo menos 30 cm. de alto y 2.5 m de diámetro. Los círculos deben quitarse entre los 7 y 10 días de edad, pasando los pollitos a un área mayor pero siempre limitada (<http://www.agronegocios.gob.sv> 2007).

4. Alimentación

No proporcionar alimento a los pollitos inmediatamente que lleguen, primero se debe dejar que tengan acceso al agua, por lo menos dos horas; luego poner las bandejas o tapaderas de cajas con el alimento y regarles un poco de alimento en el papel. No seguir utilizando los comederos para pollitos después de la primera semana; hay que tener cuidado de cambiar el equipo gradualmente, lo que significa que antes de retirar el equipo de pollitos tiernos debemos de estar seguros que saben usar el siguiente equipo. Los pollos de engorde rinden bien con un programa normal de alimentación de cuatro semanas de alimento iniciación engorde, seguido de alimento finalizador engorde, hasta llevarlos a pesos de mercado, generalmente esto sucede entre cinco y seis semanas. El alimento iniciación engorde debe contener 21% de proteína y el finalizador 18% y además contar con todos los demás nutrientes que el pollo necesita en cada etapa como se detalla en el cuadro 3 (<http://www.agronegocios.gob.sv> 2007).

Cuadro 3. PROMEDIO SEMANAL DE PESO VIVO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Edad (semanas)	Peso Prom. (g)	Gan. Peso/ Semana (g)	Consumo de alimento (g)		Conversión alimenticia
			Cantidad	Acumulado	
1	110	-	95	95	
2	290	180	290	385	1.33
3	570	280	480	865	1.52
4	900	330	625	1490	1.66
5	1260	360	760	2230	1.77
6	1620	360	830	3060	1.89
7	1980	360	940	4000	2.02
8	2350	370	1050	5050	2.15
9	2720	370	1150	6200	2.28

Fuente: Ibro (2002).

5. Iluminación

Los mejores resultados se han obtenido con 22 a 23 horas de luz (natural mas artificial); si se tiene esta facilidad es recomendable hacerlo; sin embargo durante los 3 primeros días se debe usar 24 hora luz. Es importante someter a los pollos a la oscuridad total por una o dos horas cada noche para reducir el riesgo de pánico si las luces se apagan de repente a causa de una falta de electricidad. Para aprovechar el cambio gradual de día a noche, el principio del período de oscuridad debe coincidir con la puesta del sol (<http://www.agronegocios.gob.sv> 2007).

6. Aqua

Paralelamente al problema de la ventilación se presentan el de mantener limpia y fresca el agua de las aves en todo momento. El agua es necesaria para todos los procesos vitales como la digestión, metabolismo y respiración. También actúa como regulador de la temperatura del cuerpo, aumentando o aminorando el calor y como conductor de desechos a eliminar de las funciones corporales. En la composición del pollo el agua ocupa el 70%, el cual bebe dos y media veces más

de la cantidad de alimento que ingiere. La ausencia o escasez de agua por 12 horas puede causar retraso en el proceso de crecimiento del pollo (<http://www.agronegocios.gob.sv> 2007).

7. Enfermedades y su prevención

La limpieza y desinfección son factores vitales en la prevención de las enfermedades, esto acompañado de un buen plan de vacunación y manejo los problemas de enfermedades son mínimos. A la limpieza y desinfección debe seguir un plan de vacunación que incluya 2 vacunaciones contra la enfermedad de New Castle, a los 8 y 23 días de edad y finalizar con un buen manejo que no permita humedades, visitas y que proporcione el espacio adecuado en equipo y densidad (<http://www.agronegocios.gob.sv> 2007).

8. Comercialización

Mediante <http://www.agronegocios.gob.sv> (2007), antes de comenzar una explotación de pollo de engorde se debe determinar:

- Número de pollos por manada
- Edad a la venta.
- Peso del pollo que se va a vender.
- Precio promedio que se espera recibir.
- Cómo se venderá, vivo ó aliñado.

En resumen, se necesita un estudio de mercado el cual determinará con base en los posibles consumidores lo que se necesita producir. Muchos fracasos comienzan por producir sin saber dónde y cómo se venderá lo producido.

9. Recomendaciones generales

<http://www.agronegocios.gob.sv> (2007), señala en el manejo del pollo de engorde las siguientes recomendaciones:

- Criar los pollitos en aislamiento (todo dentro, todo fuera).
- Las 3 primeras semanas son determinantes por lo que se debe hacer un buen manejo del calor y el frío, ya que esto repercute sobre el desarrollo posterior de los pollos.
- Llevar un record o registro que incluya: fecha de nacimiento, número de pollo recibidos, edad, pesos, consumo de alimento, conversión, etc.
- A los pollos de engorde nunca les debe faltar el agua y el alimento.
- Alejar roedores y aves silvestres.
- No permitir visitas.
- Si aparece un problema, consultar inmediatamente con un entendido.
- Deshacerse rápida y adecuadamente de las aves muertas.
- Vender primero los machos ya que alcanzan mayores pesos.

10. Labores semanales más importantes

Fuentes, E (2007). Indica que cuando el pollo se va desarrollando, semanalmente se hacen labores específicas, algunas de las cuales se mencionan a continuación:

- Eliminar círculos y ampliar el pollo a partir del tercer día y continuar aumentando espacio según la necesidad, hasta que quede en todo el galpón.
- Distribuir calefacción y aumentar la cantidad de comederos y bebederos en cada ampliación.
- Reemplazar siempre un bebedero manual por un bebedero automático, hasta retirar todos los bebederos manuales entre los 10 a los 12 días.
- Remover comederos varias veces al día, durante todo el tiempo de engorde del pollo; igualmente lavar bebederos diariamente por la mañana y desconchar todas las tardes.
- Al inicio de cada semana y a primera hora de la mañana realizar el pesaje correspondiente, que sea representativo en cada sección del galpón.

11. Producción de carne/Composición de la canal

Leeson, S (2007), reporta que aunque los genetistas intentan modificar la proporción de carne y grasa de la canal, se sabe que tales cambios serán

bastante pequeños y que necesitarán de muchas generaciones para ser comercialmente cuantificables. Por el contrario, la composición de la canal puede modificarse con parámetros tales como la edad del ave, el sexo, las condiciones ambientales y por cambios en la dieta. Con la edad, las aves depositan más grasa en la canal. Esto está relacionado con la madurez y ocurre en la mayoría de los animales. Con aves de carne de 30 días de edad (picantón), el problema es conseguir reservas suficientes de grasa corporal. Con broilers de 70 días, son inevitables los depósitos de grasa excesivos. La grasa abdominal en un ave de 28 días representa alrededor del 1,5% del peso vivo eviscerado. A los 70 días de edad, esta proporción aumenta por encima del 3 % del peso de la canal. Afortunadamente para el consumidor, esta grasa puede ser apartada previa a la venta. Sin embargo, ese 3% de grasa abdominal representa una pérdida directa para el procesador y aumenta significativamente el consumo de energía del ave durante el crecimiento. Las hembras son más grasas que los machos, ya que las hormonas femeninas estimulan la deposición de grasa. Desde un punto de vista práctico, esta diferencia obliga a imponer un límite superior a la edad de sacrificio de las hembras. A más días (+40 d) depositan más y más grasa. Los índices de conversión empeoran, ya que se necesita casi el doble de pienso para depositar un gramo de grasa vs. un gramo de carne. Las condiciones ambientales también influyen en la composición de la canal en términos de cantidad de grasa depositada. Si el ambiente es cálido, las aves tienden a ser más grasas.

Además, este investigador señala que en estudios recientes determinaron que por cada aumento de 10 °C en la temperatura ambiental, la grasa de la canal aumenta alrededor de un 2%. Por el contrario, en un ambiente fresco las canales producidas serán más magras. No obstante, dado que este grado de manipulación ambiental tiene un efecto importante sobre otros factores, como el crecimiento y el índice de conversión, no es práctico pensar que podamos influir por esta vía. La composición de la canal puede ser alterada mediante las dietas y su manejo. Los principales factores nutricionales a considerar son el perfil de nutrientes de la dieta, especialmente la relación proteína:energía, el manejo del pienso y, en algunas ocasiones, la elección de ingredientes.

Cuando se estudia el efecto de los niveles de energía o proteína sobre la

composición de la canal es muy importante considerar las unidades de medida. A menudo se discute el efecto de la dieta sobre cambios porcentuales de la composición de la canal, y en algunas ocasiones el porcentaje de un componente cambia simplemente porque ha existido un cambio proporcional de otro componente.

D. ALIMENTACIÓN DE LAS AVES

<http://www.agroInformacion.com> (2007), indica que la alimentación de las aves en general presentan las siguientes características:

- Las aves presentan un crecimiento metabólico rápido
- El metabolismo tiene que atender a la destrucción y formación de tejidos en un periodo de tiempo relativamente corto y al mantenimiento de estos tejidos a una temperatura elevada.
- El metabolismo debido a la rapidez con que se produce el desarrollo permite que las aves lleguen a una edad adulta relativamente antes que otras especies domésticas, lo que se traduce en un consumo de alimento por peso vivo bastante mayor en comparación a otras especies domésticas.

1. Particularidades

El racionamiento de aves debe proporcionar dietas con un contenido en proteínas adecuado a las necesidades orgánicas de los animales. El contenido en proteínas debe estar equilibrado con el resto de componentes, especialmente carbohidratos y lípidos. En la ración también deben aparecer los minerales en cantidades ajustadas, así como los aportes de Ca y P. Las vitaminas juegan un papel importante en la producción de carne y huevos y deben estar perfectamente ajustadas. Debe existir una relación convenientemente equilibrada entre la materia seca de la ración y los principios digestibles, o sea entre volumen y digestibilidad. El consumo de agua será función de la temperatura ambiente. Racionar siempre considerando aspectos económicos que permitan maximizar la producción al mínimo coste (<http://www.agroInformacion.com> (2007)).

2. Nutrientes

Damron, B et al (2007), reportan que los nutrientes son sustancias químicas que se encuentran en los alimentos que pueden ser utilizados, y son necesarios, para el mantenimiento, crecimiento, producción y salud de los animales. Las necesidades de nutrimentos de las aves son muy complejas y varían entre especies, raza, edad y sexo del ave. Más de 40 compuestos químicos específicos o elementos son nutrientes que necesitan estar presentes en la dieta para procurar la vida, crecimiento y reproducción. Los alimentos son frecuentemente divididos en seis clasificaciones de acuerdo a su función y naturaleza química: agua, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Para una mejor salud y desarrollo, una dieta debe incluir todos estos nutrientes conocidos en cantidades correctas. Si hay una insuficiencia de alguno, entonces el crecimiento se vera disminuido. Aunque los mismos nutrientes encontrados en la dieta son encontrados en los tejidos del cuerpo y huevos de las aves, no hay una transferencia directa de nutrientes del alimento al tejido. Los nutrimentos de los alimentos deben ser digeridos, absorbidos y reconstruirse hacia tejido del ave.

Los requerimientos nutritivos de los broilers de acuerdo a la edad se resumen en el cuadro 4:

Cuadro 4. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE POLLOS BB DE ACUERDO A LA EDAD

Nutriente	Edad del ave			
	1 a 7 días	8 a 21 días	22 a 35 días	36 a 42 días
Proteína (Min), %	22.0	20.0	18	19.5
Humedad (Min), %	12.5	12.5	12.5	12.5
Grasa (Min), %	5.0	6.0	6.0	5.0
Fibra (Máx. %)	3.0	3.0	4.0	4.0
E.L.N (Min), %	50.0	50.0	55.0	53.0

Fuente: <http://www.alimentosagrobueyca.com> (2007).

3. Utilización de nutrientes

a. Agua

Las raciones para aves poseen por término medio un 10% de humedad. El consumo de agua debe ser aproximadamente 2-2.5 gr./Kg. de pienso consumido en el periodo de crecimiento y desarrollo de las gallináceas. (0 a 35 días) y de 1.5 a 2 gr./Kg. de pienso consumido en el acabado y de puesta (30-35 días hasta sacrificio y desde 20-22 semanas hasta 80-82 semanas de edad respectivamente). En el caso de déficit de agua en los pollitos aparecen necrosis, arrugamiento de piel de los tarsos. En las ponedoras disminuye el tamaño, peso y grosor de la cáscara de huevos. En adultos aparecen necrosis en ovarios. El consumo de agua debe aumentar en verano al ser función de la temperatura <http://www.agroInformacion.com> (2007).

Damron, B et al (2007), señalan que el agua es probablemente el nutriente más importante para los pollos porque una deficiencia en el suministro adecuado afectará adversamente el desarrollo del pollo mas rápidamente que la falta de cualquier otro nutriente. Esta es la razón por la cual es muy importante mantener un adecuado suministro de agua, limpia fresca y fría todo el tiempo. Un bebedero automático, puesto en el lugar más fresco de la casa o caseta es lo mejor para utilizar en operaciones de parvadas pequeñas. Si los bebederos se llenan manualmente, se debe considerar el número y la frecuencia con que se van a llenar para asegurar el suministro de adecuado. El agua tiene una gran importancia en la digestión y metabolismo del ave. Forma parte del 55 a 75% del cuerpo del ave. El agua suaviza el alimento en el buche y lo prepara para ser molido en la molleja. Muchas reacciones químicas necesarias en el proceso de digestión y absorción de nutrientes son facilitadas o requieren agua. Si son administrados medicamentos u otros aditivos a través del agua, debe tenerse cuidado, para hacerse las medidas precisas de agua y componente y se haga la mezcla de manera correcta antes de administrarse. También, siga las instrucciones de la etiqueta de cuanto tiempo debe de darse el medicamento. Al final de ese periodo los bebederos deben vaciarse y lavarse.

b. Carbohidratos

Los carbohidratos componen la porción más grande en la dieta de las aves. Se encuentran en grandes cantidades en las plantas, aparecen ahí usualmente en forma de azúcares, almidones o celulosa. El almidón es la forma en la cual las plantas almacenan su energía, y es el único carbohidrato complejo que las aves pueden realmente digerir. El pollo no tiene el sistema de enzimas requerido para digerir la celulosa y otros carbohidratos complejos, así que se convierte parte del componente fibra cruda. Los carbohidratos son la mayor fuente de energía para las aves, pero solo los ingredientes que contengan almidón, sucrosa o azúcares simples son proveedores eficientes de energía. Una variedad de granos, como el maíz, trigo y mijo, son importantes fuentes de carbohidratos en las dietas para pollos (Damron, B et al 2007).

Almidones, sacarosa, maltosa, manosa, fructosa y pentosas en pequeñas cantidades (arabinosa y xilosa) son bien aprovechadas por las aves, al contrario que la celulosa y hemicelulosa. La digestibilidad de almidón y azúcares es muy elevada en las aves, en tanto que celulosa y lignina son escasamente digestibles (<http://www.agroInformacion.com> (2007)).

c. Grasas

Las grasas son una fuente importante de energía para las dietas actuales de aves porque contienen más del doble de energía que cualquier otro nutriente. Esta característica hace a las grasas una herramienta muy importante para la formulación correcta de las dietas de iniciación y crecimiento de las aves. La grasa forma parte del 17% de peso seco de pollo al mercadeo. Las grasas en los ingredientes son importantes para la absorción de vitaminas A, D₃, E y K, y como fuente de ácidos grasos esenciales. Para muchos productores de alimentos comerciales, la grasa animal o grasa amarilla sería la fuente de grasa para suplementar (Damron, B et al 2007).

Los ácidos grasos insaturados son más digestibles y los saturados se usan en dietas de aves, tanto aceites como sebos que pueden ser más eficientes

energéticamente. La digestibilidad de aceites es del 95% y de sebos del 75%. Las grasas son a la vez fuente de vitaminas liposolubles y de pigmentos como xantofilas que son agentes causantes de la coloración de yemas y tarsos <http://www.agroInformacion.com> (2007).

d. Proteínas

Damron, B et al (2007), señalan que las proteínas están constituidas de más de 23 compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y sulfuro. Son llamados aminoácidos. Las propiedades de una molécula proteica son determinadas por el número, tipo y secuencia de aminoácidos que lo componen. Los principales productos de las aves están compuestos de proteína. En materia seca, el cuerpo de un pollo maduro está constituido por más de 65% de proteína. Los científicos aprendieron hace muchos años que estos aminoácidos eran los nutrientes esenciales, en lugar de la molécula de proteína en sí. Para asegurar que los niveles de aminoácidos se cumplan, el nutricionista debe incluir una variedad de alimentos que son buena fuente de proteína. Muchos tipos de ingredientes son necesarios porque un solo ingrediente es una fuente inadecuada de todos los aminoácidos requeridos. La principal fuente de proteína para dietas de pollos son proteínas de origen animal como la harina de pescado y la harina de carne y hueso; y proteínas de plantas como harina de soya y harina de gluten de maíz.

e. Minerales

Esta clase de nutriente está dividida en macrominerales (aquellos que son necesarios en grandes cantidades) y los microminerales o elementos traza. Aunque los microminerales son requeridos sólo en pequeñas cantidades, la falta o inadecuado suministro en la dieta puede ser perjudicial para los pollos como la falta de un macromineral. Los minerales tienen un número importante de funciones en el cuerpo humano. La más reconocida ampliamente es la formación de huesos; fuertes, rígidos y duros. Los minerales son necesarios para la formación de células de la sangre, activación de enzimas, metabolismo de energía, y la función adecuada del músculo (Damron, B et al 2007).

Además señalan, que los granos son deficientes en minerales, por lo que en los alimentos para aves es necesario suplementar. Calcio, fósforo y sales son necesarios en grandes cantidades. La piedra caliza y conchas son una buena fuente de calcio. Dicalcio y fosfatos difluorados son los acarreadores de costumbre de fósforo y calcio para dietas para aves. Microminerales como hierro, cobre, zinc, manganeso y yodo son normalmente suministradas a través de una mezcla de minerales traza.

Especialmente se necesitan grandes aportes de Calcio y Fósforo en buen equilibrio. Las fuentes de calcio son minerales como carbonato cálcico, cáscara de huevo o harina de huesos. La fuente de fósforo es principalmente fosfato cálcico (<http://www.agroInformacion.com> (2007)).

f. Vitaminas

Las 13 vitaminas requeridas por las aves son usualmente clasificadas como solubles en grasa o solubles en agua. Las vitaminas solubles en grasa incluyen vitamina A, D₃, E y K. Las vitaminas solubles en agua son tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, ácido fólico, biotina, ácido pantoténico, piridoxina, vitamina B12 y colina. Todas estas vitaminas son esenciales para la vida y deben ser suministradas en cantidades apropiadas para que los pollos puedan crecer y reproducirse. La vitamina A es necesaria para la salud y el correcto funcionamiento de la piel y para el recubrimiento del tracto digestivo, respiratorio y reproductivo. La vitamina D₃ tiene una función importante en la formación del hueso y en el metabolismo de calcio y fósforo. El complejo de vitaminas B están involucradas en el metabolismo energético y en el metabolismo de muchos otros nutrientes. Aunque algunas vitaminas son abundantes en los ingredientes alimenticios, el nutricionista utiliza una premezcla de vitaminas rutinariamente en las dietas para asegurar la adecuada fortificación (Damron, B et al 2007).

4. Piensos compuesto

Se usan piensos compuestos basados en la presencia de cereales principalmente como fuente de energía. De estos los más empleados son los granos de maíz,

trigo, cebada, avena, sorgo, mijo, etc. También se usan aceites vegetales y sebos, sobre todo los primeros. Los subproductos de molinería se emplean menos al ser alimentos más bien fibrosos. Como fuentes de nitrógeno se emplean tortas de oleaginosas siempre que se vigile la ausencia de aflatoxinas. La torta de algodón no se recomienda por su alto contenido en gossipol que vuelve oscura la clara de huevo. No se recomienda el empleo de ensilados y si de harina de alfalfa deshidratada para las ponedoras por que aporta pigmentación y proteínas. Los minerales se aportan en forma de carbonato cálcico como tal o en forma de conchilla de ostras o cáscara de huevo desecada y molida. Se deben emplear fosfato bi y tricálcico. En general, la elaboración de piensos compuestos se debe realizar usando pocas materias primas (<http://www.agroInformacion.com> 2007).

5. Aditivos en los alimentos

Los alimentos para aves frecuentemente contienen sustancias que no tienen que ver directamente con reunir los requerimientos de nutrientes. Un antioxidante, por ejemplo, puede ser incluido para prevenir rancidez de la grasa de la dieta, o protegiendo nutrientes por pérdidas debido a oxidación. Compactadores de pellets pueden ser utilizados para incrementar la textura y firmeza de los alimentos pelletizados. Los coccidiostatos son también utilizados en alimentos para pollos de engorda y en dietas para crianza de reemplazos de pollonas. Algunas veces son incluidos antibióticos para estimular la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia de pollos jóvenes. Si tenemos coccidiostatos y / o antibióticos en el alimento, debe ponerse mucha atención en las instrucciones de la etiqueta, y el tiempo de retiro de estos debe ser estrictamente de acuerdo a las instrucciones (Damron, B et al 2007).

6. Consumo de alimento en broilers

Ibro (2002) indica que los nutrientes que constituyen el elemento básico alimenticio, proveen al organismo los compuestos nutritivos que necesita para cumplir su ciclo biológico. En el cuadro 5 se anotan las recomendaciones de la cantidad a suministrar a estos animales de acuerdo a la edad.

Cuadro 5. CONSUMO DE ALIMENTO, PESO DEL POLLO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS POLLOS PARRILLEROS

Edad semanas	Consumo alimento Sem, Kg.	Consumo alimento acumulado Kg.	Peso de pollo Kg.	Conversión alimenticia
1	0,13	0,13	0,15	1,20
2	0,34	0,48	0,35	1,14
3	0,48	0,98	0,60	1,60
4	0,57	1,56	0,90	1,70
5	0,69	2,30	1,29	1,175
6	0,78	3,10	1,70	1,82
7	0,93	4,02	1,82	2,00
8	1,11	5,15	2,29	2,21

Fuente: Nutril (2004).

7. Consideraciones en el manejo del alimento de las aves

a. Utilice alimento correcto

Los alimentos para aves son comúnmente clasificados como iniciador, crecimiento, finalizador o ponedoras, dependiendo del tipo y edad del ave que se va a alimentar. El nombre de la marca de alimento y las instrucciones en él, deben indicar para qué tipo de pollos fue elaborado (Damron, B et al 2007).

b. Errores en la alimentación

El error más común es utilizar el alimento equivocado. No alimente a sus aves con alimento picado o desperdicios de cocina. No mezcle un alimento totalmente comercial con granos picados. La mayoría de los alimentos comerciales están diseñados para cumplir con los requerimientos de las aves cuando se dan como la única fuente de nutrición. Mezclando estos alimentos con granos diluye o reduce el nivel de nutrición y los pollos no crecerán bien, puede reducir la producción de huevo y producir huevos con cascarones delgados. También serán menos resistentes a las enfermedades, o picarse entre ellos o comerse sus plumas en un intento de cubrir sus deficiencias de nutrientes. El picar las plumas

puede originar sangrado, heridas, infecciones e incluso la muerte. Los alimentos comerciales preparados son también diseñados para estar disponibles para el consumo todo el tiempo. La capacidad de los comederos debe estar disponible para proveer el abastecimiento continuo del alimento. El racionamiento de estos alimentos puede, de nuevo, reducir el crecimiento, producción de huevo y calidad del cascaron (Damron, B et al 2007).

c. Calidad del alimento

La seguridad de que el consumidor compre un alimento de buena calidad viene de la manufacturera que hace el alimento y la tienda donde se vende. Las leyes requieren que los alimentos para aves o ingredientes sean revisados periódicamente por un laboratorio de nutrición, para los nutrientes, micotoxinas, organismos microbiológicos, residuos de pesticidas y residuos de drogas. Por ley, ninguna referencia de calidad o grado de ingredientes utilizados deberá exhibirse en la etiqueta. Las etiquetas de Florida tienen una fecha de manufactura. Se recomienda que se compren alimentos con 2-3 semanas de anticipación para mantener la frescura en este ambiente que es caliente y húmedo de Florida. El alimento debe almacenarse en un lugar frío y seco, preferentemente en un contenedor con control de humedad, insectos y roedores (Damron, B et al 2007).

E. PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN EN BROILERS

Por programa de alimentación entendemos la secuencia y las características de los piensos a administrar a los animales a lo largo de su vida productiva. Dentro del ámbito de la producción animal enfocada desde un punto de vista empresarial se sobreentiende además que esta secuencia de alimentos debe ser la más rentable económicamente. La consecución de este objetivo, o mejor dicho, la máxima aproximación a este objetivo, depende de numerosas técnicas y aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar programas de alimentación, para la que hoy podemos considerar la especie animal explotada de forma más intensiva, el pollo de carne (Santomá, G 2007).

1. Sistemas de alimentación

a. Sistema tradicional

Santomá, G (2007), indica que el sistema tradicional de alimentar al pollo broiler consiste en administrar una secuencia de piensos a lo largo de su vida productiva, de forma que cada uno de ellos satisfaga las necesidades de los diversos nutrientes en el punto medio del periodo en que se administra este pienso. Mediante este sistema de alimentación únicamente se administra de forma óptima el alimento durante tantos instantes a lo largo de la vida del animal como número de piensos se administren. En el resto de días del periodo de cebo el pollo se encuentra con una alimentación excedentaria o deficitaria en estos nutrientes, que en términos productivos se traduce en un empeoramiento del crecimiento y del índice de conversión.

Una posible estrategia a seguir para evitar esta disminución en los resultados es formular con un margen de seguridad, es decir aumentar en un 5, un 10%, o lo que se estime oportuno, los niveles de aminoácidos, y en general de los nutrientes en los piensos, de modo que no sólo se satisfacen las necesidades sino que se superan durante un mayor número de días. El problema que representa esta opción es por un lado el coste adicional de incluir en la dieta un nivel superior de nutrientes, y por otro la pérdida de energía que supone el catabolismo de algunos de estos nutrientes (por ejemplo, aproximadamente un 1% en exceso de proteína puede representar un 1% menos de energía y en consecuencia un empeoramiento del índice de conversión de también un 1%), de forma que el coste global de esta estrategia debe ser evaluado periódicamente. En otras latitudes, y posiblemente en un plazo próximo también en las nuestras, estos excesos de algunos nutrientes se hallan penalizados por el impacto medioambiental que suponen (en la actualidad se hallan regulados el nitrógeno y el fósforo).

Otra posible estrategia consiste en aumentar el número de piensos administrados a las aves. En la práctica nos encontramos que en la mayor parte de los casos se suministran 3 y en algún caso hasta 4 piensos de diferente composición

nutricional a los pollos. Desde un punto de vista teórico está claro que cuanto mayor sea el número de piensos administrado, más nos ajustaremos a las necesidades del animal, y en consecuencia cabe esperar unos mejores resultados técnicos y económicos. Sin embargo las posibilidades prácticas de llevar a cabo esta alternativa dependen de muchos factores tales como la logística de la fábrica, la distancia media de las granjas a la fábrica de piensos, la capacidad media de los silos de las granjas, el número medio de aves por granja, el peso al sacrificio de las aves, la mayor posibilidad de cometer errores en el envío de piensos, etc. En realidad, se trataría de realizar a nivel de cada fábrica una optimización del sistema de transporte del pienso a granja, y analizar para cada pienso adicional que fuera factible fabricar la repercusión en el coste, si es que existe, del transporte frente al beneficio esperable en rendimientos productivos de las aves. En general, este análisis se realiza de forma empírica y por desgracia no son frecuentes los estudios de optimización de este tipo en nuestras fábricas, ni en las asesorías a fábricas de piensos; con los costes que hoy en día suponen los transportes ésta es un área de trabajo que requeriría más atención. En definitiva, se puede afirmar que el sistema tradicional de alimentación de los broilers en nuestro país se basa en la administración de 3-4 piensos a las aves de forma, que siguen la evolución con la edad de sus necesidades nutricionales.

b. Sistemas alternativos

Santomá, G (2007), indica que un sistema que se ha puesto en marcha hace pocos años en algunos países del norte de Europa consiste en la administración simultánea de dos piensos, uno alto y otro bajo en aminoácidos y proteína. Mediante un ordenador día a día se varía la proporción de ambas dietas para ajustarlas a la evolución teórica de las necesidades en aminoácidos de los animales.

Una tendencia más reciente y todavía en fase de estudio, que de prosperar sobramos muchos de nosotros, es la de administrar por separado estos dos piensos (el de alto y el de bajo contenido en aminoácidos y proteína), y dejar que el ave escoja la proporción relativa que ella estime más conveniente, apoyándose en la hipótesis de que el ave conoce mejor que nosotros sus necesidades.

Estudios recientes parecen indicar que efectivamente el ave es capaz de escoger una mayor proporción de la dieta que necesita en un momento dado, pero depende de una serie de factores como son:

- Genética (estirpes de rápido crecimiento tienen una mayor capacidad de discriminar entre una dieta suficiente y otra deficitaria que estirpes de puesta).
- Palatabilidad (dietas ricas en aminoácidos industriales dificultan la capacidad discriminatoria).
- Factores sociales (aprenden más rápidamente en grupo que individualmente).
- Localización de comederos (el ave se guía bastante por la memoria, de forma que si se intercambian los comederos de las dos dietas tarda una semana en readaptarse a la nueva situación, es mejor situar los alimentos en comederos idénticos o incluso mejor, en el mismo).
- Experiencia previa (animales sometidos a una carencia mayor en nutrientes discriminan más rápidamente entre una dieta suficiente y otra deficitaria).

2. Niveles nutricionales

Dentro del sistema de alimentación convencional, una de las primeras decisiones que hay que tomar es el número de piensos a suministrar a las aves, así como las cantidades aproximadas de cada uno de ellos. Tal como se ha indicado anteriormente, esto dependerá fundamentalmente de criterios de optimización del transporte y logística de la fábrica y de las granjas, analizando la relación costo/beneficio que entraña la utilización de un mayor número de piensos. Una vez se ha tomado esta decisión, hay que decidir la composición nutricional de cada uno de los piensos, que a su vez depende de numerosos factores, que a continuación se comentan para los nutrientes más importantes (Santomá, G 2007).

a. Energía

La decisión del nivel energético de los piensos es probablemente la más importante en el ámbito de la formulación de piensos para broilers porque se trata del componente del pienso de mayor coste, y además es también el que más

influye sobre los rendimientos productivos, en especial el índice de conversión. Por ello, teóricamente, el nivel óptimo de energía del pienso será aquél que dé como resultado el menor coste por kg de pollo producido. En condiciones prácticas esto supone la optimización de fórmulas a varios niveles energéticos y decidirse por aquella cuyo coste multiplicado por el índice de conversión esperable sea el más bajo; es lo que se conoce como la formulación a mínimo coste de la kilocaloría equilibrada. Este análisis se puede realizar también de forma directa con algunos de los paquetes informáticos actuales, y en caso de no disponer de ellos, conviene realizar este estudio con cierta regularidad, y en especial, en aquellos momentos en los que se produzcan modificaciones significativas de los precios de las materias primas (Santomá, G 2007).

A estos criterios de optimización económica, se unen también otros factores que aunque sobre el papel son de menor importancia, en muchas ocasiones son también determinantes. Nos estamos refiriendo a la función que puede desempeñar la energía sobre el nivel de engrasamiento de la canal, y en general sobre la calidad de la canal, así como su posible influencia sobre algunos problemas metabólicos.

b. Proteína y aminoácidos

1) Recomendaciones prácticas

Los niveles de proteína y aminoácidos utilizados en los distintos piensos que integran un programa de alimentación se basan en recomendaciones facilitadas por diferentes autores, firmas comerciales proveedoras de aminoácidos o por las empresas proveedoras de la estirpe de pollo utilizada. En este sentido, las recomendaciones de Rhône-Poulenc (2000) y las del National Research Council (NRC, 2003), se reflejan en el cuadro 6. Hay que indicar que las recomendaciones del NRC son necesidades estrictas sin incluir ningún margen de seguridad, mientras que las de Rhône-Poulenc incluyen aproximadamente un 5% de margen de seguridad; las recomendaciones de las casas de genética incluyen márgenes de seguridad todavía superiores, lo cual explica en parte las diferencias existentes entre los diversos valores facilitados por las distintas instituciones.

Cuadro 6. RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA BROILERS

Nutriente	Edad en semanas				
	(Rhône-Poulenc, 2000)		(NRC, 2003)		
	0 - 4	4 - 7	0 - 3	3 - 6	6 - 8
E. metab., Kcal	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína bruta, %	21,3	19,4	23,0	20,0	18,0
Lisina, %	1,20	1,00	1,10	1,00	0,85
Metionina, %	0,55	0,42	0,50	0,38	0,32
Met+Cis, %	0,92	0,79	0,90	0,72	0,60
Treonina, %	0,78	0,68	0,80	0,74	0,68
Triptófano, %	0,23	0,20	0,20	0,18	0,16
Arginina, %	1,31	1,03	1,25	1,10	1,00
Valina, %	0,99	0,86	0,90	0,82	0,70
Leucina, %	1,66	1,38	1,20	1,09	0,93
Isoleucina, %	0,90	0,74	0,80	0,73	0,62
Calcio, %	1,00	0,90	1,00	0,90	0,80
Fósforo disponible, %	0,45	0,40	0,45	0,35	0,30

Fuente: Rhône-Poulenc (2000) y NRC (2003).

Las recomendaciones de proteína y aminoácidos según la edad del animal, permiten decidir los niveles a utilizar en la práctica en función de factores como:

- Nuestro propio plan de alimentación (edades de cambio del tipo de pienso).
- Objetivos de producción (óptimo crecimiento, óptimo índice de conversión, óptimo rendimiento magro, óptimo rendimiento en pechuga, mínimos costes de pienso).
- Márgenes de seguridad que queramos o debamos emplear. Esta es una de las decisiones más complejas a tomar pues depende de muchas variables y además muchas de ellas subjetivas como pueden ser: rigor en el control de calidad de las materias primas, coste del aminoácido en cuestión, inclusión en fórmula de materias primas de composición y digestibilidad de sus aminoácidos muy variable según partidas, porcentaje de partidas de pienso acabado que queramos que contengan como mínimo el valor del aminoácido asignado, inseguridad en el valor nutricional asignado, etc.

- Experiencias propias a nivel comercial ajustadas a las condiciones de alojamiento, manejo, patología, genética y clima propios.
- Niveles de aminoácidos utilizados por la competencia.
- Época del año.
- Sexo (si existe la producción por sexos separados).
- Estirpe, principalmente en lo que se refiere a sus características de contenido magro de la canal.

2) Nivel mínimo de proteína y aporte de aminoácidos industriales

Un concepto nutricional controvertido es hasta qué punto se puede disminuir la proteína bruta del pienso manteniendo los niveles correctos de aminoácidos esenciales a base de aminoácidos industriales, sin afectar a los rendimientos productivos (Santomá, G 2007).

Reporta también que son numerosas las referencias que indican que por debajo de un determinado nivel de proteína bruta, por más que se suplemente con aminoácidos esenciales para conseguir los mismos niveles de aminoácidos que la dieta original a base de proteína intacta, los pollos tienen peores rendimientos. Estos peores resultados con las dietas de menor contenido en proteína pero suplementada en aminoácidos se han intentado resolver sin éxito a base de aumentar el aporte de aminoácidos no esenciales, reequilibrando el posible desequilibrio electrolítico que se puede originar al incluir elevadas cantidades de cloruros (L-lisina HCl) y menores cantidades de potasio (menor inclusión de soja en el pienso), e incluso aportando putrescina para compensar el menor aporte de poliaminas de las dietas de baja proteína.

En el cuadro 7 se puede observar el aumento de peso a los 21 días de pollos alimentados con dietas que diferían en su contenido en proteína bruta desde el 18 hasta el 23% de proteína, pero que tenían un nivel de aminoácidos similar. El crecimiento de los pollos empeoró a medida que el nivel de proteína iba disminuyendo, a pesar de que el consumo fue similar, lo que supone en condiciones prácticas y en dietas tipo maíz-soja, un mínimo del 21,5% en el pienso de arranque.

Cuadro 7. REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PROTEÍNA DEL PIENSO, MANTENIENDO LA CONCENTRACIÓN EN AMINOÁCIDOS, SOBRE EL RENDIMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS

% Proteína bruta	Relación proteína intacta proteína libre	Peso vivo a los 21 días (g)	Índice de conversión
23	110:1	709	1,39
22	24:1	713	1,39
21	14:1	691	1,41
20	9:1	650	1,44
19	6:1	622	1,53
18	4:1	577	1,55

Fuente: Santomá, G (2007).

Dietas de 3.200 kcal de EM/kg. El contenido de aminoácidos en las dietas del 22% de proteína o menor fue igualado al de la dieta del 23% de proteína. La explicación por la cual no se obtienen los mismos resultados con una dieta rica en proteína y otra de muy bajo contenido en proteína pero suplementada con aminoácidos hasta conseguir los mismos niveles que la primera, parece residir en los distintos mecanismos de absorción y de utilización de los aminoácidos libres frente a los oligopéptidos. La absorción de aminoácidos depende más de los sistemas de transporte activo de los enterocitos que los oligopéptidos, y es posible que en dietas ricas en aminoácidos libres estos sistemas queden saturados. Así Jensen, J (2000), afirma que el futuro de la mejora de la eficacia de utilización del nitrógeno en la producción comercial de carne puede depender del desarrollo de suplementos de oligopéptidos para el pienso.

3) Relación aminoácidos/proteína

Santomá, G (2007), señala que normalmente cuando se decide modificar el nivel energético del pienso, el nivel de proteína y de aminoácidos se modifica de forma proporcional con objeto de mantener la "kilocaloría equilibrada", en base a que el pollo, en principio, regula su consumo en función de la concentración energética del pienso. Es conocido que las necesidades de un aminoácido esencial aumentan con el contenido en proteína bruta del pienso si el contenido en

proteína es tal que un segundo aminoácido esencial llega a ser el limitante, es decir, a niveles de proteína bajos en los que no se cubren en su totalidad los requerimientos en aminoácidos esenciales o banales. Sin embargo no es tan conocido, ni mucho menos aplicado, el concepto de que las necesidades en aminoácidos aumentan con el contenido en proteína de la dieta, incluso a niveles muy superiores a los mínimos recomendados. Este concepto supone que las necesidades en aminoácidos no sólo dependen de los factores hasta ahora mencionados, sino que también hay que tener en cuenta el nivel de proteína de la dieta para decidirlo.

En base a la información disponible, sugiere las siguientes relaciones entre aminoácidos esenciales y proteína bruta de la dieta:

- Lisina: 4% de la proteína.
- Metionina: 2% de la proteína.
- Aminoácidos azufrados: 4% de la proteína.
- Triptófano: 1% de la proteína.

En cualquier caso, las consecuencias prácticas de esta relación son pequeñas en países donde las fuentes de proteína son de buena calidad en aminoácidos y económicamente caras, porque generalmente las fórmulas tomarán el nivel mínimo de proteína especificado, pero en países o circunstancias en que alguno de estos aspectos no sea así, este criterio puede tener su importancia.

3. Estrategias de alimentación

a. Crecimiento compensatorio

Santomá, G (2007), indica que la mayor parte de los broilers son alimentados ad libitum, y como mucho, tienen acceso limitado al pienso durante las horas de oscuridad, si las hay. Se asume que el índice de conversión será tanto mejor cuanto antes se alcance el peso de sacrificio. Sin embargo, desde un punto de vista de minimizar las necesidades globales de mantenimiento, si el pollo tuviera la capacidad de tener crecimiento compensatorio, sería interesante realizar una

restricción nutritiva durante la fase inicial del crecimiento (que además coincide con el tipo de pienso más caro), para que en la fase final se recuperara la ganancia de peso perdida anteriormente, gracias a este mayor crecimiento, justo en el momento en que las necesidades de mantenimiento son más importantes en condiciones normales. Con este sistema se podrían disminuir los días en que estas necesidades de conservación son más elevadas. Esta estrategia de alimentación se ha estudiado y se ha utilizado y se utiliza para el caso de los pavos, pero hasta hace pocos años no se ha aplicado en pollos por pensar que el ciclo productivo era demasiado corto como para que diera resultado.

Existen básicamente dos sistemas para restringir el consumo de nutrientes, por un lado la restricción física del pienso, y por otro la dilución del pienso con materias primas de baja concentración nutritiva. Ambos métodos tienen sus ventajas y sus inconvenientes. Así la restricción física del pienso, entre otras cosas, puede dar lugar a un mayor nerviosismo de la manada, es necesario disponer de un mayor número de comederos, hay que preveer el aporte de una mayor cantidad de coccidiostatos y promotores de crecimiento para que sean efectivos, lo cual desde un punto de vista legal no será siempre posible, etc. La dilución del pienso tiene el problema de la gran capacidad de adaptación del ave a dietas de baja densidad nutritiva, de forma que puede llegar a consumir un 40% más que de una dieta control de densidad nutricional media, lo cual implica que para realizar una restricción nutricional administrando el pienso ad libitum, es necesario diluir mucho el pienso. Parece ser que un periodo de subnutrición del pollo en la fase inicial de su crecimiento, bien sea por restricción física, bien sea por dilución, puede ser económicamente rentable. Sin embargo no se puede olvidar que muchos de los problemas de mortalidad al final del periodo de cebo (muertes súbitas, problemas locomotores, etc.) son fruto de una elevada tasa de crecimiento, y es posible que mediante esta técnica todavía aumenten más, aspecto que todavía no se conoce en profundidad (Santomá, G 2007).

b. Enfermedades metabólicas y problemas óseos

Como consecuencia del desarrollo genético, el pollo ha mejorado su velocidad de crecimiento durante los últimos 20 años, a razón aproximadamente de 0,75 g/día

por año. Este desarrollo genético como cualquier progreso, tiene sus contrapartidas entre las que se hallan las que se conocen como enfermedades metabólicas, dentro de las cuales se incluyen síndromes como la ascitis, la muerte súbita, problemas locomotores (condrodistrofia, "patas torcidas", discondroplasia tibial u osteocondrosis, necrosis de cabeza de fémur, pododermatitis), pollo oleoso, etc.. Aparte de controlar los niveles de minerales y vitaminas del pienso (en especial calcio, fósforo, la relación Ca/P asimilable, cobre, zinc, vitamina D, biotina, ácido fólico, vitamina B 6, ácido pantoténico, vitamina E, tipo de ácidos grasos, equilibrio Na-K-Cl), así como la posible incidencia de ciertas medicaciones, micotoxinas y factores antinutricionales, como posible estrategia de alimentación para disminuir estos problemas, precisamente, el reducir la velocidad de crecimiento a través de una restricción física del pienso, o bien administrar el pienso en harina, disminuir las horas de luz, etc., en algunas circunstancias quizás sea la mejor solución, pero en general si se aplica esta técnica, los perjuicios en el crecimiento y en la conversión son mayores que las ventajas de disminuir la mortalidad. Por otra parte la administración de dietas poco concentradas para penalizar el crecimiento, bien sea a lo largo de toda la vida del animal o sólo al principio, se encuentra con la dificultad de la rápida adaptación del ave a consumir una mayor cantidad de pienso y el consiguiente deterioro en el índice de conversión (Santomá, G 2007).

Por esta razón, se ha estudiado la posibilidad de realizar una restricción inicial, para comprobar si se puede disminuir la problemática sin penalizar los resultados productivos. En el cuadro 8 se reflejan los resultados de Santomá, G (2007), de los que se deduce que la técnica del "skip-a-day" (ayuno en días alternos) durante 6 días aplicada en las primeras semanas de vida del pollo apenas penaliza el crecimiento y el índice de conversión, mientras que la mortalidad por ascitis se ve muy disminuida. Esta técnica sólo será eficaz si se aseguran unas prácticas de manejo, temperatura, ventilación, sanitarias y preventivas adecuadas. En consecuencia parece que la restricción inicial de pienso, aparte de las posibles ventajas en términos de menor coste de producción y menor grasa abdominal, puede ejercer un efecto favorable en la disminución de algunos problemas metabólicos.

Cuadro 8. EFECTO DE LA RESTRICCIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LA MORTALIDAD POR ASCITIS DE LOS BROILERS

Tratamiento	Experimento I (51 días)			Experimento II (56 días)		
	Peso vivo (g)	Índice de conversión (g/g)	Mortalidad (Ascitis) (%)	Peso vivo (g)	Índice de conversión (g/g)	Mortalidad (Ascitis) (%)
Ad libitum	2.146	2,02	37	2.311	2,24	10
Skip-a-day	2.143	2,09	15	2.281	2,41	3
7-13 días						
Skip-a-day	2.034	2,09	17	2.352	2,37	5
15-21 días						
Skip-a-day	2.058	2,20	8	2.198	2,31	8
22-28 días						

Skip-a-day = ayuno en días alternos
Fuente: Santomá, G (2007).

c. Restricción inicial de proteína

Santomá, G (2007), manifiesta que con objeto de abaratar los costes de alimentación del broiler, aparte de la posibilidad de realizar una restricción nutricional cuantitativa inicial, cabe la posibilidad de hacerla cualitativa, sobre el otro nutriente de mayor coste económico, la proteína. En este sentido realizó un estudio con la administraron entre la 1ª y 3ª semana de vida de los broilers una dieta que aportaba el 100% de las recomendaciones del National Research Council (NRC) y otra dieta que únicamente aportaba el 80% de las recomendaciones de dicho organismo oficial. A partir de las 3 semanas de vida se les administró a ambos grupos el pienso control, que cumplía las especificaciones del NRC. A las 6 semanas de edad los pollos alimentados con el pienso pobre en proteína tenían un peso significativamente inferior al del grupo control (1,72 vs. 1,78 kg), pero a las 9 semanas tenían el mismo peso (2,73 kg). Los demás parámetros analizados (índice de conversión, mortalidad, rendimiento a la canal, rendimiento en pechuga, contenido magro y graso de la canal) no mostraron diferencias significativas entre los dos tratamientos. Esta vía ofrece una alternativa a abaratar los costes de producción que está en cierta contradicción

con la tendencia a aumentar los niveles de proteína de los piensos con objeto de mejorar la calidad de la canal.

d. Cambios nutricionales bruscos

En situaciones como las que se viven en los últimos años de precios de las materias primas muy cambiantes, a veces previsibles (época de cosecha) a veces totalmente imprevisibles (exportaciones de cereal nacional imprevistas, llegadas masivas de cereal de importación, devaluaciones, sequías en otros países, etc.) hacen que desde un punto de vista económico sea interesante en un momento dado rebajar o subir de golpe el valor nutritivo del pienso. Sin embargo no son muchos los trabajos que hayan analizado la rapidez en la capacidad de adaptación del pollo ante un cambio brusco de las características nutricionales del pienso, sin embargo algunos resultados se reportan en el cuadro 9 (Santomá, G 2007).

Cuadro 9. EFECTO DEL MOMENTO DEL CAMBIO DE PIENSO DE INICIACIÓN AL DE CRECIMIENTO SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE LOS POLLOS

Parámetros	Días de consumo del pienso de iniciación			
	0	7	14	21
Consumo (g) pienso iniciación	0	114	430	945
Pienso crecimiento	3.229	3161	2855	2352
Pienso acabado	763	766	768	774
Pienso total consumido	3.992	4041	4054	4071
Peso vivo 45 días (g)				
Machos	2.324	2.345	2.357	2.396
Hembras	2.024	2.084	2.079	2.033
Índice conversión 45 días	1,843	1,829	1,830	1,839
Rendimiento canal (%)	69,78	69,77	69,27	69,36
Rendimiento pechuga (%)				
Machos	20,92	21,07	20,89	21,47
hembras	21,38	21,37	20,96	21,34

Fuente: Santomá, G (2007).

F. ESTUDIOS REALIZADOS EN BROILERS

Amaguaña, A (1999), en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, estudio 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 Cl_2Ca ya que alcanzó un peso final de 801.06 gramos, una ganancia de 760.06 gramos, la conversión fue 1.57 y se requirió de 3229.92 sucres para cada kilo de ganancia de peso. En la etapa de engorde (28 – 56 días) igualmente se observó un mejor comportamiento en el tratamiento mencionado (0.5% de zeolitas y Cl_2Ca 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 y el costo por kilo de ganancia de peso fue 4807.97 sucres. 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 (4018.94 sucres) y el rendimiento a la canal se ubicó óptimamente en 75.25%. La mortalidad total se encontró en un 13.15%, existiendo mayores pérdidas en el testigo (4.38%). La evaluación económica, en cambio reflejó mayor rentabilidad en el nivel 0.5% de zeolitas y Cl_2Ca debido a que se encontró un beneficio costo de 1.20.

Guevara, R (1999), en la Unidad de Producción Avícola de la FCP 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, R (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, J (1999), 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.

En la Parroquia San Juan del Cantón Cumandá, Provincia del Chimborazo, se evaluaron diferentes niveles de torta de palma (palmiste) en el inicio y acabado de pollos parrilleros, en 400 pollos broilers, Encontrándose en la fase inicial que con el empleo de la ración con el 10 % de palmiste los pollos presentaron los mejores pesos finales (1205 g), ganancias de peso (1166 g), conversión alimenticia (1.543) y el menor costo por Kg de peso ganado (1325.38 sucres), en cambio en la fase final a pesar de presentar el mejor peso final (2.607 Kg) con el nivel 10%, las mayores ganancias de peso (1.645 Kg), conversión alimenticia (2.14) y menor costo/Kg de peso ganado se consiguió con el tratamiento control. En la fase total, los pollos presentaron las mejores respuestas en cuanto a ganancias de peso (2.57 kg), consumo de alimento (5.00 kg), peso y rendimiento a la canal (1.96 Kg y de 75.2 %), cuando se les suministro 10 % de palmiste (Mazón, J 2000).

Pozo, J (2000), en la provincia de Napo, Cantón Tena, recinto "Santa Bertila", evaluó 4 niveles de soya tostada y molida (0.0, 20, 30 y 40%) suministrado en la dieta de pollos de ceba que pertenecen a 2 líneas genéticas (Avian Farms y Master), en un total de 240 animales, encontrando en la etapa de inicio (0 – 28 días) se obtuvieron mejores rendimientos en el nivel correspondiente al 20% de soya tostada y molida suministrada a los animales de la línea Avian Farms los mismos que alcanzaron un peso final de 1776.25 g, una ganancia de peso de 1562.11 g, la conversión alimenticia fue de 1.52, en la etapa de acabado (29 a 51 días) igualmente se observó un mejor comportamiento en el tratamiento mencionado, apreciándose un peso final de 3218.5 g, una ganancia de peso de 3177.7 g, para esto únicamente se necesitó 1.72 Kg de alimento para producir un kilogramo de carne.

Molina, J (2001), evaluó la crianza de pollos de ceba sexados bajo invernadero y galpón, encontrando en la fase inicial que no hubo influencia de la interacción de los factores de estudio, sino que la crianza de los pollos bajo invernadero produjeron estadísticamente mejores resultados en cuanto a pesos (0.724 kg), ganancias de peso (0.685 kg), no así en la conversión alimenticia (1.747), que presentaron una superioridad aparente con respecto a los criados bajo galpón, en cambio en la fase final los mejores resultados se obtuvieron en los pollos machos criados bajo invernadero, en los pesos finales (2.551 kg), incrementos de peso

(1.808 kg), consumo de alimento (3.351 kg), con relación a la conversión y el costo por kg de ganancia de peso la mejor respuesta se determinó en los animales criados bajo invernadero, independientemente del sexo (1.832 y 0.325 dólares, respectivamente). En el comportamiento de los pesos finales, ganancia peso y peso a la canal, se noto la influencia del sistema de crianza bajo invernadero en animales machos, que fueron los que presentaron las mejores respuestas productivas (2.55, 2.51 y 1.84 kg, respectivamente).

En el cantón Mocha de la provincia de Tungurahua, se estudió en 400 pollitos parrilleros, la utilización de diferentes niveles de cloruro de colina (0, 0.20, 0.25, 0.30 y 0.35 g/kg de alimento) que se adicionaron a la ración. Determinándose en la fase de crecimiento que cuando se alimentó con raciones que contienen cloruro de colina pesos finales de hasta 0.802 kg, incrementos de peso de 0.762 kg, consumo de alimento de 1.41 kg y una conversión alimenticia de 1.85. En la fase de acabado con el nivel 0.25 g/kg se registraron las mejores respuestas productivas, con pesos finales de 2.43 kg, ganancias de peso de 1.63 kg, una conversión alimenticia de 2.04 y un costo/kg de ganancia de peso de 0.46 dólares. En la fase total se ratifica que con el nivel 0.25 g/kg se obtiene los mayores incrementos de peso (2.39 kg), consumo de alimento de 4.73 kg, con una eficiencia alimenticia de 1.98, un peso y rendimiento a la canal de 1.77 kg y 72.75 %, respectivamente (Espinoza, J 2001).

En la comunidad de Pisicaz, ubicada en la Parroquia San – Juan, cantón Riobamba, provincia del Chimborazo, se estudiaron en 320 pollitos parrilleros de un día de edad, diferentes tiempos de restricción alimenticia (16, 17 y 18 horas/día) frente a un tratamiento control (alimento a voluntad). Determinándose que en la fase inicial la restricción del alimento por 16 horas al día, presentó mejores pesos a los 28 días (0.64 kg) y ganancias de peso (0.60 kg), con una conversión alimenticia de 1.75, un índice de eficiencia europeo de 199.35. En la fase final (28 a 56 días de edad), con la restricción alimenticia de 18 horas al día, se afectó negativamente el comportamiento productivo de los animales, presentando las mejores respuestas con la restricción alimenticia entre 16 y 17 horas, presentando pesos hasta los 56 días de edad de 2.32 kg, ganancias de peso de 1.69 kg, una conversión alimenticia entre 1.99 y 2.02. En la fase total con

la restricción alimenticia por 16 y 17 horas al día, presentaron numéricamente los mejores incrementos de peso, conversiones alimenticias (1.94 y 1.95), menores costos de producción (0.71 dólares/kg de ganancia de peso), pesos y rendimientos a la canal de 2.04 kg y 88.02 %. Los índices de mortalidad registrados se redujeron casi a su totalidad, por cuanto la restricción alimenticia fortalece el vigor de los animales, minimizando los efectos asociados con la ascitis (Espinoza, A 2005).

En la Unidad Productiva Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó el suministro de balanceado Nutril en presentaciones de pellets, polvo y desmoronado, en los cuales el balanceado peletizado se sustituyó paulatinamente en cada uno de los tratamientos al balanceado en polvo, que conformaron el tratamiento testigo. Registrándose en la etapa inicial (de 1 a 28 días de edad), al suministrar el alimento desmoronado de 1 a 8 días de edad y de los 9 a 30 días en forma de pellets, se registraron los mayores pesos (1.12 kg), incrementos de peso (1.08 kg), así como la mejor conversión alimenticia (1.37), en la fase de acabado (de 28 a 49 días de edad) las mejores respuestas se alcanzaron al emplear el sistema T3 (preinicial desmoronado de 1 a 8 días, inicial polvo de 9 a 30 días, final pellets de 31 a 42 días, mercado pellets de 42 días hasta la venta), ya que los pollos presentaron un peso final de 2.55 kg, con incrementos de peso de 1.50 kg y la menor conversión alimenticia (2.26). En la etapa total, las respuestas obtenidas determinan que al proporcionarse el alimento en forma de pellets se obtiene mejores respuestas, por cuanto se alcanzó ganancias de peso total de hasta 2.51 kg, una conversión alimenticia de 1.92, el mejor peso y rendimiento a la canal, con 1.82 kg y 72.45 %, respectivamente (Tapia, J 2005).

Ayala, L et al (2007), al utilizar 0, 0,5 y 1% de orégano incluido en la dieta, para evaluar su efecto como aditivo en el comportamiento productivo de pollos de ceba, determinaron que el consumo de proteína fue 648, 601 y 627 g y la eficiencia proteica fue de 0,387 0,361 y 0,379 g/g, respectivamente.

Hidalgo, K et al (2003), al evaluar en broilers el sistema alimenticio miel rica soya, a los 42 días de edad, determinaron rendimientos a la canal entre 71,62 y

71,66 %, en pechuga de 18,11 a 18,52 % y en muslo más encuentro de 21,85 a 23,35 %.

Acosta, A et al (2007), al evaluar la inclusión o no de zeolita y los momentos de cambio de las dietas de inicio para crecimiento (14 ó 21 días) y de crecimiento para acabado (30 ó 35 días), con el objetivo de disminuir los costos de producción por concepto de alimentación y estudiar efecto sobre calidad de la canal. Independientemente de la inclusión de zeolita los mejores esquemas fueron 21-30 y 21-35 días, pues presentaron mayor rendimiento en canal (63,3 y 64,0 vs. 61,0 y 61,2%), de pechuga (19,0 y 19,3 vs. 18,1 y 18,0%) y pierna más muslo (22,1 y 22,2 vs. 19,0 y 20,4%). La inclusión de zeolita no produjo mejoras en el peso vivo; pero mejoró la conversión alimenticia (2,12 vs. 2,14), disminuyó el consumo de alimento (3316 vs. 3431 g/ave) y de proteína (634 vs. 641 g), generó mayor rendimiento en canal (63,1 vs. 61,4%) y menor deposición de grasa abdominal (1,2% vs. 1,6%). Esto determinó una interacción significativa favorable al uso de la zeolita y los esquemas de alimentación que cambian a 21 días para los indicadores económicos, con menor costo por tonelada de canal, pechuga y pierna más muslo. Los resultados sugieren que al cambiar la dieta de inicio a los 21 días, independientemente del momento de cambio para crecimiento, y con el uso de zeolita, se puede obtener mayor rendimiento en carne clase A y canales más magras.

Solís, J et al (2007), con el objeto de evaluar el comportamiento productivo, el rendimiento en la canal, grasa abdominal y la pigmentación de la piel de pollos de engorda, al ser alimentados con dietas bajas en proteína, se formularon dietas sorgo + soya en 3 etapas iniciación de 0 a 10 días de edad (22 % PC), crecimiento de 11 a 28 días de edad (20 % PC) y finalización de 29 a 48 días de edad (18 % PC) en el grupo testigo y dietas con una disminución de la proteína cruda en 2.5 puntos porcentuales, para cada etapa, pero con contenidos similares de lisina, metionina + cistina y treonina para cada tratamiento; así mismo, otro tratamiento fue similar al anterior con 60 Kcal/Kg de EM menos en la dieta. Los resultados en peso fueron similares, pero la conversión, fue mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos en donde las dietas tenían 2.5% menos de proteína; también, la grasa abdominal fue mayor ($P < 0.08$) en estas aves (cuadro 10).

Cuadro 10. RESULTADOS A LAS 7 SEMANAS DE EXPERIMENTACIÓN (49 DÍAS DE EDAD) AL DISMINUIR LA PROTEÍNA EN 2.5 PUNTOS PORCENTUALES EN LA DIETA EMPLEADA PARA POLLOS DE ENGORDA

Edad	Ganancia de peso, g	Consumo de alimento, g	Conversión alimenticia	Rendimiento, %
Testigo	2771 a	5390 a	1.947 a	79.80 a
Baja en proteína	2654 a	5342 a	2.013 b	79.23 a
Baja en proteína y energía	2734 a	5754 b	2.106 b	80.19 a

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente
Fuente: Solís, J et al (2007).

Vinueza, C (2007), al estudiar el comportamiento productivo en la cría de pollos Broiler en la granja Avícola de la Sierra, encontró los resultados que se reportan en el cuadro 11:

Cuadro 11. PARÁMETROS EN LA CRÍA DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA AVÍCOLA DE LA SIERRA

Parámetro	Valores				
	Galpón 1	Galpón 2	Galpón 3	Galpón 4	Promedio
Edad promedio, días:	47.5	49.5	52.5	49.5	49.75
Peso promedio, Kg	2.06	2.25	2.53	2.27	2.28
Conversión	2.07	2.07	2.11	2.05	2.08
Mortalidad, %	6.52	6.17	5.18	5.27	5.79
Factor de eficiencia	195.8	205.9	216.5	211.9	207.53

Fuente: Vinueza, C (2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Unidad Productiva Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, situada en la Panamericana Sur Kilómetro 1½, parroquia Lizarzaburu, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, a una altitud de 2740 msnm, 78°4' de longitud de Oeste y a una latitud de 1°38' Sur.

Cuadro 12. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Parámetros	Valores
Temperatura promedio, °C	13.50
Humedad relativa, %	60.50
Precipitación, mm/año	360.0

FUENTE: Estación Agrometeorológica de la FRN, ESPOCH (2006).

El estudio tuvo una duración de 127 días, distribuidos en dos ensayos consecutivos, de 56 días de cría y acabado de los pollos parrilleros, con 15 días de intervalo entre ensayos para la preparación y adecuación de los galpones.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales se conformaron por 360 pollos parrilleros de un día de edad, con un peso promedio de 43.56 g, los cuales se dividieron en dos ensayos consecutivos, 180 pollos para el primer ensayo y 180 para la réplica, con un tamaño de la unidad experimental de 10 pollos cada una.

C. EQUIPOS Y MATERIALES

Los materiales y equipos utilizados en la presente investigación fueron los siguientes:

- 18 cuartones de madera 1 X 2 m.

- 18 bebederos
- 18 comederos
- 2 baldes plásticos de 12 litros de capacidad
- Material de cama (viruta)
- Carretilla
- Balanza de capacidad de 5 Kg, con 1 g de precisión.
- Equipo sanitario y veterinario
- Equipo de limpieza y desinfección
- Equipo de sacrificio.
- Filmadora.
- Registros
- Computador Pentium IV e Impresora Samsung ML 1610

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo se evaluó la adición de diferentes niveles de zeolitas naturales (0, 2 y 4 %) en dietas de alimentación con ahorro de proteína dietética para las etapas de inicio (de 1 a 14 días de edad) con 23 y 21 %, para crecimiento (14 a 28 días de edad) con 20 y 19 % y para acabado (28 a 56 días de edad) con 18 y 17 % de proteína, respectivamente, las que se describen en el cuadro 13.

Cuadro 13. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Zeolita	Nivel de proteína *	Código	Repeticiones	TUE	Animales/trat
0 %	Alta	0ZPB	3	10	30
0 %	Baja	0Zpa	3	10	30
2 %	Alta	2ZPB	3	10	30
2 %	Baja	2Zpa	3	10	30
4 %	Alta	4ZPB	3	10	30
4 %	Baja	4Zpa	3	10	30
TOTAL AVES POR ENSAYO					180

Nivel de proteína *:

Para Inicio :	Alta 23 %	Baja 21 %
Para crecimiento:	Alta 20 %	Baja 19 %
Para ceba:	Alta 18 %	Baja 17 %

En cada ensayo, las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar (DCA), en un arreglo combinatorio Nivel de Zeolita (A) y Niveles de Proteína (B), empleándose 3 repeticiones en cada ensayo, las mismas que por proceso estadístico al tener respuestas similares en los dos ensayos, se utilizó los resultados de la replica como repeticiones, para incrementar los grados de libertad del error y elevar la precisión del estudio, por lo que al final del estudio se tuvo un modelo de 3 x 2 (Niveles de zeolita x Niveles de Proteína, que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Valor de la unidad experimental

μ : Promedio

A_i : Efecto de los niveles de zeolita

B_j : Efecto de los niveles de proteína

AB_{ij} : Efecto de la interacción (niveles de zeolita y proteína)

ε_{ijk} : Efecto del error experimental

Las raciones alimenticias empleadas fueron elaboradas en la Unidad Productiva Planta de Balanceados de La Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, cuya formulación y composición nutritiva se detallada en los cuadros 14, 15 y 16, donde se aprecia que las dietas tienen como base el maíz, afrecho, soya, harina de pescado y harina de palma, para evaluar el efecto de la zeolita natural.

La zeolita utilizada fue importada desde el Perú, la misma que está compuesta por clonoptilolita más heulandita y mordenita 35 y 15 %, respectivamente, con capacidad de intercambio catiónico de 135,6 meq/100 g de zeolita, y granulometría inferior a 1 mm.

Cuadro 14. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS PARA LA FASE DE INICIO (1 A 14 DÍAS DE EDAD) Y ANÁLISIS CALCULADO

Ingredientes, kg	Niveles de proteína					
	Alta (23 %)			Baja (21 %)		
Maíz	53.395	52.370	51.515	56.059	54.980	53.894
Afrecho	6.229	6.110	6.010	6.540	6.414	6.288
Pasta de soya	26.698	26.185	25.758	28.030	27.490	26.947
Harina de pescado	7.119	6.983	6.869	3.083	3.024	2.964
Harina de palma	4.005	3.928	3.864	4.204	4.124	4.042
Sal	0.285	0.279	0.275			
Carbonato de calcio	1.513	1.484	1.460	1.588	1.558	1.527
Fosfato	0.338	0.332	0.326	0.355	0.348	0.341
Vitaminas	0.285	0.279	0.275			
Acidificante	0.044	0.044	0.043			
Antioxidante	0.044	0.044	0.043			
Metionina				0.093	0.092	0.090
Coccidiostato	0.044	0.044	0.043	0.047	0.046	4.042
Zeolita	0.000	2.000	4.000	0.000	2.000	4.000
Total, kg	100.0	100.0	100		100	100
Análisis calculado:						
E.M., kcal/kg	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína Bruta, %	23.00	23.00	23	21	21	21
Metionina, %	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
Metionina+Cistina, %	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
Precio, dólares/kg	0.303	0.303	0.304	0.296	0.297	0.298

Fuente: Planta de Balanceados, FCP, ESPOCH (2006).

Cuadro 15. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS PARA CRECIMIENTO (14 A 28 DÍAS DE EDAD) Y ANÁLISIS CALCULADO

Ingredientes, kg	Niveles de proteína					
	Alta (20 %)			Baja (19 %)		
Maíz	56.062	54.945	53.890	61.317	60.096	58.942
Polvillo	2.803	2.747	2.695	1.051	1.030	1.010
Afrecho	3.504	3.434	3.368	5.256	5.151	5.052
Pasta de soya	28.031	27.473	26.945	26.279	25.755	25.261
Harina de pescado	1.752	1.717	1.684			
Harina de palma	5.256	5.151	5.052	3.504	3.434	3.368
Carbonato de calcio	1.997	1.957	1.920	1.997	1.957	1.920
Fosfato	0.420	0.412	0.404	0.420	0.412	0.404
Metionina	0.175	0.172	0.168	0.175	0.172	0.168
Zeolita	0.000	2.000	4.000	0.000	2.000	4.000
Total, kg	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Análisis calculado:						
E.M., kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína Bruta, %	20.00	20.00	20.00	19.00	19.00	19.00
Metionina, %	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
Metionina+Cistina, %	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Lisina, %	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
Triptófano, %	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Precio, dólares/kg	0.294	0.294	0.294	0.288	0.289	0.289

Fuente: Planta de Balanceados, FCP, ESPOCH (2006).

Cuadro 16. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS PARA CEBA (28 A 56 DÍAS DE EDAD) Y ANÁLISIS CALCULADO

Ingredientes, kg	Niveles de proteína					
	Alta (18 %)			Baja (17 %)		
Maíz	63.923	62.661	61.448	64.912	63.629	62.395
Polvillo	1.576	1.545	1.515	1.579	1.548	1.518
Afrecho	1.751	1.717	1.684	1.754	1.720	1.686
Pasta de soya	22.767	22.318	21.886	22.807	22.356	21.922
Harina de pescado	1.751	1.717	1.684	0.702	0.688	0.675
Harina de palma	5.254	5.150	5.051	5.263	5.159	5.059
Carbonato de calcio	2.277	2.232	2.189	2.281	2.236	2.192
Fosfato	0.525	0.515	0.505	0.526	0.516	0.506
Metionina	0.175	0.172	0.168	0.175	0.172	0.169
Zeolita	0.000	2.000	4.000	0.000	2.000	4.000
Total, kg	100.0	100.0	100		100	100
Análisis calculado:						
E.M., kcal/kg	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína Bruta, %	18.00	18.00	18.00	17.00	17.00	17.00
Metionina, %	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Metionina+Cistina, %	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Lisina, %	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
Triptófano, %	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Precio, dólares/kg	0.289	0.290	0.288	0.282	0.282	0.281

Fuente: Planta de Balanceados, FCP, ESPOCH (2006).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se evaluaron en el presente trabajo fueron las siguientes:

1. Fase de inicio (1 a 14 días de edad)

- Peso inicial, g
- Peso a los 14 días de edad, g

- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g
- Consumo de proteína, g
- Conversión alimenticia
- Costo/ Kg. ganancia de peso, dólares
- Índice de Eficiencia Europeo
- Mortalidad, %

2. Fases de crecimiento (14 a 28 días de edad)

- Peso a los 28 días de edad, g
- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g
- Consumo de proteína, g
- Conversión alimenticia
- Costo/ Kg. ganancia de peso, dólares
- Índice de Eficiencia Europeo
- Mortalidad, %

3. Fases de ceba (28 a 56 días de edad)

- Peso a los 56 días de edad, g
- Ganancia de peso, g
- Consumo de alimento, g
- Consumo de proteína, g
- Conversión alimenticia
- Costo/ Kg. ganancia de peso, dólares
- Índice de Eficiencia Europeo
- Mortalidad, %

4. Fase total (1 a 56 días de edad)

- Ganancia de peso total, g
- Consumo de alimento total, g

- Consumo total de proteína, g
- Conversión alimenticia
- Costo/ Kg. ganancia de peso, dólares
- Índice de Eficiencia Europeo
- Mortalidad, %
- Peso a la canal, g
- Rendimiento a la canal, %
- Rendimiento del ala, %
- Rendimiento del muslo, %
- Rendimiento de la pechuga, %
- Beneficio/costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA).
- Separación de medias por medio de la prueba de Duncan a los niveles de significancia de $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$.
- Determinación de las líneas de tendencia mediante el análisis de la regresión.

El esquema del ADEVA empleado, considerándose la segunda réplica como repeticiones fue el siguiente:

Cuadro 17. ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	35
Factor A (Niveles de zeolitas)	2
Factor B (Niveles de proteína)	1
Interacción (Niveles de zeolitas x proteína)	2
Error experimental	30

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. De campo

En el presente trabajo experimental se utilizaron por ensayo 180 pollitos parrilleros de un día de edad con un peso promedio de 43.56 g, los mismos que fueron ubicados en cuarterones de madera de 1 m², con una capacidad para 10 aves cada uno, donde permanecieron hasta terminar la investigación.

A los pollitos al día de llegada se les suministró agua temperada con azúcar y vitaminas más electrolitos y de alimento solo maíz partido, al tercer día se proporcionó el alimento según el tratamiento correspondiente, de acuerdo a un sorteo previo al azar, la cantidad de alimento proporcionado fue de acuerdo a la guía de referencia de crianza de las aves. El suministro del alimento se realizó dos veces al día, la mitad a las 8h00 y la otra mitad a las 16h00, el suministro de agua fue a voluntad, todos los tratamientos recibieron igual cantidad de alimento, sin haberse registrado sobrante de balanceado en ningún caso.

Se registró periódicamente los pesos, para luego por medio de la diferencia de los pesos inicial y final estimar la ganancia de peso en cada una de las etapas fisiológicas consideradas (inicio, crecimiento y engorde), mientras que la conversión alimenticia se calculó de acuerdo a la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso.

La investigación terminó con el sacrificio de los pollos, por medio del corte de la yugular para propiciar el desangrado del ave. Luego de la muerte, se lo sumergió en agua caliente a una temperatura entre 60 a 80 °C para eliminar las plumas y obtener una carne limpia y proceder al eviscerado, y así obtener una canal compuesta por alas, pechuga y muslos, luego por medio de la relación con el peso final y el peso de la canal se obtuvo su rendimiento, así como también se realizó la relación entre el peso de la canal con los pesos de las alas, muslos y pechuga para establecer sus rendimientos proporcionales.

2. Programa sanitario

Previo al inicio del experimento se realizó una limpieza y desinfección del galpón con Tektrol en la dosis de 4 ml/litro de agua. Posteriormente se realizó la desinfección de la cama con formol al 10 %.

El programa de vacunación que se empleó fue el siguiente:

7 días de edad	Bronquitis, Newcastle y Gumboro
14 días de edad	Bolsa de Fabricio
21 días de edad	Bronquitis y Newcastle

A la entrada del galpón se dispuso de un área de desinfección (creso 4 ml/litro), con la finalidad de desinfectar el calzado al momento del ingreso para el manejo habitual de los animales, como es: el suministro de alimento, control del consumo, limpieza de los comederos y bebederos, entre otras actividades.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. ETAPA DE INICIO (1 A 14 DÍAS DE EDAD)

1. Pesos

El peso promedio de los pollitos de un día de edad fue de 43.56 g, con variaciones que estuvieron entre 43.33 y 43.83 g (cuadro 18), a los 14 días de edad, los pesos registrados presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los niveles de zeolita empleados, por cuanto los menores pesos encontrados (392.00 g) se establecieron con el empleo de la dieta control (0 % de zeolita), elevándose a 397.50 g con el empleo de 2 % de zeolitas en la dieta, valores que no son diferentes estadísticamente, pero difieren con la respuesta encontrada al emplearse el nivel 4 %, ya que presentaron pesos mas elevado (406.67 g), por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 1), que determina que por cada unidad adicional de zeolita añadida al pienso el peso de los pollos se mejora en 3.67 unidades, lo que puede deberse a lo que señala Castro, M (2007), en que el empleo de la zeolita natural permite incrementar la eficiencia de utilización de la energía y la proteína de las dietas alimenticias, debido a sus propiedades derivadas de su capacidad de intercambio catiónico, su efecto en el complejo enzimático y su acción astringente lo que posibilitan una mejora en la utilización de los nutrientes, mejorándose por consiguiente el desarrollo y peso de las aves.

De igual manera, los niveles de proteína utilizados afectaron estadísticamente los pesos registrados, por cuanto al emplearse dietas con 23 % de proteína dietética se registraron mejores pesos (401.33 g), que con aquellas que contenían 21 % (396.11 g), lo que demuestra que los pollitos en sus inicios aprovechan de mejor manera los niveles altos de proteína, por cuanto presentan un mejor desarrollo y pesos corporales, por lo que concuerda con lo que reporta National Research Council (NRC, 2003), quienes recomiendan que las dietas de los pollos parrilleros entre la 1^a y la 3^a semana de edad debe contener el 23 % de proteína.

Las respuestas obtenidas son superiores respecto a los valores referenciales de

Cuadro 18. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE LA ETAPA DE INICIO (1 A 14 DIAS DE EDAD)

Parámetros:	Niveles de zeolitas (%)			Prob.	Nivel de proteína dietética		Prob.	CV (%)
	0,00	2,00	4,00		Alta	Baja		
Peso inicial, g	43,83	43,50	43,33		43,56	43,56		3,76
Peso a los 14 días, g	392,00 b	397,50 b	406,67 a	<0,01	401,33 a	396,11 b	0,042	1,85
Ganancia de peso, g	348,17 b	354,00 b	363,33 a	<0,01	357,78 a	352,56 a	0,056	2,22
Consumo de alimento, g	430,00	430,00	430,00		430,00	430,00		
Consumo de proteína, g	94,60	94,60	94,60		98,90	90,30		
Conversión alimenticia	1,24 a	1,21 a	1,18 b	<0,01	1,20 a	1,22 a	0,064	7,24
Costo/Kg ganancia de peso, \$	0,369 a	0,365 a	0,356 b	0,002	0,364 a	0,362 a	0,439	7,40
Indice de Eficiencia Europeo	229,01 b	233,80 b	245,58 a	0,005	238,66 a	233,59 a	0,206	4,99
Mortalidad, %	0,83	0,00	0,00		0,00	0,56		

P>0.05: No existen diferencias estadísticas

P<0,05: Existen diferencias significativas

P<0.01: Existe diferencias significativas altas

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Duncan

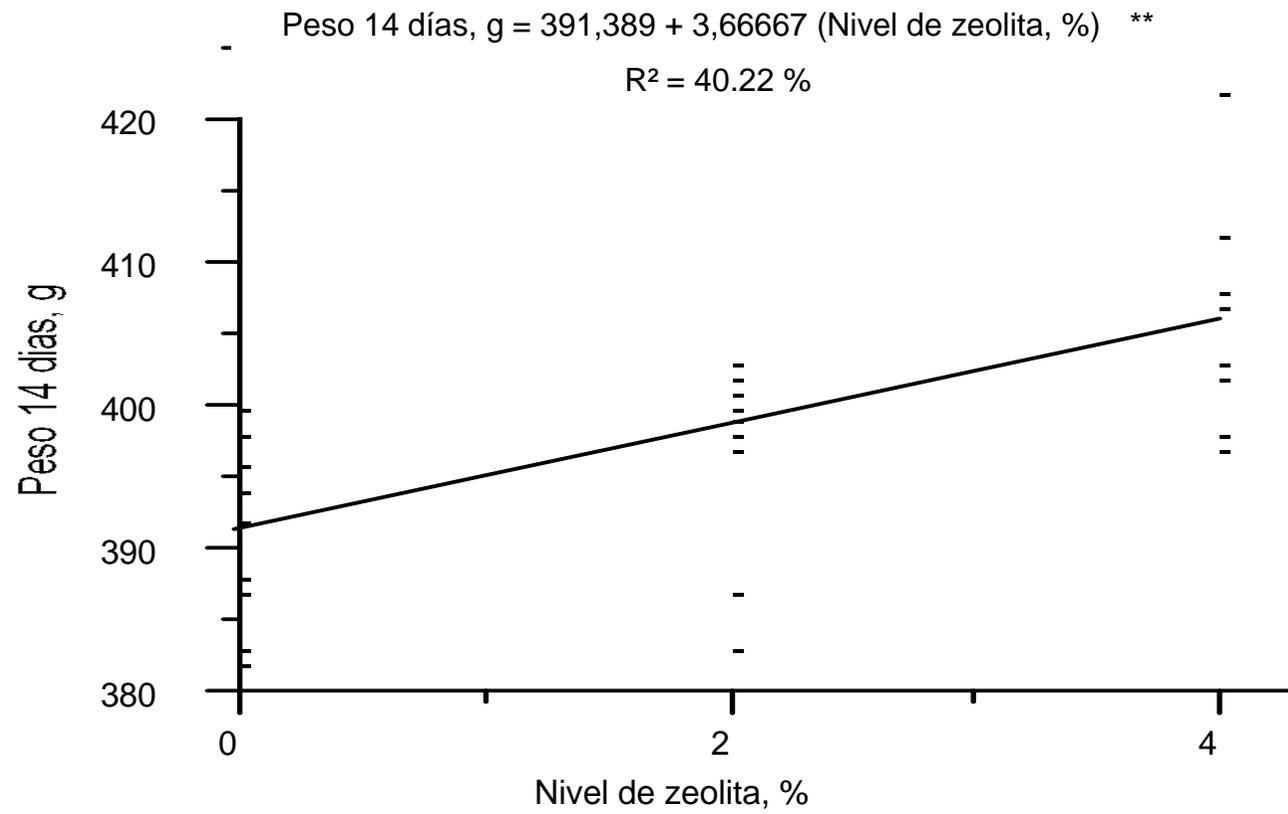


Gráfico 1. Línea de regresión del comportamiento de los pesos a los 14 días de edad de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)

Ibro (2002) y Nutril (2004), quienes indican que los pollitos hasta la segunda semana de edad deben presentar pesos entre 290 y 350 g, respectivamente, lo que puede deberse a lo que se señala en <http://es.wikipedia.org> (2007), donde se indica 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, lo que permite que los alimentos ingeridos sean mejor aprovechados.

2. Ganancia de peso

Las ganancias de peso hasta los 14 días de edad, por efecto de los diferentes niveles de zeolitas empleadas en las dietas, presentaron diferencias altamente significativas, por cuanto al utilizarse el nivel 4 %, los pollitos presentaron incrementos de peso de 363.33 g, valor que es superior a las respuestas alcanzadas cuando se emplearon las dietas con 2 y 0 % de zeolitas, que registraron ganancias de peso de 354.00 y 348.17 g, respectivamente, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa que se representa en el gráfico 2, de donde se deduce que por cada unidad adicional de zeolita en el pienso el incremento de peso de los pollos parrilleros se incrementa en 3.79 unidades, debido posiblemente a lo que señalan Zaldivar, V et al (2007), quienes indican 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 micotoxinas contaminantes de alimentos.

Al considerar los niveles de proteína empleadas en las dietas, las respuestas obtenidas no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), aunque numéricamente se registró mayores incrementos de peso con el empleo de dietas con 23 % de proteína que con aquellas que contenían 21 %, por cuanto los valores determinados fueron de 357.78 y 352.56 g, respectivamente, valores que son superiores a los incrementos de peso reportados por Ibro (2002) y Nutril (2004), quienes indican que el incremento de pesos de los pollitos hasta la segunda semana de edad es entre 250 y 340 g, respectivamente, por lo que se

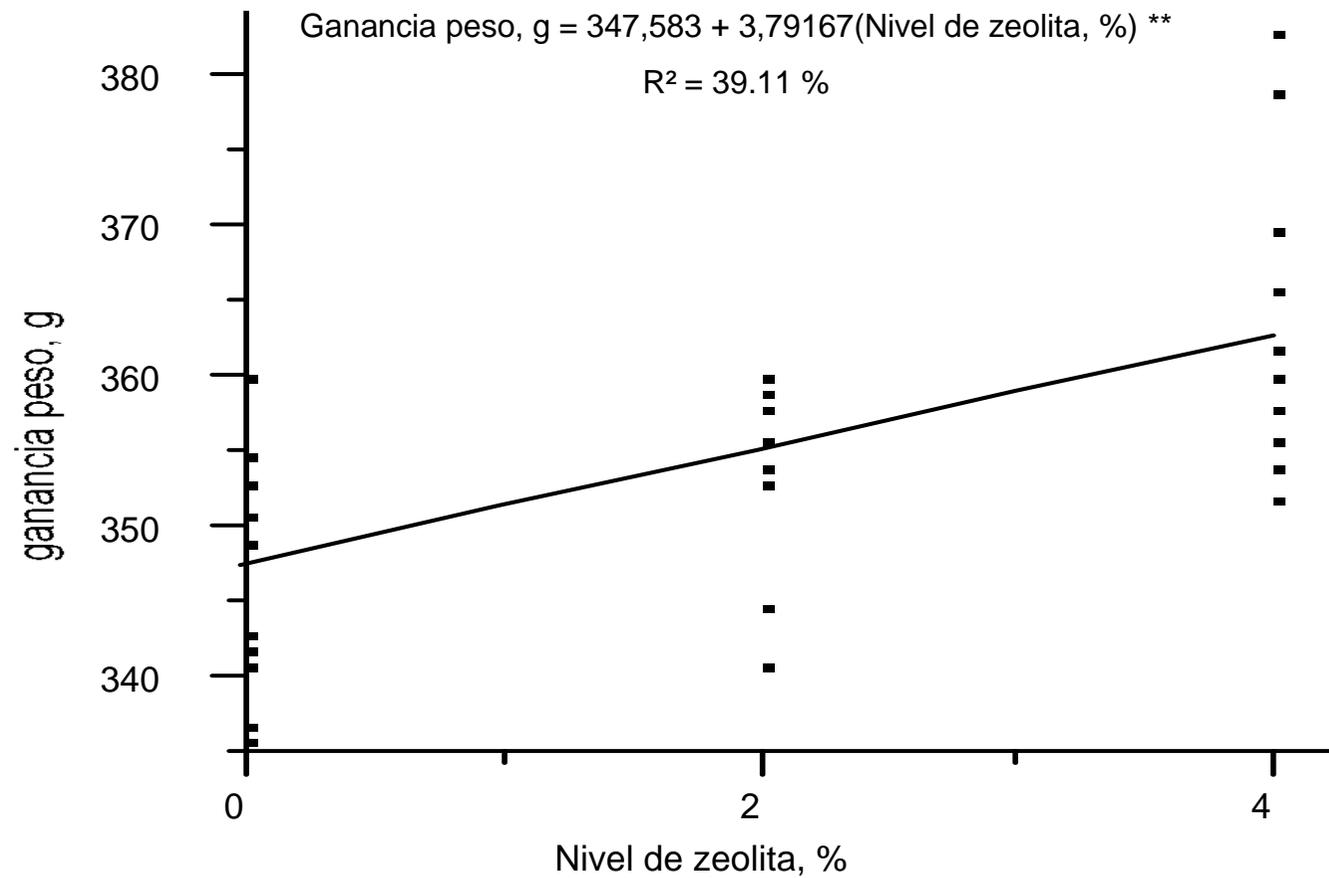


Gráfico 2. Línea de regresión del comportamiento de las ganancias de pesos (g) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)

ratifica lo indicado por Páez, O (2006), quien señala que en varios estudios se ha demostrado que la adición de Clinoptilolita al pienso para 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.

3. Consumo de alimento

El consumo de alimento, al haberseles suministrado en forma controlada, todos los grupos que recibieron el alimento con diferentes niveles de zeolitas naturales presentaron un consumo similar, de 430.00 g de alimento durante los primeros 14 días de vida, que equivale a un consumo de 94.60 g de proteína de acuerdo al factor niveles de zeolitas, en cambio, por efecto de los niveles de proteína suministrados los valores determinados fueron de 98.90 y 90.30 g de proteína, siendo estas diferencias respuestas al aporte proteico de las dietas, ya que estas contenían 23 y 21 % de proteína, respectivamente, por lo que al presentar similares consumos de alimento, pero con niveles proteicos altos, los animales presentaron un mejor desarrollo corporal, pero que en todo caso los consumos registrados se enmarcan entre los indicados por Ibro (2002) y Nutril (2004), quienes indican que los pollos parrilleros hasta los 14 días de edad, deben presentar consumos entre 385 y 480 g de alimento, por lo que se considera que las dietas empleadas cubren los requerimientos nutritivos de los pollos en esta fase fisiológica.

4. Conversión alimenticia

Con relación a la conversión alimenticia, al emplearse las dietas sin zeolita y con aquellas que contenían 2 %, las medias determinadas no fueron diferentes estadísticamente, pues registraron valores de 1.24 y 1.21, respectivamente, en cambio, que se establecen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) con la media determinada al emplearse el alimento con la inclusión de 4 % de zeolitas naturales, con la cual se encontró una conversión alimenticia de 1.18, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa que se reporta en el gráfico 3, de donde se deduce que a medida que se incrementa el nivel de zeolitas naturales en la dieta, la conversión alimenticia

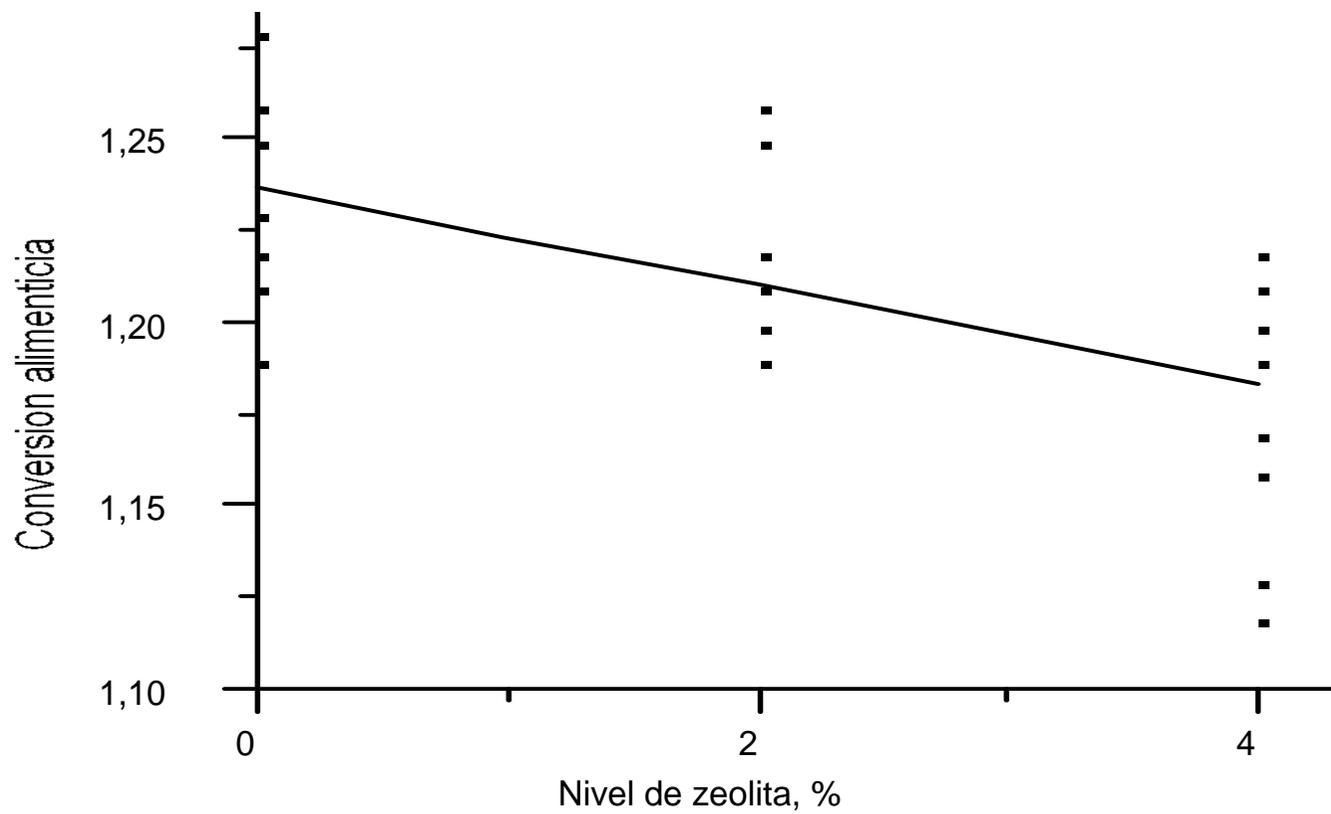


Gráfico 3. Línea de regresión del comportamiento de las conversiones alimenticias de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)

se mejora en 0.01 unidades, lo que puede deberse a lo señalado por Castro, M (2007), quien indica que el empleo de la zeolita natural permite incrementar la eficiencia de utilización de la energía y la proteína de las dietas, 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 ya que es retenida en el tracto gastrointestinal favoreciendo la absorción principalmente de la proteína y la energía, reduciendo a su vez la eliminación de nitrógeno amoniacal a través de las excretas.

Por otra parte, los niveles proteicos de las dietas experimentales, no afectaron estadísticamente la conversión alimenticia, aunque numéricamente se encontró pequeñas diferencias, por cuanto al emplearse la ración con 23 % de proteína, los animales requirieron de 1.20 kg de alimento para incrementar un kg de peso, mientras que cuando se utilizó el nivel 21 % la cantidad de alimento necesaria para el mismo objetivo fue de 1.22 kg, por lo que puede considerarse que los niveles de proteína de la dieta no mejoran la conversión alimenticia, a pesar de que estos valores son más eficientes que los enunciados por Ibro (2002) y Nutril (2004), quienes señalan que la conversión alimenticia de pollos parrilleros a los 14 días de edad es entre 1.52 y 1.37, respectivamente, anotando además estas casas comerciales, que los valores que reportan son únicamente referenciales, por cuanto los mismos pueden variar de acuerdo a las condiciones climáticas, tipo de manejo, raciones alimenticias, a la individualidad de los animales, entre otras.

5. Costo/kg de ganancia de peso

Los costos por kg de ganancia de peso determinados al emplearse la ración control (0 %) y la que contenía 2 % de zeolitas, estadísticamente fueron similares (0.369 y 0.356 dólares/kg de ganancia de peso), pero presentan diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), con el costo determinado al emplearse el nivel 4 % de zeolitas, que fue de 0.356 dólares/kg de ganancia de peso, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa, que se reporta en el gráfico 4, de donde se deduce que por cada unidad adicional de zeolitas hasta el empleo del 4 %, el costo por kg de ganancia de peso se reduce en 0.003 unidades; en cambio por efecto del nivel proteico de

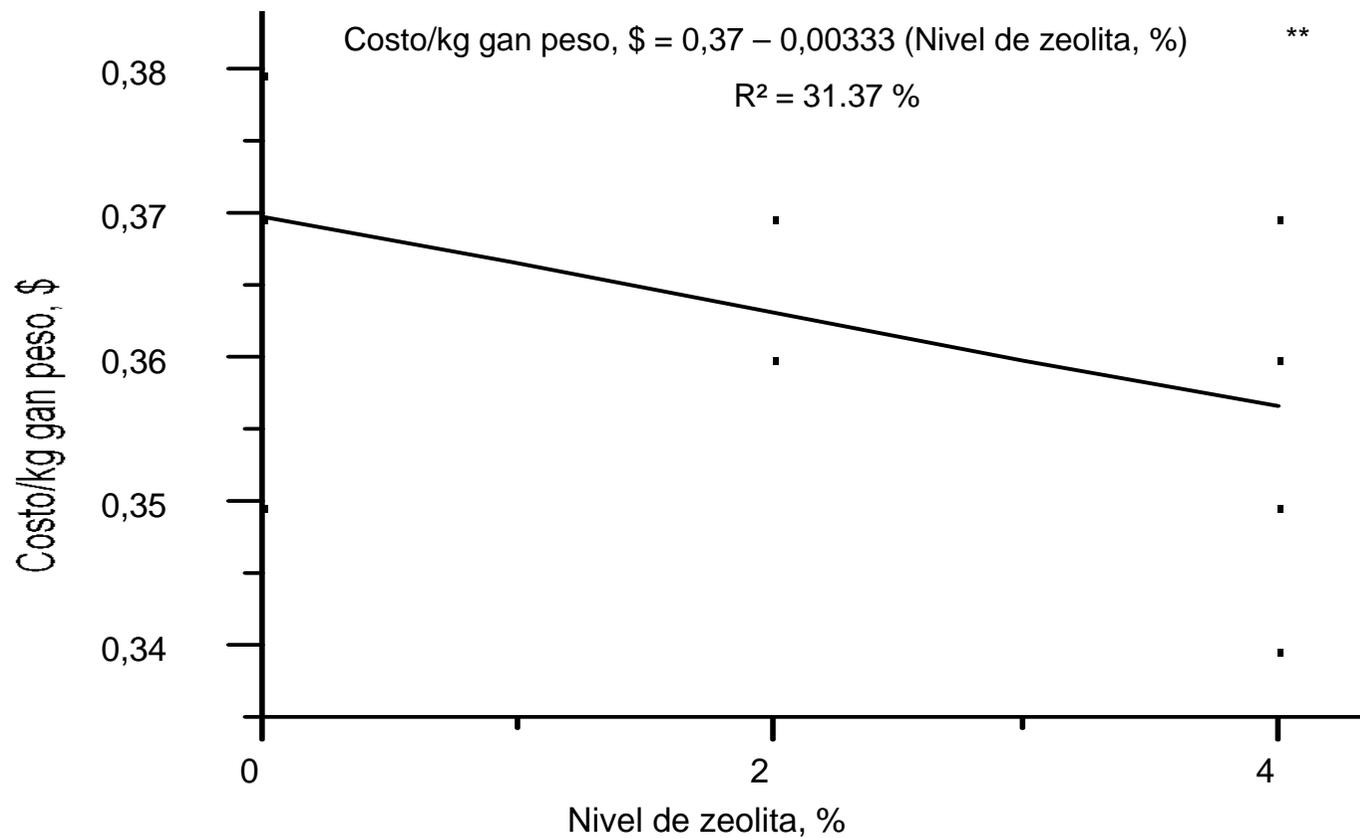


Gráfico 4. Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)

las raciones, las diferencias encontradas fueron únicamente numéricas, pues se registraron valores de 0.364 y 0.362 dólares/kg de incremento de peso, cuando se emplearon las raciones con niveles proteicos altos (23 %) y bajos (21 %), respectivamente, por lo que se puede indicar que en la etapa de inicio (hasta los 14 días de edad), presenta mejores respuestas la dieta que contenga 4 % de zeolitas, ya que según Páez, O (2006) y Castro, M (2007), la adición de zeolita al pienso de aves de corral, acelera el crecimiento, incrementa la conversión del pienso y reduce el contenido en amoníaco de los excrementos de los animales.

6. Mortalidad

La bajas registradas en la presente etapa, corresponden únicamente a las del grupo control (0.83 %), sin encontrarse mortalidad en los grupos que recibieron el alimento con zeolitas, por lo que se considera que este producto favorece al desarrollo corporal, de igual manera no se registraron bajas cuando se empleó el nivel alto de proteína, y solamente se observó el 0.56 % de mortalidad con dietas bajas en proteína, aunque las bajas registradas no fueron efecto de los factores de estudio, sino que al parecer se debieron una falta de control del microclima al inicio del estudio, por cuanto las mortalidades registradas se presentaron durante la primera semana de edad.

7. Índice de Eficiencia Europeo (IEE)

El mejor valor del Índice de Eficiencia Europea (IEE) se determinó en los animales que recibieron el balanceado con 4 % de zeolitas (245.58), que es diferente estadísticamente con respecto a los otros grupos evaluados que presentaron menores respuestas y que fluctuaron entre 229.01 y 233.80, que corresponden a los pollos de los grupos control y de los que recibieron el nivel 4 % de zeolita, en su orden, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 5); en cambio, por efecto de los niveles de proteína evaluados, los valores determinados fueron de 238.66 y 233.59 cuando se emplearon 23 y 21 % de proteína, respectivamente; por consiguiente se denota que el empleo de la zeolita natural en el nivel 4 %, propició un mejor comportamiento en los pesos, la conversión alimenticia y con

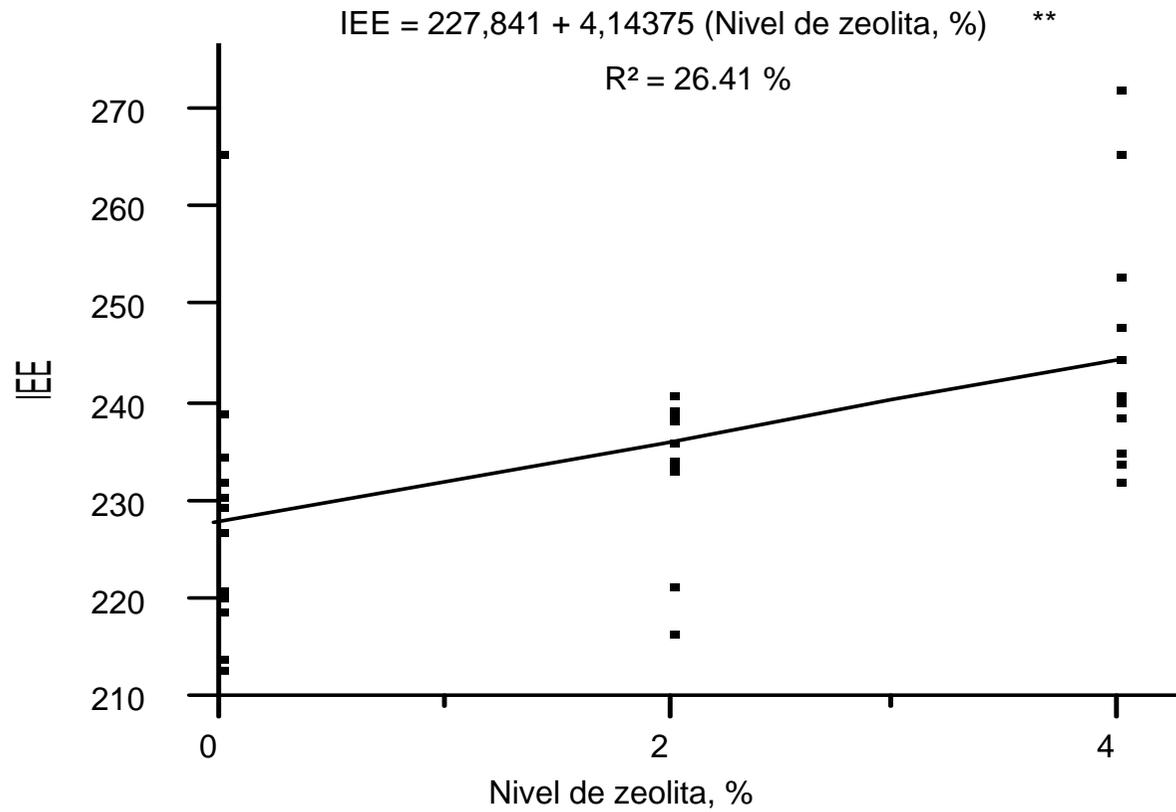


Gráfico 5. Línea de regresión del comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de inicio (1 a 14 días de edad)

menores costos de producción, por lo que se concuerda con Estrada, J (2005), quien indica que mientras mayor es el IEE existe un mejor manejo en lo referente a los componentes pesos, viabilidad y conversión alimenticia, por lo que se considera beneficioso para la salud y productividad de los pollos parrilleros, suministrar hasta el nivel 4 %, además que Páez, O (2006) y Castro, M (2007), señalan que con la adición de zeolita al pienso se reduce el contenido de amoníaco en los excrementos de los animales, propiciando un medio ambiente menos contaminado.

B. ETAPA DE CRECIMIENTO (14 A 28 DÍAS DE EDAD)

1. Pesos

A los 28 días de edad, los pesos de los pollos por efecto de la adición de zeolita en el alimento, presentaron diferencias altamente significativas entre las medias determinadas, alcanzándose la mejor respuesta (1152.78 g) en los animales que recibieron la dietas con 4 % de zeolitas, seguidas de los pollos alimentados con el 2 % de zeolita (1118.33 g), en cambio que el menor peso (1092.22 g) registraron los pollos que recibieron la dieta control (cuadro 19), por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 6), que determina que por cada unidad adicional de zeolitas hasta el nivel 4 %, el peso corporal de los pollos en la etapa de crecimiento se incrementa en 15.14 unidades, lo que puede deberse a lo que indican Zaldivar, V et al (2007), quienes 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 micotoxinas contaminantes de alimentos, por lo que en este sentido Páez, O (2006), indica que en pruebas realizadas en aves a las que en su alimentación se añadió 5% de zeolita, encontró 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, comportamiento que es ratificado con el presente trabajo.

Por efecto de los niveles de proteína de las dietas empleadas, las diferencias

Cuadro 19. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO (14 A 28 DIAS DE EDAD)

Parámetros:	Niveles de zeolitas (%)			Prob.	Nivel de proteína dietética		Prob.	CV (%)
	0,00	2,00	4,00		Alta	Baja		
Peso a los 14 días, g	392,00 b	397,50 b	406,67 a	<0,01	401,33 a	396,11 b	0,042	1,85
Peso a los 28 días, g	1092,22 c	1118,33 b	1152,78 a	<0,01	1128,89 a	1113,33 b	0,001	1,15
Ganancia de peso, g	700,22 c	720,83 b	746,11 a	<0,01	727,56 a	717,22 a	0,052	2,12
Consumo de alimento, g	1373,00	1373,00	1373,00		1373,00	1373,00		
Consumo de proteína, g	267,74	267,74	267,74		274,60	260,87		
Conversión alimenticia	1,96 a	1,91 b	1,84 c	<0,01	1,89 a	1,92 a	0,053	2,21
Costo/Kg ganancia de peso, \$	0,57 a	0,55 b	0,54 c	<0,01	0,55 a	0,55 a	0,775	6,60
Indice de Eficiencia Europeo	200,83 c	211,74 b	232,03 a	<0,01	219,11 a	210,62 b	0,028	5,14
Mortalidad, %	0,83	0,83	3,33		2,22	1,11		

P>0.05: No existen diferencias estadísticas

P<0,05: Existen diferencias significativas

P<0.01: Existe diferencias significativas altas

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Duncan

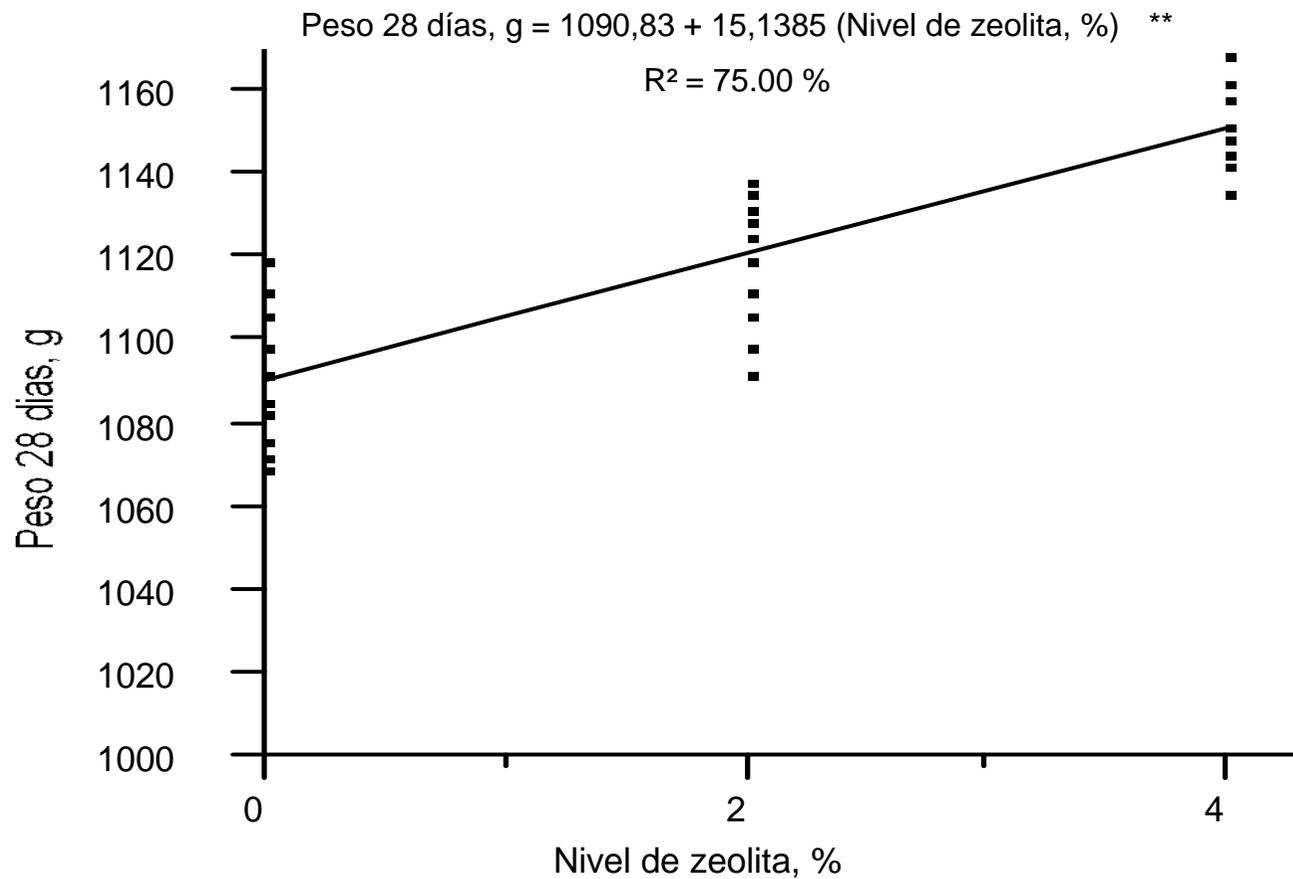


Gráfico 6. Línea de regresión del comportamiento del peso a los 28 días de edad (g) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad)

entre los pesos corporales fueron significativas ($P < 0.05$), con los mayores pesos (1128.890 g) en los pollos que recibieron el alimento con 20 % de proteína, mientras que cuando recibieron la dieta con el 19 %, los pesos alcanzados fueron de 1113.33 g, notándose por consiguiente un mejor comportamiento con niveles altos de proteína.

Los pesos determinados a los 28 días de edad, son superiores al ser confrontados con los estudios en los que se evaluaron la adición de zeolitas como Amaguaña, A (1999), que estudio cuatro niveles de zeolitas cargadas con cloruro de calcio (0, 0.5, 0.75 y 1.0%) alcanzó un peso de 801.06 gramos, Guevara, R (1999), evaluó la utilización de diferentes niveles energéticos (3100, 3200, 3000 y 2900 kcal/kg de alimento) cargadas con 0.75% de zeolitas, obtuvo pesos de 866.25 g, Romero, J (1999), al estudiar el efecto de la adición de zeolitas en niveles de 0.5, 0.75 y 1.0 % en la ración, obtuvo con el nivel 0.5 % de zeolitas, un mejor comportamiento en los pesos (883.27 g), al igual que Luna, R (1999), quien evaluó el efecto de diferentes niveles de proteína cargadas con bentonita, registró pesos a los 28 días de edad de 1015 g; en cambio los pesos obtenidos en el presente trabajo son ligeramente inferiores respecto a otros estudios, en los que se consideraron diferentes alternativas alimenticias, así: Mazón, J (2000), encontró en la fase inicial que con el empleo de la ración con el 10 % de palmiste los pollos presentaron los mejores pesos (1205 g), Pozo, J (2000), al evaluar 4 niveles de soya tostada y molida, obtuvo mejores rendimientos con el nivel 20 % suministrada a animales de la línea Avian Farms los mismos que alcanzaron un peso de 1776.25 g.

Pero no todos los valores de otros estudios son superiores, pues Espinoza, J (2001), al estudiar la utilización de diferentes niveles de cloruro de colina alcanzó pesos de hasta 0.802 kg, Tapia, J (2005), al suministrar balanceado Nutril desmoronado de 1 a 8 días de edad y de los 9 a 30 días en forma de pellets, registró pesos de hasta 1.12 kg, por lo que se puede considerar que las variaciones de las respuestas registradas entre estudios pueden deberse a los diferentes sistemas de alimentación, condiciones experimentales, calidad de la materia prima, climatización, etc.

2. Ganancia de peso

Las medias de ganancia de peso al final del período de crecimiento (de 14 a 28 días de edad), presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los niveles de zeolitas empleados, encontrándose el mayor incremento de peso en los pollos que recibieron el alimento con 4 % de zeolitas (746.11 g), seguidas de las respuestas obtenidas con el uso del nivel 2 % (720.83 g) y la menor ganancia (700.22 g) en los animales del grupo control, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 7), que establece que a medida que se incrementa la zeolita hasta el nivel 4 %, la ganancia de peso entre los 14 y 28 días de edad, se incrementa en 11.47 unidades, comportamiento que puede deberse a lo señalado por Zaldivar, V et al (2007), quienes indican que el empleo de zeolitas naturales para el consumo animal ofrece mejoras productivas determinadas por una mayor eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes, que se reflejan en el desarrollo corporal.

A diferencia de lo demostrado por los niveles de zeolitas, el nivel proteico de la dieta, no presentó un efecto estadístico, aunque numéricamente se encontró mayores incrementos de peso cuando se utilizó niveles altos de proteína (20 %), pues se registraron incrementos de peso de 727.56 g frente a 717.22 g conseguidos con el empleo de dietas con 19 % de proteína suministradas entre los 14 a 28 días de edad.

Para poder comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo con otros estudios, es necesario tomar en consideración el incremento de peso de la etapa de inicio más la de la etapa de crecimiento, por cuanto los estudios que se citan a continuación, consideran la etapa inicial o de crecimiento entre 1 a 28 días de edad, por lo que la mejor respuesta obtenida en el incremento de peso acumulado que es de 1109.44 g (363,33 g en la etapa inicial y 746,11 g en la de crecimiento), registrada con el empleo de dietas con 4 % de zeolita, es superior respecto a los estudios de Amaguaña, A (1999), que estudio cuatro niveles de zeolitas cargadas con cloruro de calcio obtuvo una ganancia de peso de 760.06 g, Guevara, R (1999), al utilizar diferentes niveles energéticos cargados con 0.75% de zeolitas,

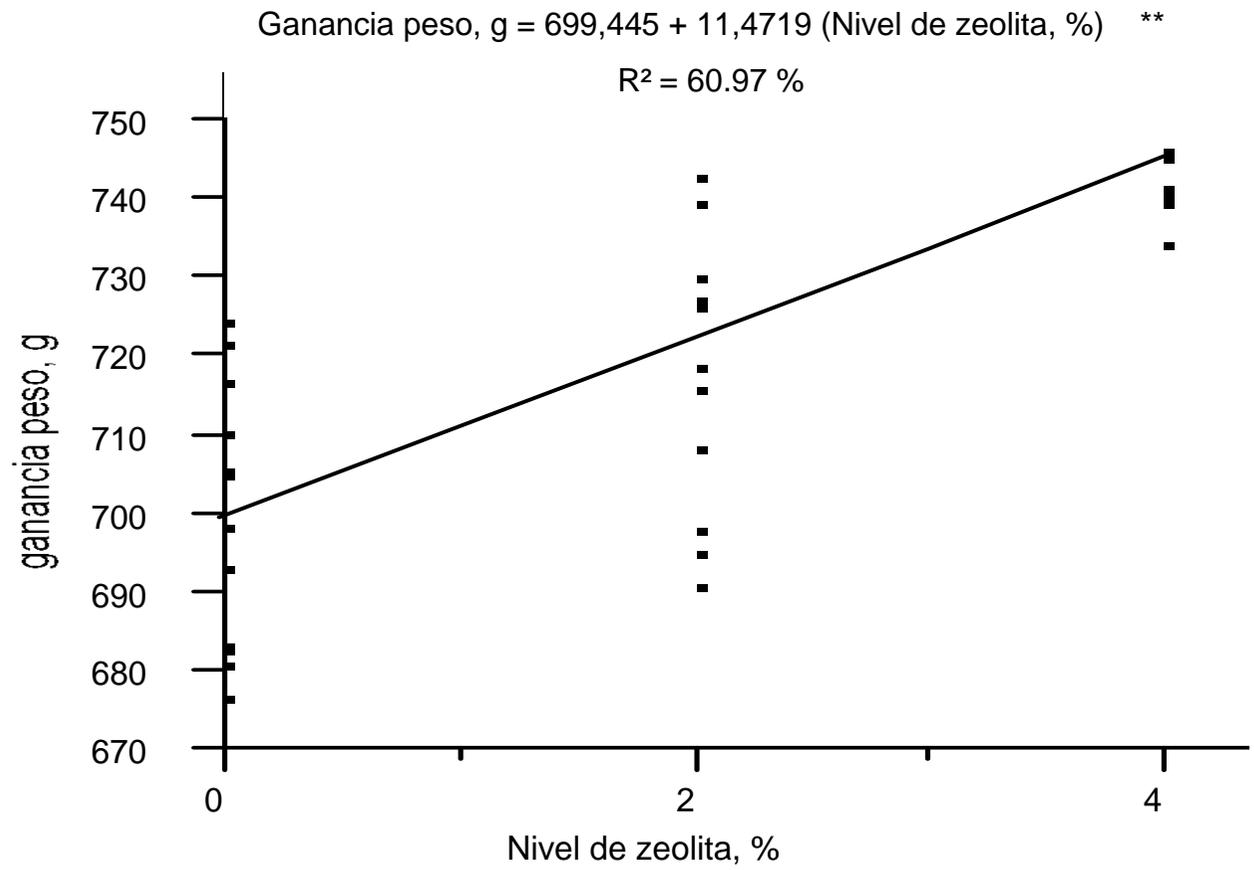


Gráfico 7. Línea de regresión del comportamiento de las ganancias de peso (g) durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

obtuvo incrementos de pesos 826.50 g, Romero, J (1999), con la adición de zeolitas en niveles de 0.5, 0.75 y 1.0 %, obtuvo ganancias de peso de 903,28 g, Luna, R (1999), al emplear diferentes niveles de proteína cargadas con bentonita, registró a los 28 días de edad ganancia de peso de 982.75 g, Espinoza, J (2001), al estudiar la utilización de diferentes niveles de cloruro de colina registró incrementos de peso de 0.762 kg, Tapia, J (2005), al suministrar balanceado Nutril desmoronado de 1 a 8 días de edad y de los 9 a 30 días en forma de pellets, encontró incrementos de peso de 1080 g.

Pero son inferiores respecto a los estudios de Mazón, J (2000), quien con el empleo de la ración con el 10 % de palmiste los pollos presentaron ganancias de peso de 1166 g, Pozo, J (2000), al suministrar 20 % de soya tostada y molida, alcanzó ganancias de peso de 1562.11 g, por lo que las diferencias entre las respuestas citadas permiten confirmar que estas se deben a los diferentes tipos de manejo, sistemas de alimentación, condiciones experimentales, calidad de la materia prima, climatización, etc., pero teniendo en cuenta que en todos los trabajos las dietas alimenticias se ajustaron a los requerimientos de las aves.

3. Consumo de alimento

El consumo de alimento, durante esta etapa fue de 1373 g/ave entre los 14 a 28 días de edad en todos los grupos, debido a que el suministro de alimento fue en forma controlada, para establecer con cual nivel de proteína se comportaban mejor los pollos, por lo que la cantidad de proteína consumida varía únicamente por efecto del nivel proteico de la dieta, más no por la cantidad de zeolita empleada, registrándose un consumo de 267.74 g de proteína por animal en los 14 días de evaluación, mientras que por efecto del nivel proteico las cantidades consumidas fueron de 274.60 y 260.87 g de proteína, cuando se suministró las dietas con 20 y 19 % de proteína respectivamente, cantidades que se consideran que cubren los requerimientos para mantenimiento y desarrollo, presentando incluso pesos superiores a los que obtuvieron Amaguaña, A (1999), Guevara, R (1999), Romero, J (1999), Luna, R (1999), Mazón, J (2000), Espinoza, J (2001), Tapia, J (2005), entre los investigadores citados con anterioridad.

4. Conversión alimenticia

Las medias de las conversiones alimenticias determinadas por efecto de los niveles de zeolitas empleadas en las dietas alimenticias presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), registrándose la mejor respuesta cuando se utilizó el balanceado con 4 % de zeolitas, ya que los pollos requirieron de 1.84 kg de alimento para incrementar un kg de peso, que se incrementó ligeramente a 1.91 kg de alimento para el mismo objetivo, cuando los animales consumieron el balanceado con el 2 % de zeolitas, en cambio con el balanceado control, requirieron de 1.96 kg de alimento, denotándose por consiguiente que a medida que se incrementa los niveles de zeolitas en el alimento de los pollos, estos requerirán menor cantidad de alimento por kg de peso ganado, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 8), que determina que por cada unidad adicional de zeolitas hasta el nivel 4 % en la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad), la conversión alimenticia es más eficiente en 0.03 unidades ($b = -0.03$), lo que puede deberse a lo que señala Páez, O (2006), quien indica que en varios estudios se ha demostrado que la adición de zeolitas al pienso, incrementa la conversión del pienso y reduce el contenido en amoníaco de los excrementos de los animales. Pues registró que con el empleo de 5 % de zeolitas en el alimento, la eficiencia alimenticia de las aves fue entre un 25 y 30% mejor, respecto a la obtenida para aves de control alimentadas sin zeolita, aunque en el presente trabajo se obtuvo una mejora únicamente del 6 %, tomando en consideración que el 1.96 del grupo control corresponde el 100 %.

De acuerdo a los niveles proteicos de las dietas empleadas, las conversiones alimenticias no fueron diferentes estadísticamente, sin embargo, al emplearse dietas con 20 % de proteína en esta etapa, su conversión alimenticia es más eficiente (1.89), que cuando se utilizan dietas con 19 % de proteína, pues se registró un valor de 1.92, por lo que retomando el comportamiento demostrado por los niveles de la zeolita empleados, con el nivel 4 % se obtuvieron mejores pesos y conversiones alimenticias.

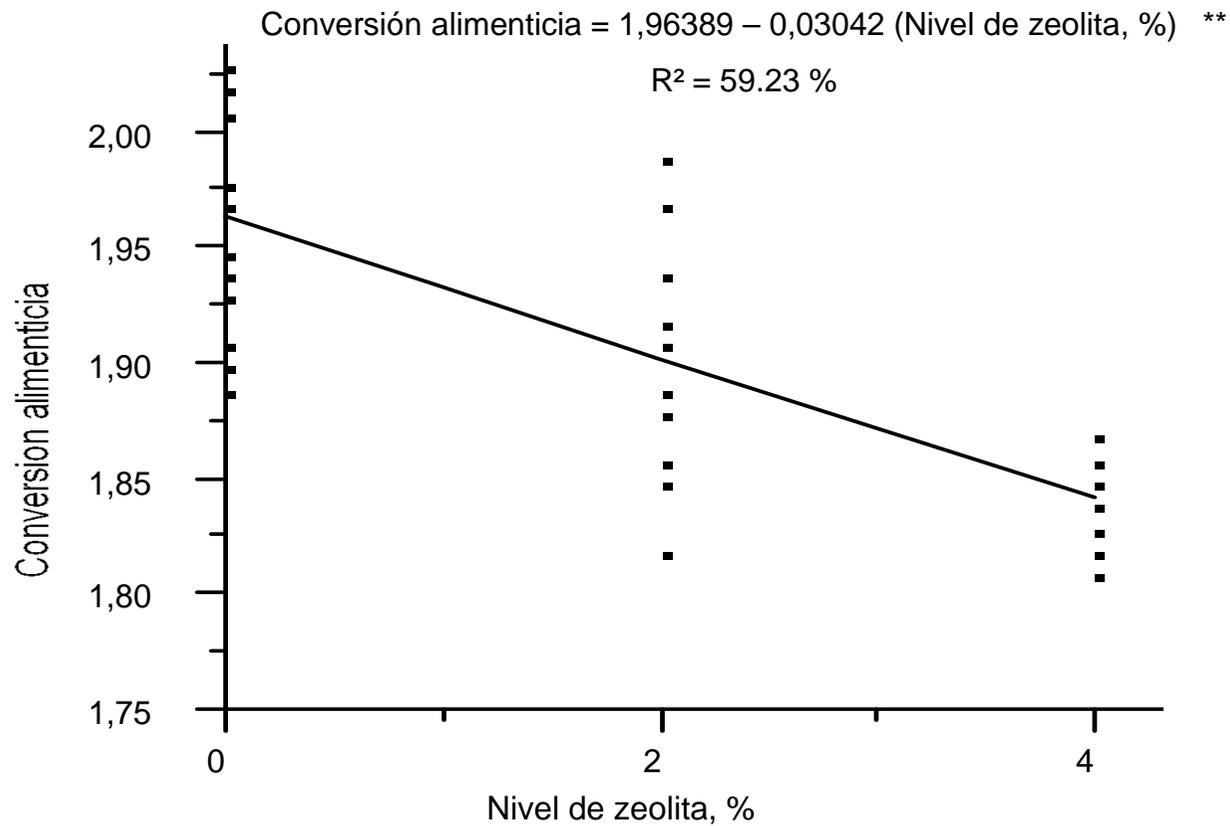


Gráfico 8. Línea de regresión del comportamiento de la conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

5. Costo/kg de ganancia de peso

Los costos por kg de ganancia de peso determinados por efecto de los niveles de zeolitas empleados, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre sí, determinándose que el costo encontrado con el empleo de la dieta control fue de 0.57 dólares/kg de ganancia de peso, que se reduce a 0.55 dólares con el empleo del nivel 2 % de zeolitas y a 0.54 dólares con el empleo del 4 % de zeolitas, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa que se reporta en el gráfico 9, de donde se desprende que por cada unidad adicional hasta el 4 % de zeolitas empleadas en la ración para pollos parrilleros, el costo/kg de ganancia de peso se reduce en 0.01 unidades.

En cambio, que por efecto de los niveles proteicos de las dietas empleadas, los costos/kg de ganancia de peso fueron similares (0.55 dólares), considerándose por consiguiente que el nivel proteico de la dieta tiene poca influencia cuando los animales cubren sus requerimientos nutritivos, a diferencia del empleo de las zeolitas, que mejores respuestas se encontraron cuando se utilizó el nivel 4 %, lo que puede deberse a lo que se reporta en <http://es.wikipedia.org> (2007), donde se indica que la causa de que los animales ganen mayor peso, es que la zeolita hace que los nutrientes ingeridos queden retenidos por ella: se quedan un tiempo en los intestinos debido a los poros con los que cuenta la zeolita. Esto permite que la zeolita les haga aprovechar mucho más los alimentos, mejorándose por tanto la conversión alimenticia y reduciéndose los costos de producción, diferencias que a pesar de ser mínimas, son importantes debido a que en las empresas avícolas dedicadas a la explotación de pollos parrilleros se manejan gran cantidad de aves por lote y por año, esta diferencia se transformaría en una cantidad monetaria importante, ya que por ave existe un ahorro de 2 centavos de dólar.

6. Mortalidad

La cantidad de bajas registradas en los diferentes grupos evaluados fueron efecto de las fallas del control del microclima interno del galpón (temperatura), pues durante el trabajo se registraron en la noche heladas considerables, las mismas que se lograron controlar enseguida con el incremento de campanas de

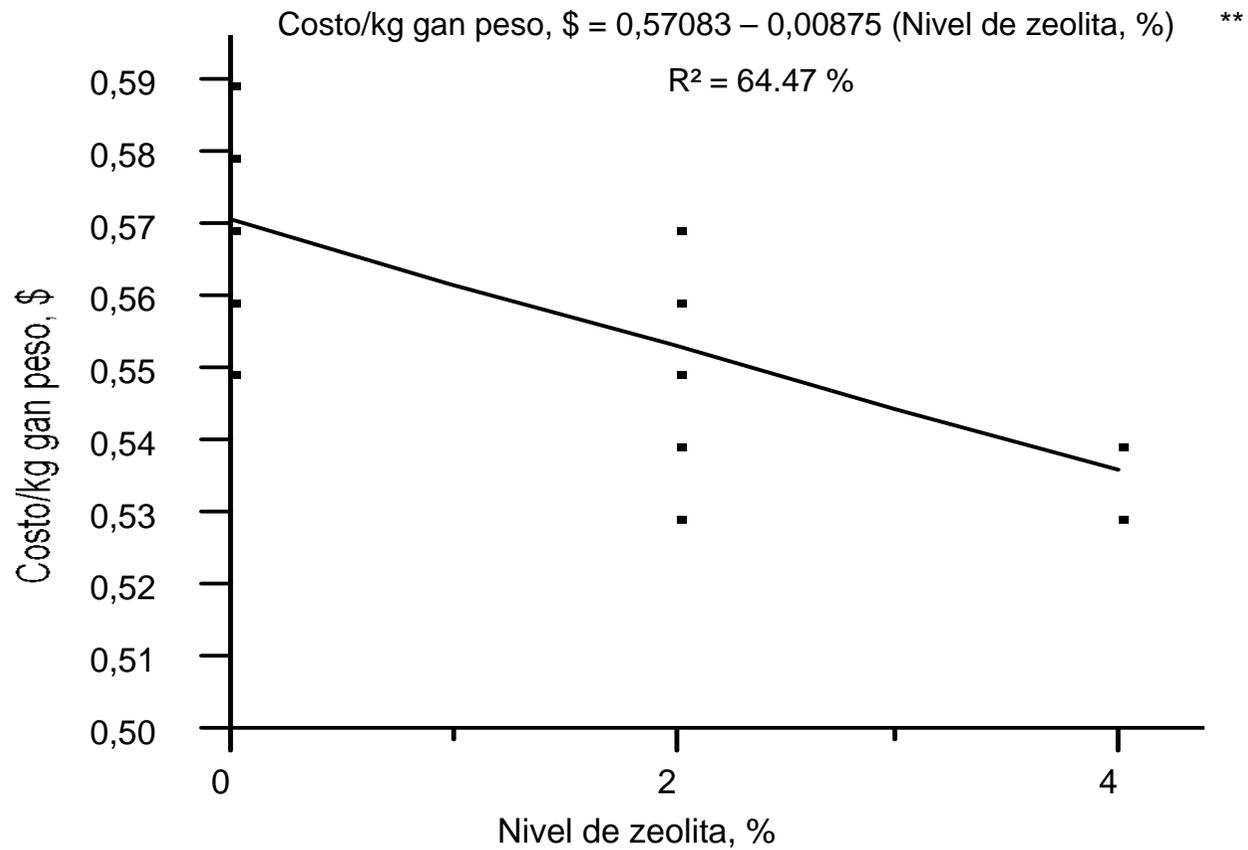


Gráfico 9. Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

calefacción, pero que en todo caso mortalidad de los animales, aunque estas fueron en el orden del 0.83 al 3.33 % del total de animales, en los grupos que recibieron diferentes niveles de zeolitas, mientras que de acuerdo a los niveles proteicos de las dietas, la mortalidad registrada fue entre 1.11 y 2.22 %, valores que se encuentran por debajo de los índices de mortalidad referenciales indicados por Ibro (2002) y Nutril (2004), quienes indican que en la etapa de crecimiento se considera como normal el 5 % de mortalidad, por en cambio, el empleo de la zeolita en las dietas favoreció la reducción de la presencia en el aire de amoníaco, por cuanto <http://www.quiminet.com.mx> (2007), reporta que en las zeolitas en la alimentación de los animales, produce la disminución del agua amoniacal en el sistema digestivo, funciona como eficientizador del alimento, desintoxicantes de amoníaco y toxinas, así como provoca una acción antidiarreica, lo que es confirmado por Páez, O (2006), quien señala que en varios estudios se ha demostrado que la adición de zeolitas en el pienso, incrementa la conversión y reduce el contenido en amoníaco de los excrementos de los animales, lo que permite que los animales se desarrollen en mejores condiciones sanitarias, mejorándose incluso el medio ambiente, por cuanto disminuye notablemente el contenido de amoníaco en los purinos, por su gran capacidad de absorción de amoníaco y del H₂S que provocan malos olores, y ayudan en el proceso de digestión anaeróbica de los purinos.

7. Índice de Eficiencia Europeo (IEE)

El mejor Índice de Eficiencia Europea (IEE) se registró en los animales que recibieron el balanceado con 4 % de zeolitas, con un valor de 232.03, seguido de los animales que consumieron el alimento con 2 % de zeolitas (211.74) y la menor respuesta en las aves del grupo control (200.83), existiendo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los valores anotados, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 10); en el que se determinada que a medida que se incrementa los niveles de zeolitas hasta el 4 % en el alimento, el comportamiento productivo de los animales se mejora, ya que Estrada, J (2005), indica que en este parámetro se considera, el peso corporal, la viabilidad y la conversión alimenticia.

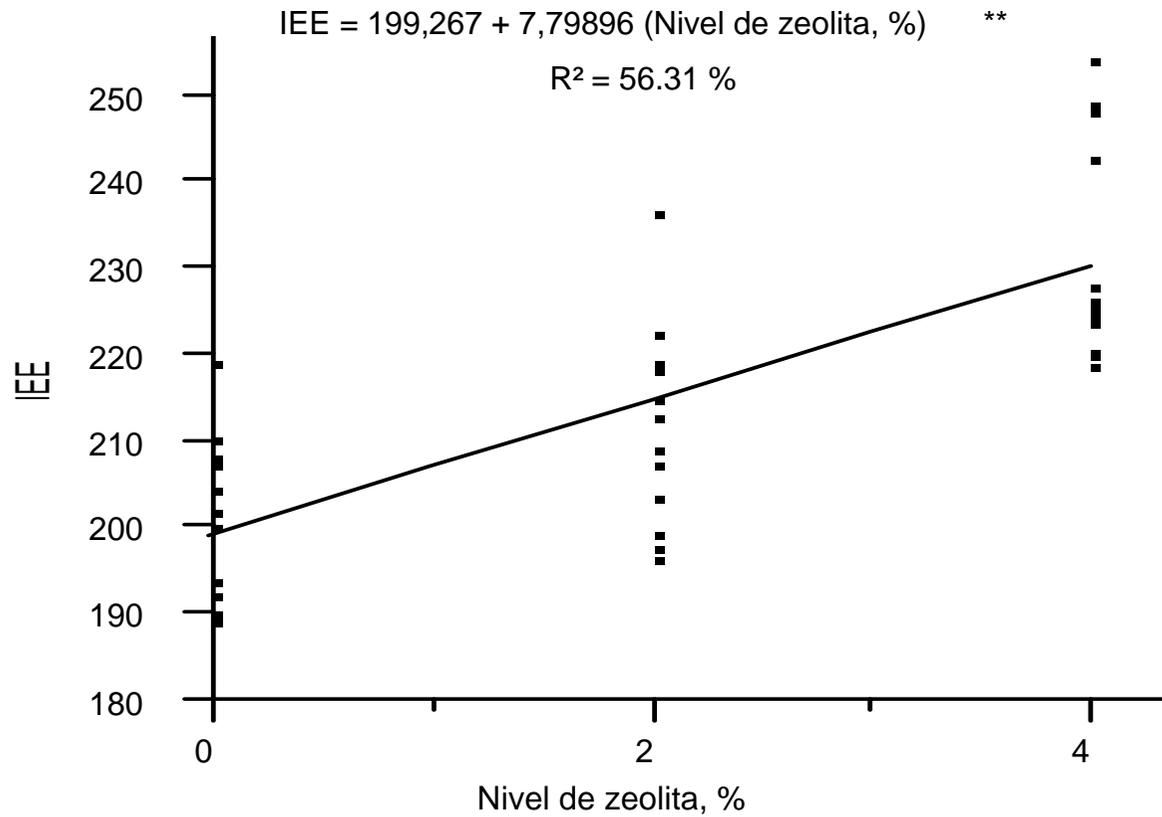


Gráfico 10. Línea de regresión del comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo durante la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

Por efecto de los niveles proteicos de las dietas, el IEE determinado al emplearse las dietas con 20 % de proteína fue mejor que cuando se emplearon dietas con 19 % de proteína, pues los valores encontrados fueron 219.11 y 210.62, respectivamente, considerándose que en este parámetro el factor peso corporal fue decisivo, por cuanto Estrada, J (2005), indica que mientras mayor es el IEE existe un mejor manejo, por lo que se considera beneficioso para la salud y productividad de los pollos parrilleros, suministrar niveles altos de proteína, es decir, dietas con 20 % de proteína en la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad).

C. ETAPA DE ACABADO (28 A 56 DÍAS DE EDAD)

1. Peso final

Los pesos de los pollos a los 56 días de edad, registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) por efecto de los niveles de zeolitas utilizados en las dietas alimenticias (cuadro 20), presentando los mayores pesos (3087.50 g) los animales que recibieron el balanceado con el nivel 4 %, seguidos de los que recibieron el nivel 2 % con un peso de 3013.33 g, mientras que el menor peso de las aves fueron las del grupo control con 2917.50 g, por lo que mediante el análisis de la regresión, se estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 11), que determina que por cada unidad adicional de zeolita hasta el nivel 4 %, el peso de los pollos se incrementa en 42.5 unidades, debido posiblemente a lo que señalan Zaldivar, V et al (2007), quienes manifiestan 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 micotoxinas contaminantes de alimentos, lo que favorece el metabolismo de los principales principios nutritivos, que son aprovechados por los animales para presentar un mejor desarrollo corporal.

Los pesos de las aves por efecto de los niveles proteicos de las dietas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), registrándose que cuando se emplean dietas altas en proteína los pollos presentan mejores pesos

Cuadro 20. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE LA ETAPA DE ACABADO (28 A 56 DIAS DE EDAD)

Parámetros:	Niveles de zeolitas (%)			Prob.	Nivel de proteína dietética		Prob.	CV (%)
	0,00	2,00	4,00		Alta	Baja		
Peso a los 28 días, g	1092,223 c	1118,333 b	1152,777 a	<0,01	1128,888 a	1113,333 b	0,001	1,15
Peso a los 56 días, g	2917,50 c	3013,33 b	3087,50 a	<0,01	3024,44 a	2987,78 b	<0,01	0,47
Ganancia de peso, g	1825,28 c	1895,00 b	1934,72 a	<0,01	1895,56 a	1874,44 b	0,002	0,67
Consumo de alimento, g	4455,00	4455,00	4455,00		4455,00	4455,00		
Consumo de proteína, g	779,63	779,63	779,63		801,90	757,35		
Conversión alimenticia	2,44 a	2,35 b	2,30 c	<0,01	2,35 b	2,38 a	0,001	3,09
Costo/Kg ganancia de peso, \$	0,70 a	0,67 b	0,66 c	<0,01	0,68 a	0,67 b	<0,01	3,14
Indice de Eficiencia Europeo	223,39 b	235,30 a	243,82 a	0,001	235,37 a	232,97 a	0,562	5,24
Mortalidad, %	4,17	2,50	1,67		2,22	3,33		

P>0.05: No existen diferencias estadísticas

P<0,05: Existen diferencias significativas

P<0.01: Existe diferencias significativas altas

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Duncan

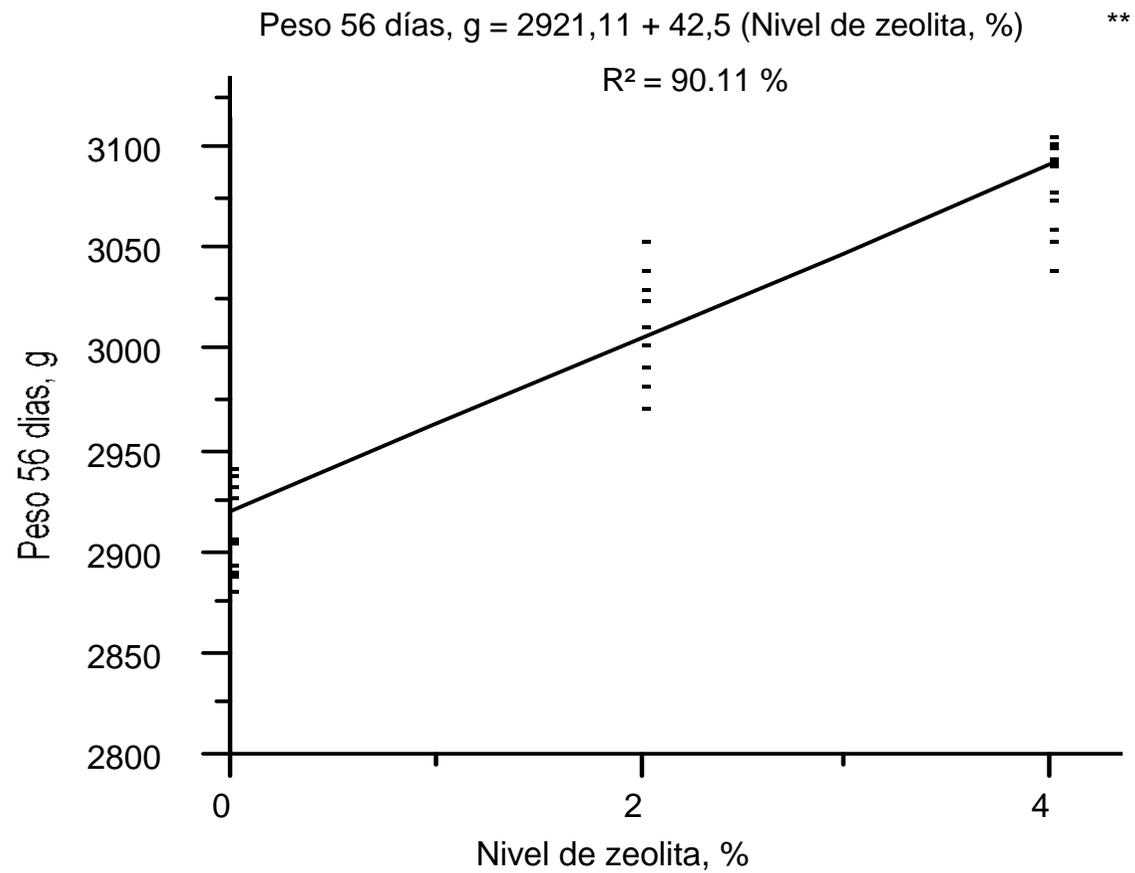


Gráfico 11. Línea de regresión del comportamiento de los pesos finales (56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

corporales que cuando se utilizan niveles bajos de proteína, ya que los pesos encontrados fueron de 3024.44 y 2987.78 g, respectivamente, valores que son superiores respecto a otros estudios, que evaluaron la adición de zeolitas como Amaguaña, A (1999), que utilizó cuatro niveles de zeolitas cargadas con cloruro de calcio (0, 0.5, 0.75 y 1.0%) alcanzando un peso final de 2523.43 g, Guevara, R (1999), al emplear diferentes niveles energéticos cargadas con 0.75% de zeolitas, obtuvo pesos finales de 2447.5 g, Romero, J (1999), con la adición de zeolitas en niveles de 0.5, 0.75 y 1.0 % en la ración, obtuvo con el nivel 0.5 % de zeolitas, un mejor comportamiento en los pesos (2779.6 g), Luna, R (1999), al emplear diferentes niveles de proteína cargadas con bentonita, registró pesos a los 56 días de edad de 2643.75 g; de igual manera los pesos obtenidos son superiores respecto a otros estudios, en los que se consideraron diferentes alternativas alimenticias, así: Mazón, J (2000), encontró en la fase de acabado con el empleo de la ración con el 10 % de palmiste los mejores pesos finales (2.607 Kg), Espinoza, J (2001), empleando diferentes niveles de cloruro de colina alcanzó pesos finales de hasta 2.43 kg y Tapia, J (2005), al suministrar balanceado Nutril desmoronado de 1 a 8 días de edad y de los 9 a 30 días en forma de pellets, registró pesos de hasta 2.55 kg, por lo que se considera que los animales del presente trabajo presentaron un mejor comportamiento, debido posiblemente a la calidad genética, así como a la individualidad de los animales, a lo que se suma el efecto mostrado por la adición de las zeolitas, por cuanto <http://www.quiminet.com.mx> (2007), reporta que la utilización de las zeolitas en la alimentación de los animales, da eficiencia en el desarrollo haciendo decrecer el agua amoniacal en el sistema digestivo y al emplearlo como suplemento alimenticio para las aves, engordan más con respecto a las que no se les adiciona zeolita, obteniéndose en el presente trabajo un peso superior de 170 g/ave cuando se empleó el nivel 4 % frente al grupo control.

2. Ganancia de peso

Las ganancias de peso presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los niveles de zeolitas empleados, consiguiéndose los mejores incrementos cuando se utilizó el nivel 4 % (1934.72 g), seguidos de los incrementos de peso obtenidos con las dietas con 2 % (1895.00 g), en cambio

que el menor incremento de peso se observó en los pollos que consumieron el balanceado con 0 % de zeolita (1825.28 g), estableciéndose mediante el análisis de la regresión una tendencia cuadrática altamente significativa, que se reporta en el gráfico 12, de donde se aprecia que a medida que se incrementa el nivel de zeolita hasta el 4 %, el incremento de peso se mejora pero no de una manera uniforme, respuestas que pueden deberse a lo reportado por Zaldivar, V et al (2007), quienes indican que el empleo de zeolitas naturales en la alimentación de los animales provoca una mayor eficiencia metabólica, siendo su principal resultado el metabolismo energético que determina una mayor eficiencia biológica en la utilización de la proteína dietética, debido a sus propiedades derivadas de su capacidad de intercambio catiónico, su efecto en el complejo enzimático y su acción astringente que posibilitan una mejora en la utilización de los nutrientes (Castro, M 2007).

Respecto al efecto del contenido proteico de las dietas, los incrementos de peso presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), ya que los valores registrados fueron de 1895.56 y 1874.44 g, cuando se emplearon durante esta etapa balanceado que contenía 18 y 17 % de proteína, respectivamente, lo que demuestra que los pollos parrilleros requieren niveles altos de proteína para presentar un mejor desarrollo corporal, aunque los valores obtenidos son superiores a las respuestas encontradas en diferentes estudios, entre los que se mencionan a Amaguaña, A (1999), Guevara, R (1999), Romero, J (1999) y Luna, R (1999), quienes reportan incrementos de peso de 1721.89 , 1611.25, 1819.8, 1619.25 g, respectivamente, cuando utilizaron zeolitas de diferente manera en la alimentación de los broilers, teniendo el mismo comportamiento respecto a otros estudios, que evaluaron diferentes alternativas alimenticias, como Mazón, J (2000), Espinoza, J (2001) y Tapia, J (2005), que obtuvieron incrementos de peso de hasta 1645, 1630 y 1500 g, en su orden, diferencias que pueden deberse al manejo proporcionado, así como las características genéticas e individuales de los animales que determinan su desarrollo corporal, más no a las dietas alimenticias, ya que las mismas se ajustaron a los requerimientos nutricionales, aunque en el presente trabajo se considera la reducción de un punto de proteína en la dieta pero que su efecto sigue siendo superior a las respuestas de los estudios citados, por cuanto los niveles de proteína y aminoácidos utilizados en

Ganancia peso, g = 1825,28 + 42,361 (Nivel de zeolita, %) – 3,7499 (Nivel de zeolita, %)² **

$r^2 = 83.84 \%$

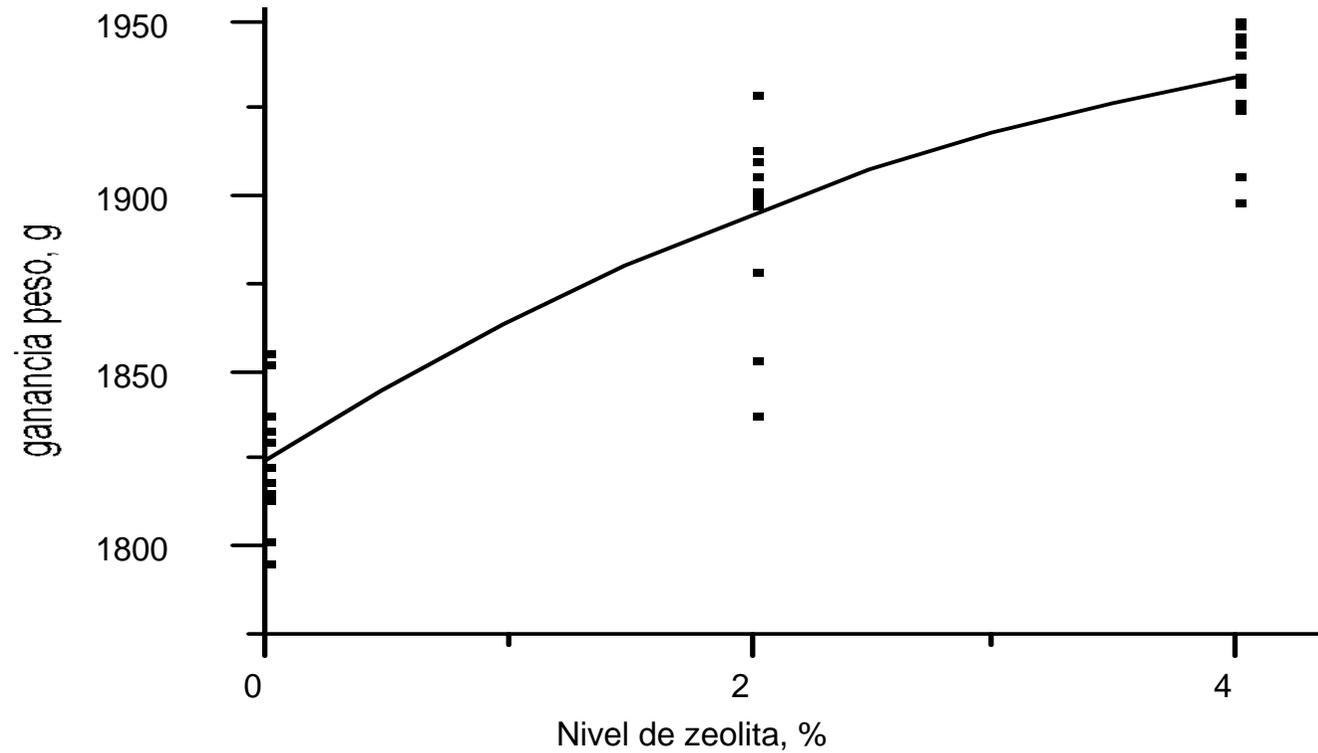


Gráfico 12. Línea de regresión del comportamiento de las ganancias de peso (g) durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

los distintos piensos que integran un programa de alimentación para broilers normalmente se basan en recomendaciones facilitadas por diferentes autores, organismos oficiales nacionales e internacionales, firmas comerciales proveedoras de aminoácidos o por las empresas proveedoras de la estirpe de pollo utilizada, por lo que en este sentido Rhône-Poulenc (2000) indica que las recomendaciones incluyen aproximadamente un 5% de margen de seguridad; las recomendaciones de las casas de genética incluyen márgenes de seguridad todavía superiores, lo cual explica en parte las diferencias existentes entre los diversos valores encontrados en los parámetros experimentales que se están estudiando.

3. Consumo de alimento

El consumo de alimento en la fase de acabado fue de 4455.00 g/ave, en todos los grupos, por cuanto el suministro de alimento fue en forma controlada, como se indicó anteriormente, siendo esta la única manera de establecer el nivel adecuado de proteína con el cual se comporta mejor los pollos, por lo que en base a esto, se determinó que la cantidad de proteína consumida por los pollos fue de 779.63 g, sin considerar el nivel proteico de la dieta, pero al considerar el efecto del nivel proteico las cantidades consumidas fueron de 801.90 y 757.35 g de proteína, cuando se suministró las dietas con 18 y 17 % de proteína respectivamente, encontrándose que a pesar de estas diferencias en el consumo de proteína, los resultados productivos (pesos), superan a los estudios de Amaguaña, A (1999), Guevara, R (1999), Romero, J (1999), Luna, R (1999), Mazón, J (2000), Espinoza, J (2001), Tapia, J (2005), entre algunos de los investigadores citados con anterioridad, por lo que se debe considerar lo que señala Santomá, G (2007), quien indica que un sistema que se ha puesto en marcha consiste en la administración simultánea de dos piensos, uno alto y otro bajo en aminoácidos y proteína, para dejar que el ave escoja la proporción relativa que ella estime más conveniente, apoyándose en la hipótesis de que el ave conoce mejor que nosotros sus necesidades; efectivamente el ave es capaz de escoger una mayor proporción de la dieta que necesita en un momento dado, pero depende de una serie de factores como son: genética del ave, palatabilidad del alimento, factores sociales, localización de comederos, entre otros; pero un concepto nutricional

controvertido es hasta qué punto se puede disminuir la proteína bruta del pienso, sin afectar a los rendimientos productivos, pues los resultados obtenidos con la reducción de proteína de 18 a 17 % en la dieta, se superan los pesos e incrementos de peso de otras investigaciones realizadas en similares condiciones pero con diferentes alternativas alimenticias.

4. Conversión alimenticia

Las respuestas de la conversión alimenticia por efecto de los niveles de zeolitas, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), encontrándose que la eficiencia alimenticia del alimento se mejora a medida que se incrementa los niveles de zeolita en el alimento, por cuanto se determinó que los pollos que recibieron la ración control, requirieron de 2.44 kg de alimento por kg de ganancia de peso, reduciéndose a 2.35 kg cuando se adicionó el 2 % de zeolita y de 2.30 kg de alimento con 4 % de zeolita para el mismo objetivo, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia cuadrática altamente significativa que se reporta en el gráfico 13, donde se aprecia que a medida que se incrementa el nivel de zeolita hasta el 4 %, los animales convierten de mejor manera el alimento proporcionado, aunque no de una manera homogénea, lo que puede deberse a que las zeolitas incorporadas en el alimento reducen el agua amoniacal en el sistema digestivo, actuando como eficientizadores del alimento (menos alimento mejor producción), desintoxicantes de amoníaco (<http://www.quiminet.com.mx> 2007), además Páez, O (2006), indica que en varios estudios se ha demostrado que la adición de zeolitas al pienso para aves de corral, aceleran el crecimiento de los animales, incrementan la conversión del pienso y reducen el contenido en amoníaco de los excrementos de los animales, por cuanto actúa como punto de anclaje absorbiendo toxinas que pueden ser nocivas para los animales.

De acuerdo al contenido proteico de las dietas, las conversiones alimenticias determinadas también fueron altamente significativas, estableciéndose que las aves aprovecharon de mejor manera los niveles altos de proteína, por cuanto al emplearse la dieta con 18 % de proteína los pollos requirieron de 2.35 kg de alimento para incrementar un kg de peso, mientras que al emplearse dietas con 17 %, requieren de 2.38 kg de alimento para el mismo objetivo, lo que demuestra

Conversión alimenticia = $2,44 - 0,05375 (\text{Nivel de zeolita, \%}) + 0,00479 (\text{Nivel de zeolita, \%})^2$ **

$R^2 = 83.46 \%$

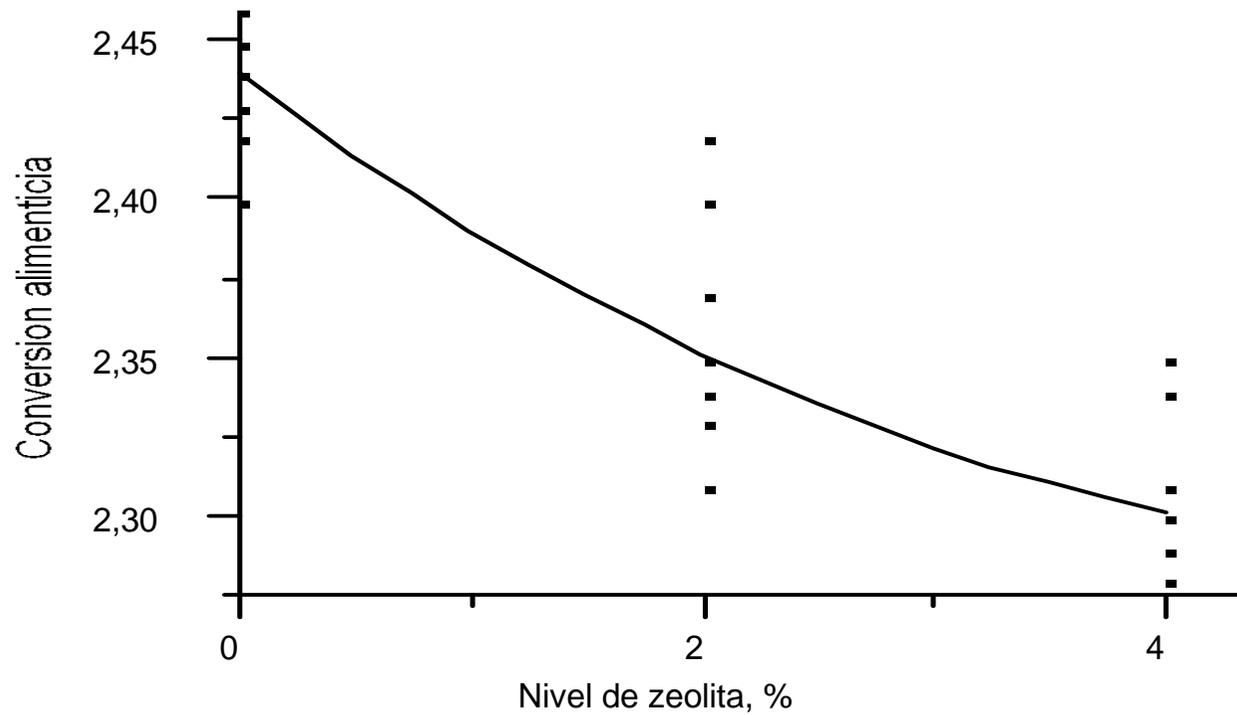


Gráfico 13. Línea de regresión del comportamiento de la conversión alimenticia durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

que estos animales, presentan un mejor comportamiento cuando se utilizan niveles altos de proteína (18 %) en la etapa de acabado, aunque los valores encontrados presentan ser más eficiente que el determinado por Guevara, R (1999), cuando utilizó diferentes niveles energéticos cargadas con 0.75% de zeolitas, por cuanto encontró una conversión alimenticia de 2.35, en cambio son menos eficientes que las alcanzadas por Amaguaña, A (1999) y Luna, R (1999), que utilizaron zeolitas cargadas con cloruro de calcio y diferentes niveles de proteína cargadas con bentonita, respectivamente, encontrando conversiones alimenticias de 2.26 en ambos casos, de igual manera son menos eficientes que las establecidas por Espinoza, J (2001), al emplear diferentes niveles de cloruro de colina, Mazón, J (2000), al evaluar niveles de torta de palma; y Tapia, J (2005), al proporcionar el alimento en forma de pellets, quienes en sus trabajos registraron conversiones alimenticias de 2.04, 2.14 y 2.26, en su orden, por lo que las diferencias entre los estudios citados permiten confirmar que estas se deben a los diferentes tipos de manejo, sistemas de alimentación, condiciones experimentales, calidad de la materia prima, climatización, así como a la individualidad de los animales para aprovechar el alimento suministrado.

5. Costo/kg de ganancia de peso

Los costo/kg de ganancia de peso por efecto de los niveles de zeolitas empleados fueron diferentes estadísticamente ($P < 0.01$), encontrándose que a medida que se incrementa los niveles de zeolitas en el alimento, los costos de producción se reducen, por cuanto los costos determinados fueron de 0.70, 0.67 y 0.66 dólares/kg de ganancia de peso, cuando los pollos recibieron el balanceado control, con la adición del 2 y 4 % de zeolitas, respectivamente, por lo que a través del análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 14), que determina que por cada unidad adicional de zeolita hasta el nivel 4 % que se utilice en el balanceado suministrado a los pollos parrilleros, el costo por kg de ganancia de peso se reduce en 0.01 unidades ($b = -0.01$).

Para el factor nivel proteico de las dietas, los costos de producción presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), pues cuando se emplearon niveles

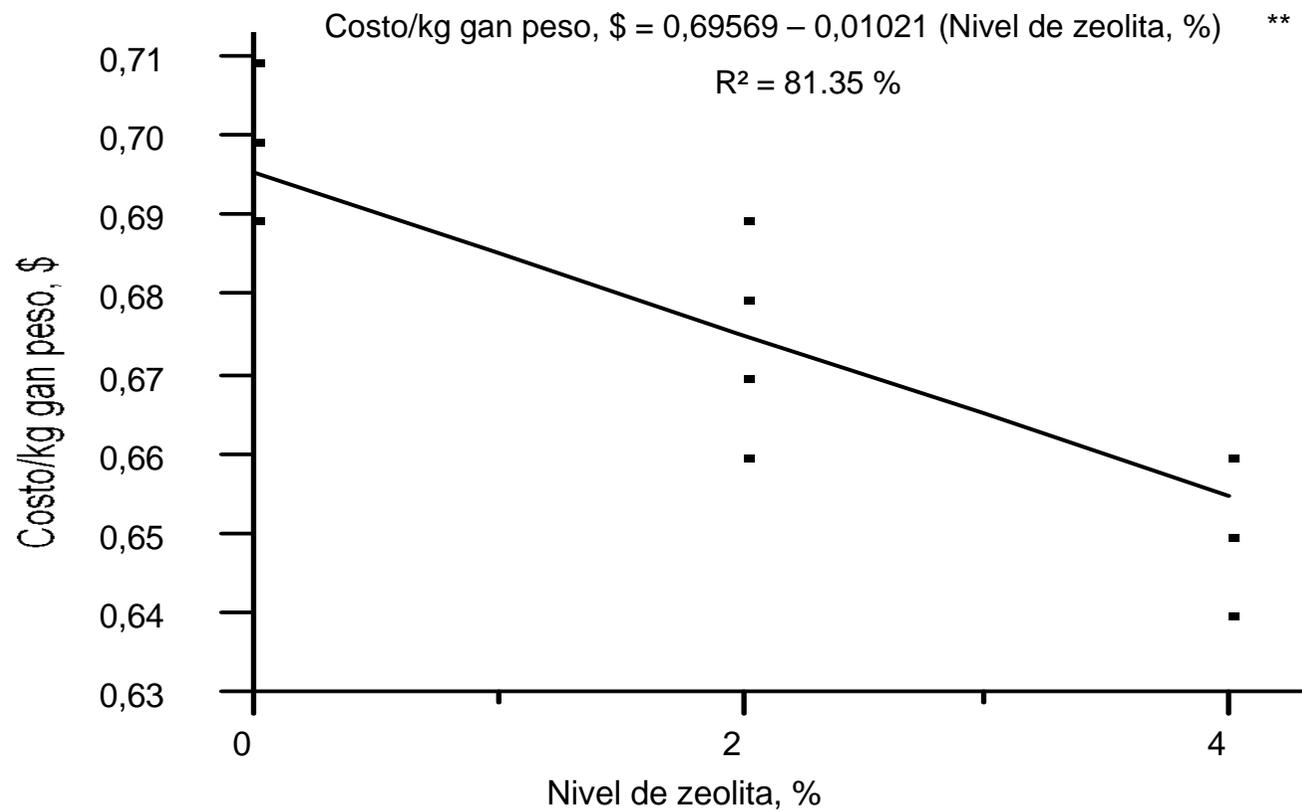


Gráfico 14. Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

altos de proteína en la etapa de engorde (18 %) el costo/kg de ganancia de peso fue superior que cuando se utilizaron niveles bajos (17 %), ya que los costos de producción encontrados fueron de 0.68 y 0.67 dólares por kg de incremento de peso, diferencia que se debe al costo del alimento, en cambio que en el comportamiento productivo como son los pesos, incrementos de peso y la conversión alimenticia presentaron mejores respuestas cuando se emplearon dietas altas en proteína, lo que posiblemente compense el mayor costo de producción.

6. Mortalidad

Las mortalidades observadas en los pollos durante la etapa de acabado se redujeron a medida que se incrementaron los niveles de zeolitas en las dietas, pues se registraron bajas en el orden del 4.17, 2.50 y 1.67 % en las aves que recibieron la dieta control y en las que contenían 2 y 4 % de zeolitas, en su orden, por lo que se considera que es necesario utilizar las zeolitas como parte de la formulación de los piensos, por cuanto a más de los benéficos productivos, Páez, O (2006), indica que las zeolitas actúan como punto de anclaje para las micotoxinas, 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. Además la zeolita contrarresta los efectos relacionados con la fluidez de las excretas y la higiene en los cubículos absorbiendo el amoníaco del medio ambiente, disminuyendo la emisión de nitrógeno a través de las excretas, contribuyendo de esta manera a reducir la contaminación ambiental por esta causa. También el nivel proteico de la dieta parece afectar la salud de los animales, por cuanto con niveles altos de proteína la mortalidad fue menor (2.22 %) que con niveles bajos (3.33 %), lo que puede deberse, a que los animales a más de cubrir sus requerimientos nutritivos para mantenimiento y desarrollo, lo utilizan también para resistir las alteraciones sanitarias, ya que un animal bien alimentado es resistente a las enfermedades.

7. Índice de Eficiencia Europea (IEE)

Los valores de los Índices de Eficiencia Europea (IEE) encontrados en los pollos

que se alimentaron con balanceado que contenía 2 y 4 % de zeolitas (235.30 y 243.82, respectivamente), fueron diferentes estadísticamente con respecto al valor determinado en los animales del grupo control (223.39), debido a las diferencias registradas en los pesos corporales, la conversión alimenticia y la viabilidad de los animales, lo que puede deberse a lo que señalan Zaldivar, V et al (2007), quienes indican que el empleo de zeolitas en la alimentación de las aves se alcanza mejoras productivas determinadas por la mayor eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes, que se reflejan en el desarrollo corporal, así como mejoran el estado sanitario de los animales, por lo que mediante el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 15), que determina que por cada unidad adicional de zeolita en el alimento de los pollos parrilleros, el IEE se mejora en 5.11 unidades.

En cambio, de acuerdo a los niveles proteicos de las dietas los valores del IEE no fueron diferentes estadísticamente, aunque numéricamente se observa una ligera superioridad cuando se emplearon niveles altos de proteína (18 %) que niveles más bajos, por cuanto los valores determinados fueron de 235.37 y 232.97, respectivamente, por lo que puede indicarse que la utilización de dietas con 18 % de proteína durante el engorde de los animales se espera obtener un mejor comportamiento productivo, ya que se considera beneficioso para la salud y productividad de los pollos parrilleros.

D. ETAPA TOTAL (1 – 56 DÍAS DE EDAD)

1. Ganancia de peso

Las ganancias de peso totales presentaron diferencias significativas altas ($P < 0.01$) entre las medias determinadas por efecto de los niveles de zeolitas utilizados (cuadro 21), encontrándose la mejor respuesta cuando se utilizó el nivel 4 % con un incremento total de peso de 3044.17 g, seguida de los que recibieron el nivel 2 %, con ganancias de peso de 2969.83 g/animal, mientras que el menor incremento de peso (2873.67 g) se registró con el empleo de la ración control, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 16), que determina que por cada unidad de

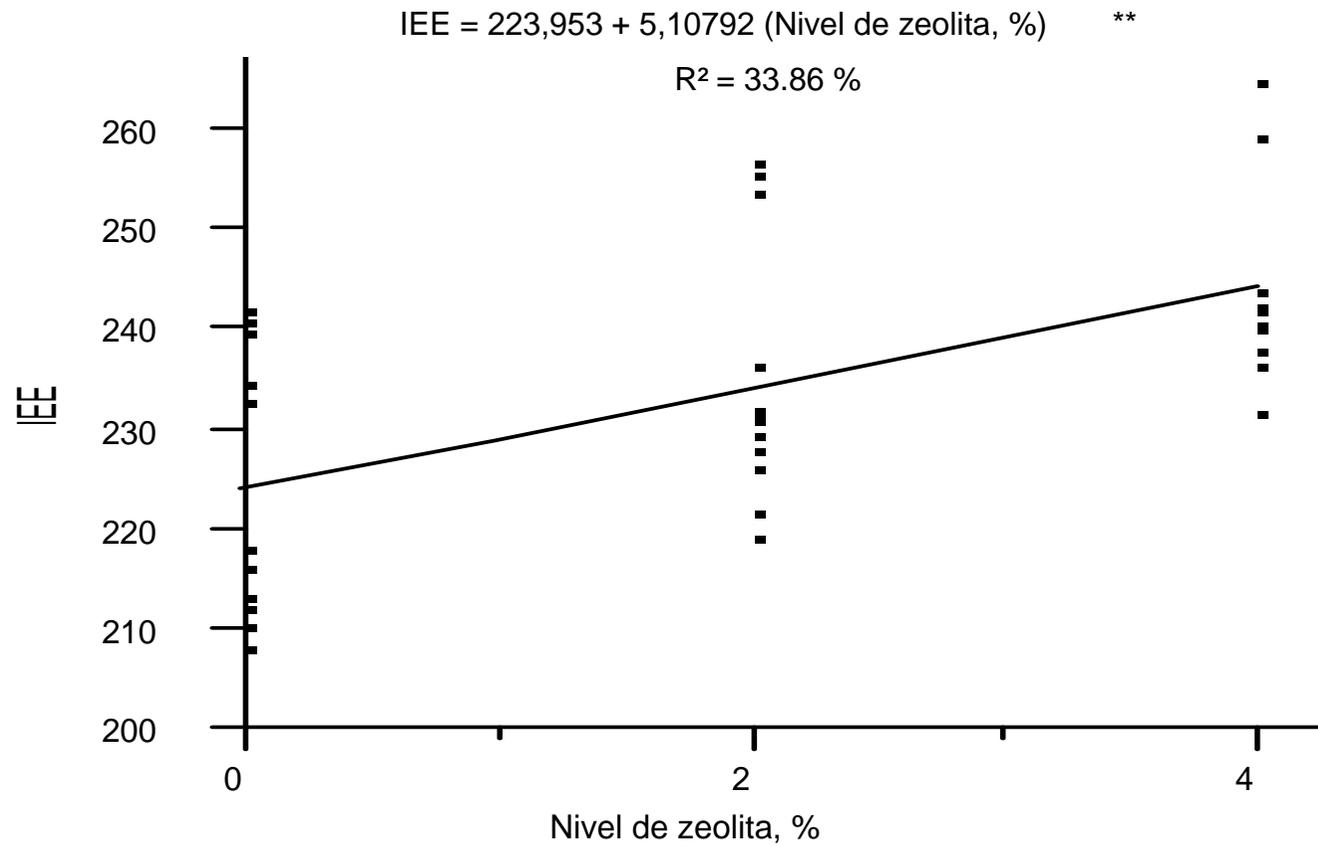


Gráfico 15. Línea de regresión del comportamiento del Índice de Eficiencia Europeo durante la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

Cuadro 21. COMPORTAMIENTO DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA DURANTE TODAS LAS ETAPAS (1 A 56 DIAS DE EDAD)

Parámetros:	Niveles de zeolitas (%)			Prob.	Nivel de proteína dietética		Prob.	CV (%)
	0,00	2,00	4,00		Alta	Baja		
Peso inicial, g	43,833	43,5	43,333		43,556	43,556		3,76
Peso a los 56 días, g	2917,5 c	3013,333 b	3087,5 a	<0,01	3024,444 a	2987,778 b	<0,01	0,47
Ganancia de peso, g	2873,67 c	2969,83 b	3044,17 a	<0,01	2980,89 a	2944,22 b	<0,01	0,48
Consumo de alimento, g	6258,00	6258,00	6258,00		6258,00	6258,00		
Consumo de proteína, g	1141,96	1141,96	1141,96		1175,40	1108,52		
Conversión alimenticia	2,18 a	2,11 b	2,06 c	<0,01	2,10 b	2,13 a	<0,01	1,52
Costo/Kg ganancia de peso, \$	0,63 a	0,61 b	0,59 c	<0,01	0,61 a	0,60 b	<0,01	1,98
Indice de Eficiencia Europeo	254,78 b	264,90 b	283,06 a	<0,01	269,95 a	265,20 a	0,362	5,75
Mortalidad, %	5,83	3,33	5,00		4,44	5,00		

P>0.05: No existen diferencias estadísticas

P<0,05: Existen diferencias significativas

P<0.01: Existe diferencias significativas altas

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Duncan

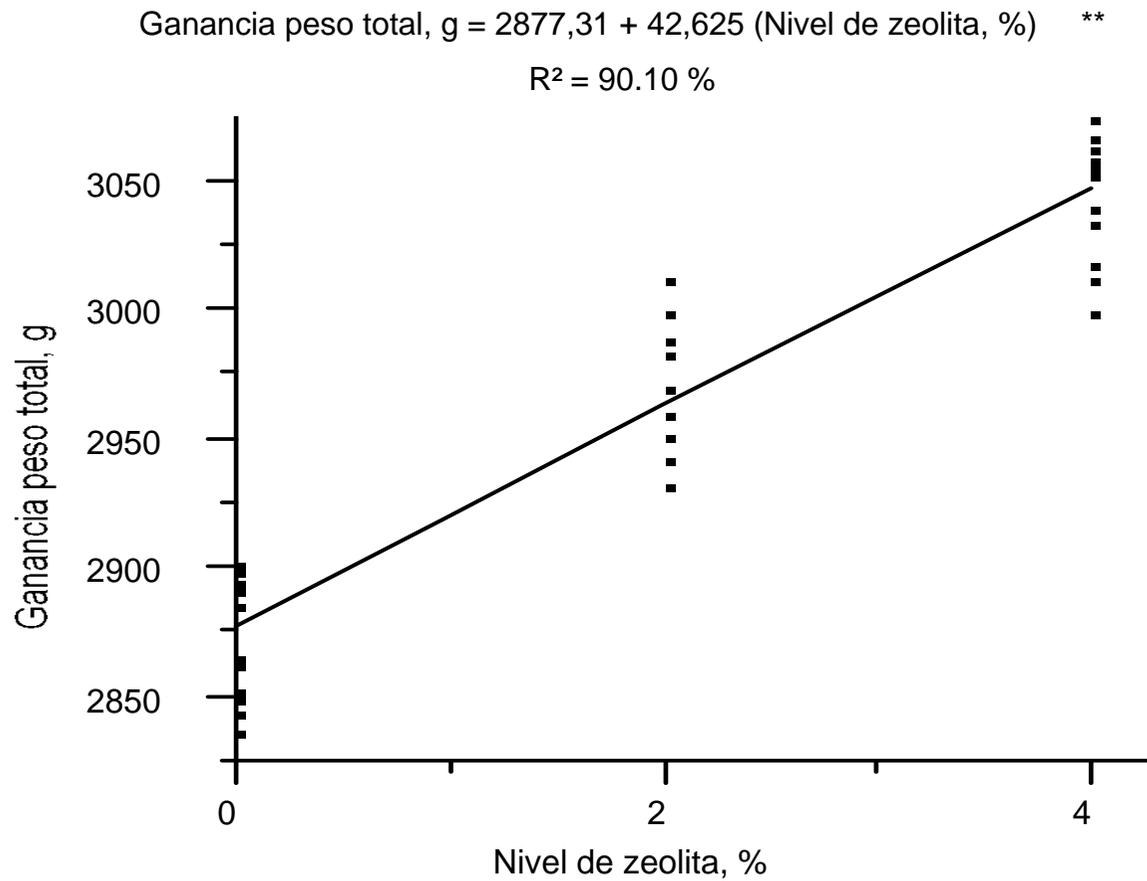


Gráfico 16. Línea de regresión del comportamiento de la ganancia de peso total (g) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad)

incremento del nivel de zeolita hasta el 4 %, la ganancia de peso tiende a incrementarse en 42.63 unidades, lo que puede deberse a lo que indican Zaldivar, V et al (2007), quienes señalan que el empleo de zeolitas naturales en la elaboración de piensos para el consumo animal produce mejores respuestas productivas, determinadas por una mayor eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes, disminución o eliminación de enfermedades gastroentéricas y de los efectos tóxicos de micotoxinas contaminantes de alimentos.

Según los niveles proteicos de las dietas utilizadas los incrementos de peso presentaron diferencias altamente significativas, registrándose las mejores respuestas (2980.89 g) cuando se emplearon los niveles altos de proteína en las fases de inicio (23 %), crecimiento (20 %) y acabado (18 %), que es superior en 36.67 g que cuando se emplearon los niveles bajos de proteína (21, 19 y 17 % en las fases de inicio, crecimiento y acabado), pues con este tratamiento el incremento de peso total fue de 2944.22 g, notándose por consiguiente que los pollos parrilleros aprovechan de buena manera los niveles proteicos altos.

Las respuestas obtenidas son superiores a las determinadas por Amaguaña, A (1999), Guevara, R (1999), Luna, R (1999), Mazón, J (2000), Molina, J (2001), Espinoza, J (2001) y Tapia, J (2005), quienes en sus estudios determinaron incrementos de peso totales hasta los 56 días de edad de 2481.96, 2437.75, 2602.00, 2570, 2550, 2390 y 2510 g, respectivamente, pudiendo deberse estas diferencias principalmente a los componentes nutricionales de las dietas en estudio, así como a la individualidad de los animales, aunque todas las dietas se ajustaron a los requerimientos nutricionales, pero en el presente trabajo se consideró un sistema alimenticio diferente, empleándose una fase adicional, la de inicio (1 a 14 días de edad), por lo que al respecto, Santomá, G (2007), señala que desde un punto de vista económico es interesante en un momento dado cambiar el valor nutritivo del pienso. Sin embargo no son muchos los trabajos que hayan analizado la rapidez en la capacidad de adaptación del pollo ante un cambio de las características nutricionales del pienso, pero en el presente trabajo este factor parece influir favorablemente en el comportamiento productivo de los animales, por cuanto se alcanzó pollos con mayores pesos que los estudios citados.

2. Consumo de alimento

El consumo de alimento total, fue de 6258.00 g/ave, debido a que todos los grupos recibieron la misma cantidad de alimento, de acuerdo a la etapa fisiológica, sin registrarse desperdicio en ninguno de los casos, así como también, la cantidad de alimento proporcionado servía para determinar el consumo de proteína, registrándose para este caso, que de acuerdo al factor zeolitas en todos los grupos se encontró un consumo de 1141.96 g de proteína, en cambio que por efecto de los niveles proteicos del alimento, las medias encontradas fueron de 1175.40 frente a 1108.52 g/ave, correspondiéndole el mayor valor a los pollos que recibieron la dieta con niveles altos de proteína y el menor con niveles bajos. Los consumos totales de alimento obtenidos, al confrontarlos con el estudio de Solís, J et al (2007), quienes señalan que al estudiar la disminución de la proteína en 2.5 puntos porcentuales en la dieta empleada para pollos de engorda hasta los 48 días de edad, encontró consumos totales de alimento de 5390, 5342 y 5754, cuando proporcionó la dieta testigo con porcentajes de proteína de 22 % PC hasta los 10 días de edad, 20 % de PC en crecimiento de 11 a 28 días de edad y 18 % de PC en finalización de 29 a 48 días de edad, otra baja en 2.5 puntos de proteína y la otra baja en proteína y baja energía (60 Kcal/Kg de EM menos), considerándose por consiguiente que los consumos determinados en el presente trabajo guardan relación con el estudio citado, por cuanto la evaluación se realizó a los 56 días de edad, por lo que consumieron aproximadamente 875 g más de alimento (125 g/ave/día en la etapa final), por lo que los animales presentaron un comportamiento normal con las cantidades suministradas.

3. Conversión alimenticia

Las conversiones alimenticias registradas por los pollos por efecto del suministro de balanceado con diferentes niveles de zeolitas presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), estableciéndose que los animales que recibieron el 4 % de zeolitas presentaron la mejor eficiencia del alimento (2.06), seguidas de los pollos que se les suministró el alimento con 2 % de zeolitas (2.11), a diferencia de las aves del grupo control (sin zeolitas), que requirieron de 2.18 kg de alimento por kg de ganancia de peso, por lo que mediante el análisis

de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 17), que representa que por cada unidad adicional de zeolita empleada en el alimento de los broilers, la conversión alimenticia se mejora en 0.03 unidades ($b = -0.03$), concordándose por tanto con Páez, O (2006), Castro, M (2007) y Zaldivar, V et al (2007), quienes 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.

Respecto a los niveles proteicos de las dietas, las respuestas obtenidas también demostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), que determinan que los pollos que consumieron dietas altas en proteína aprovecharon mejor el alimento que aquellos que se les suministró el balanceado con menor contenido proteico, por cuanto se encontró que las aves requirieron 2.10 kg de alimento por kg de ganancia de peso frente a 2.13 kg para el mismo objetivo, determinándose por otra parte, que las respuestas obtenidas son inferiores a las alcanzadas por Amaguaña, A (1999), Guevara, R (1999) y Luna, R (1999), que utilizaron zeolitas como parte del alimento mezcladas con otros ingredientes, reportan en sus estudios conversiones alimenticias de 2.02, 2.04 y 2.06, en su orden, por lo que se puede considerar que las diferencias entre los estudios citados pueden deberse a las diferencias genéticas de los animales, diferentes tipos de manejo, sistemas de alimentación, condiciones experimentales, calidad de la materia prima, climatización, así como a la individualidad de los animales para aprovechar el alimento suministrado, por cuanto los animales del presente trabajo presentaron mejores pesos que los investigadores citados, pero de igual manera el consumo de alimento fue mayor.

4. Costo/kg de ganancia de peso

Las medias del costo/kg de ganancia de peso presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto del suministro de balanceado con diferentes niveles de zeolita, así como por efecto del nivel proteico de las dietas, por cuanto los valores determinados fluctuaron entre 0.59, 0.61 y 0.63 dólares por kg de ganancia de peso, cuando se utilizaron 4, 2 y 0 % de zeolitas en el alimento, por

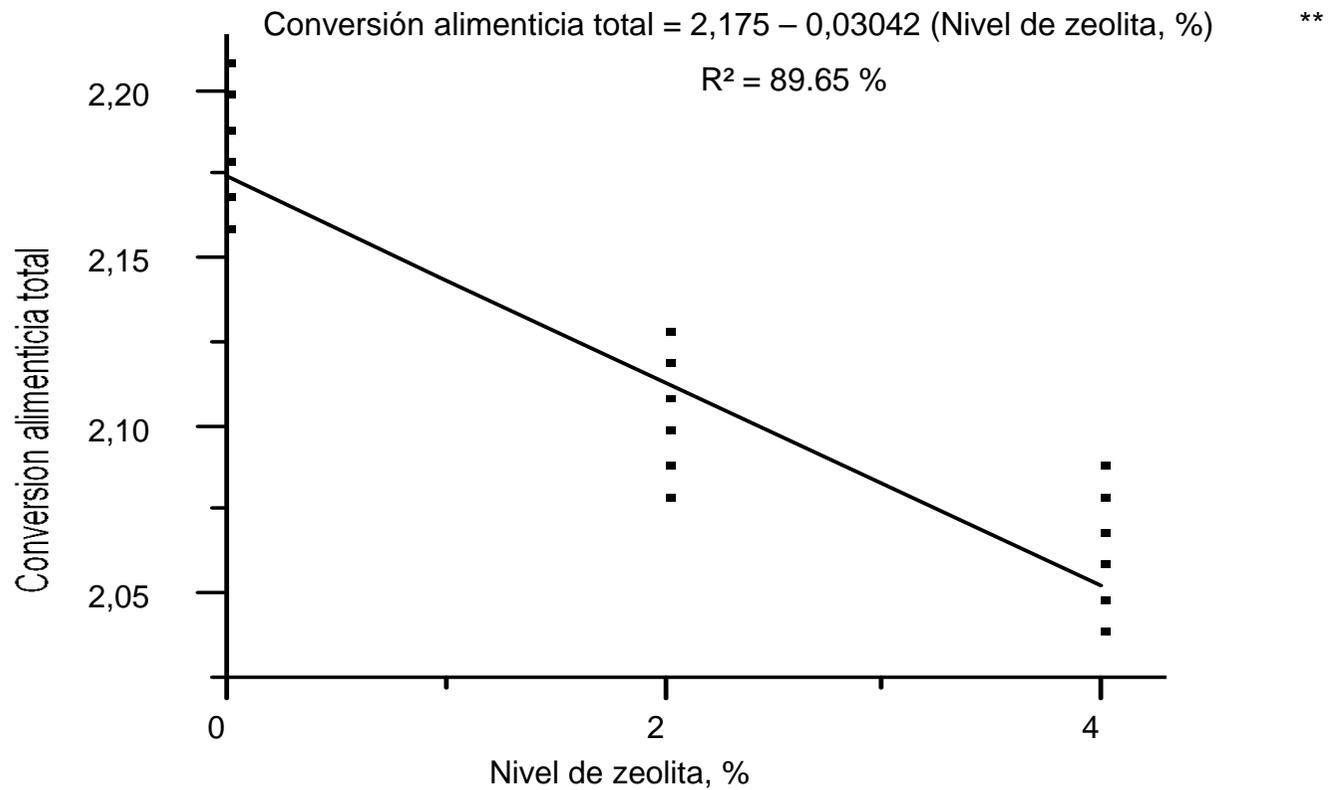


Gráfico 17. Línea de regresión del comportamiento de la conversión alimenticia total de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad)

lo que el análisis de la regresión determinó una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 18), que establece que por cada unidad adicional de zeolita en el alimento el costo de producción (kg de ganancia de peso) se reduce en 0.01 unidades ($b = -0.009$); mientras que por efecto de los niveles proteicos los valores encontrados fueron de 0.61 y 0.60, registrándose el menor costo con dietas bajas en proteína, que se deben principalmente a que el costo del balanceado depende del contenido de proteína, pero a pesar de registrarse un menor costo, los parámetros productivos como pesos finales, incrementos de peso y conversión alimenticia se registraron con el empleo de dietas altas en proteína.

5. Mortalidad

Con respecto a la mortalidad total, la mayor número de bajas se observaron en los animales del grupo control, con una mortalidad del 5.83 %, seguidas de los broilers que consumieron el balanceado con 4.0 % de zeolitas, en cambio que la menor cantidad (3.33 %) se observó en los animales que recibieron el 2 % de zeolitas, de igual manera por efecto de los niveles proteicos de las dietas la mortalidad registrada fue de 4.44 a 5.00 %, estableciéndose que a pesar de las diferencias encontradas en la cantidad de bajas, se puede afirmar que los niveles de zeolitas no afectaron la salud de los animales, por el contrario demostraron mejores respuestas productivas, así como también se logró mejorar las condiciones ambientales, es decir, se redujo la presencia de amoníaco en el ambiente, notado principalmente durante el manejo percibiéndose un olor menos picante que en el área del grupo control, lo que puede deberse a lo señalado en <http://www.quiminet.com.mx> (2007), donde se reporta que las zeolitas en la alimentación de los animales, produce la disminución del agua amoniacal en el sistema digestivo, funciona como desintoxicantes de amoníaco y toxinas, lo que es confirmado de igual manera por Páez, O (2006), quien señala que en varios estudios se ha demostrado que la adición de zeolitas en el pienso, disminuye notablemente el contenido de amoníaco en los purinos, por su gran capacidad de absorción de amoníaco y del H_2S que provocan malos olores.

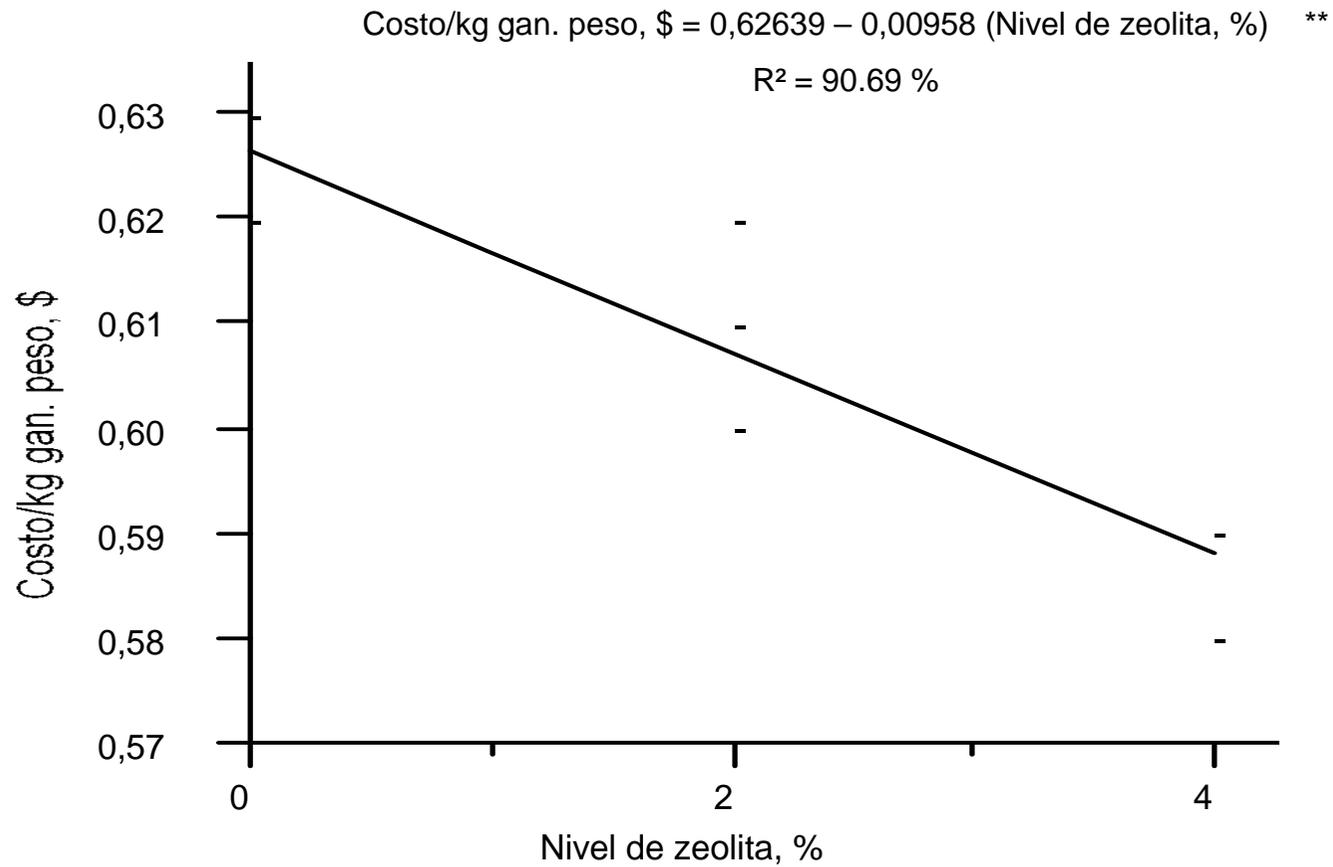


Gráfico 18. Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad)

6. Índice de Eficiencia Europeo (IEE)

El valor del Índice de Eficiencia Europea (IEE) determinado en los pollos que recibieron el balanceado con 4 % de zeolitas presentó un valor de 283.06, que es diferente estadísticamente ($P < 0.01$) con los valores de los otros grupos evaluados que presentaron menores respuestas y que fluctuaron entre 264.90 y 254.78, que corresponden a los pollos de los grupos que recibieron los niveles 4 % y control, en su orden, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 19); que determina que por cada nivel adicional hasta el 4 % de zeolita en alimento el IEE europeo se mejora en 7.07 unidades; en cambio, por efecto del nivel proteico de la dieta los valores determinados no fueron diferentes estadísticamente, aunque numéricamente se consiguió mejores respuestas con dietas altas en proteína que con niveles bajos, pues estos índices presentaron valores de 269.95 y 265.20, respectivamente; estableciéndose por consecuencia que cuando se alimenta a los pollos parrilleros con dietas que contengan 4 % de zeolita, en los animales se propiciará un mejoramiento del comportamiento productivo, que se refleja de acuerdo a Estrada, J (2005), en que mientras mayor es el IEE existe un mejoramiento del comportamiento productivo, en los pesos, viabilidad y conversión alimenticia.

7. Pesos a la canal

Los pesos a la canal presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las medias alcanzadas por efecto de los diferentes niveles de zeolitas utilizados, por cuanto de un peso obtenido de 2136.67 g de los pollos del grupo control, este se incremento a 2200.00 g cuando se los alimento con balanceado con 2 % de zeolitas y 2111.67 g con el 4 % (cuadro 22), por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 20), con mejores respuestas cuando se incrementa el nivel de zeolita.

En cambio, de acuerdo al factor nivel proteico de la dieta, los pesos a la canal no fueron diferentes estadísticamente, aunque numéricamente se registró una ligera superioridad en los animales que recibieron la dieta con niveles de proteína altas que cuando se redujo este nutriente, ya que los pesos fluctuaron entre 2186.67 y

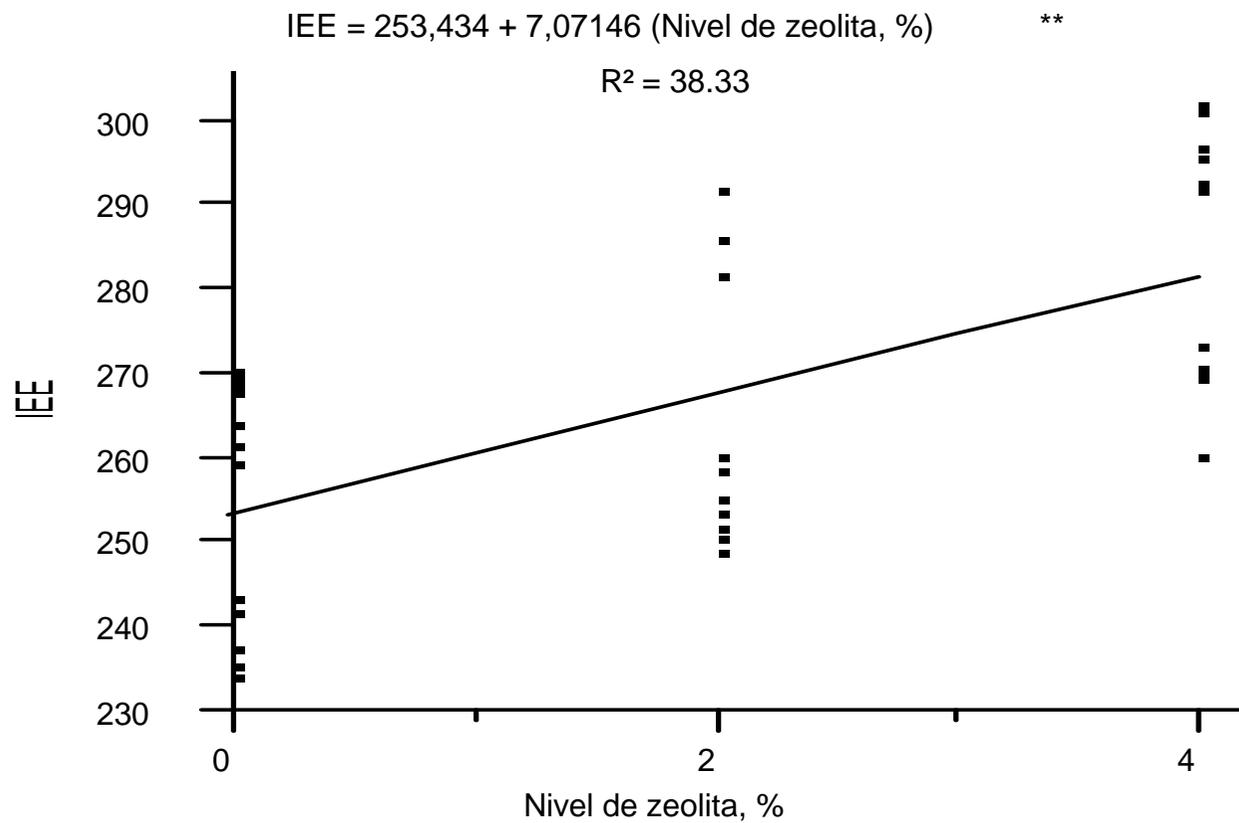


Gráfico 19. Línea de regresión del comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas durante la etapa total (1 a 56 días de edad)

Cuadro 22. PESOS Y RENDIMIENTOS A LA CANAL DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA HASTA LOS 56 DIAS DE EDAD

Parámetros:	Niveles de zeolitas (%)			Prob.	Nivel de proteína dietética		Prob.	CV (%)
	0,00	2,00	4,00		Alta	Baja		
Peso vivo a los 56 días de edad, g	2917,50 c	3013,33 b	3087,50 a	<0,01	3024,44 a	2987,78 b	<0,01	0,47
Peso a la canal, g	2136,67 b	2200,00 a	2211,67 a	0,035	2186,67 a	2178,89 a	0,749	3,31
Rendimiento a la canal, %	73,23 a	73,01 a	71,65 a	0,246	72,33 a	72,93 a	0,464	3,38
Rendimiento de la pechuga, %	34,64 b	34,70 b	36,79 a	<0,01	35,20 a	35,54 a	0,394	3,32
Rendimiento del ala, %	13,73 a	13,79 a	13,87 a	0,861	13,77 a	13,82 a	0,801	4,41
Rendimiento del muslo, %	13,72 b	13,71 b	14,70 a	0,004	14,22 a	13,86 a	0,159	5,40

P>0.05: No existen diferencias estadísticas

P<0,05: Existen diferencias significativas

P<0.01: Existe diferencias significativas altas

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la Prueba de Duncan

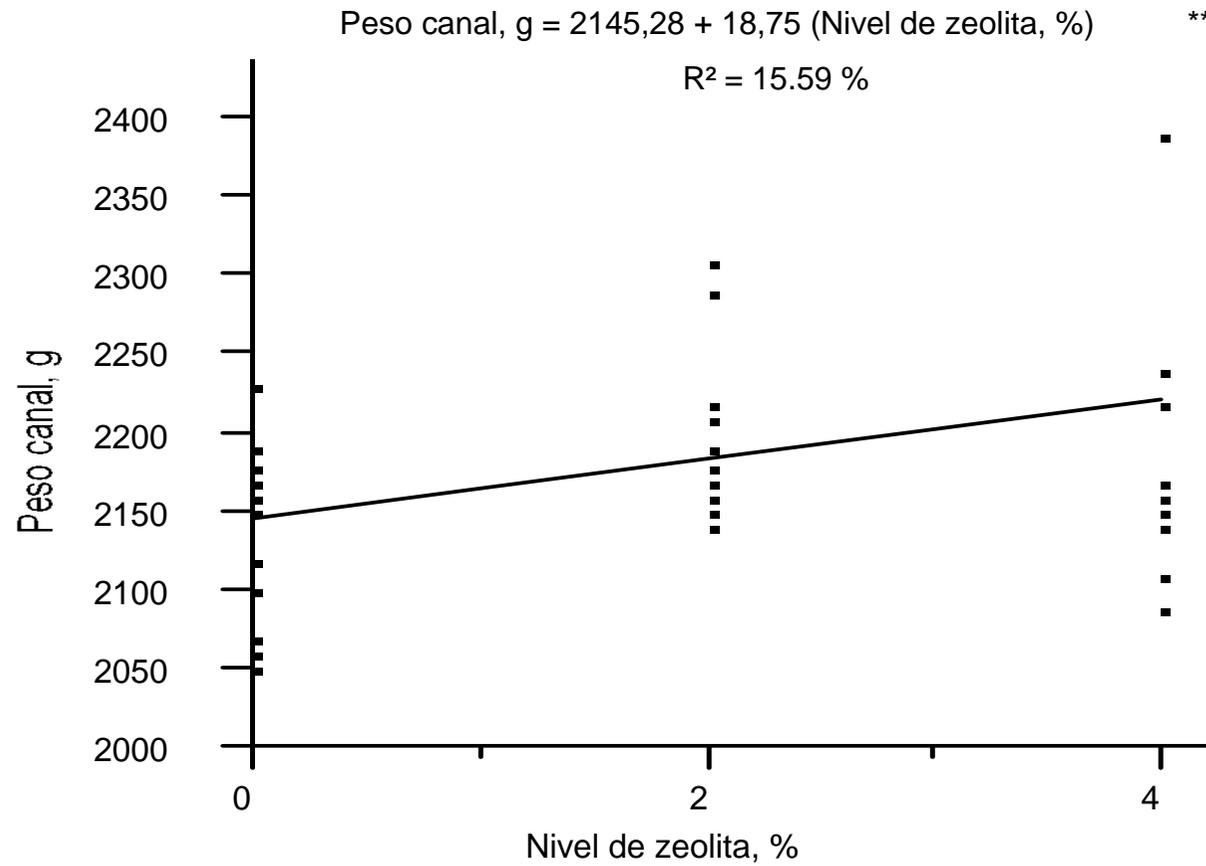


Gráfico 20. Línea de regresión del comportamiento del peso a la canal (g) de pollos parrilleros de 56 días de edad, alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

2178.89 g, respuestas que son superiores a las reportadas por Mazón, J (2000), Espinoza, J (2001) y Tapia, J (2005), quienes determinaron pesos a la canal de entre 1.77 y 1.96 kg, por lo que se puede indicar que la superioridad del presente trabajo se debe en gran parte a los pesos finales alcanzados, que se ve favorecido por el empleo del 4 % de zeolitas, lo que ratifican el comportamiento señalado por Zaldivar, V et al (2007), quienes indican que el empleo de zeolitas naturales en la elaboración de piensos para el consumo animal, favorece la eficiencia metabólica en la utilización de los nutrientes, disminución o eliminación de las enfermedades gastroentéricas y de los efectos tóxicos de micotoxinas contaminantes de alimentos, que se reflejan en los pesos e incrementos de peso anotados con anterioridad.

8. Rendimiento a la canal

En el rendimiento a la canal no se establecieron diferencias estadísticas por efecto de los factores de estudio, registrándose valores que variaron ligeramente entre 71.65 y 73.01 %, que corresponden a las canales obtenidas de las aves que recibieron el balanceado con 4 y 2 % de zeolitas, respectivamente, mientras que por efecto del contenido proteico de las dietas los rendimientos obtenidos fueron entre 72.33 y 72.93 %, valores que presentan ser inferiores con relación a los estudios de Amaguaña, A (1999), Guevara, R (1999), Luna, R (1999), Mazón, J (2000), Espinoza, J (2001) y Tapia, J (2005), quienes determinaron rendimientos entre 72.45 y 75.78 %.

En cambio que guardan relación con el reporte de Hidalgo, K et al (2003), quienes al evaluar en broilers el sistema alimenticio miel rica-soya, determinaron rendimientos a la canal entre 71,62 y 71,66 %, pero a su vez son superiores con respecto al trabajo de Acosta, A. et al (2007), al evaluar la inclusión o no de zeolita y los momentos de cambio de las dietas de inicio para crecimiento y de crecimiento para acabado, independientemente de la inclusión de zeolita determinaron rendimientos en canal entre 61.0 y 64,0 %, pero aduciendo que con el uso de zeolita, se puede obtener mayor rendimiento en carne clase A y canales más magras.

9. Rendimiento de la pechuga

Para el rendimiento de pechuga, que fue calculada en base al peso de la canal, las medias obtenidas establecieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por efecto de los niveles de zeolitas utilizados en la alimentación de pollos, registrándose con el empleo del 4 %, el mayor rendimiento (36.79 %), mientras que con el nivel 2 % y la ración control, el rendimiento de pechuga alcanzados fueron de 34.70 y 34.64 %, respectivamente, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (grafico 21), que determina que por cada unidad adicional de zeolita hasta el 4 %, el rendimiento en pechuga se incrementa en 0.54 unidades.

Respecto al factor niveles proteicos de las dietas, las respuestas obtenidas no fueron diferentes estadísticamente, pues se registraron valores que variaron ligeramente entre 35.20 y 35.54 %, que corresponden a las aves que recibieron el balanceado con niveles altos y bajos de proteína, respectivamente, valores que se consideran altos, si se toma en cuenta los reportes de Hidalgo, K et al (2003), quienes al evaluar en broilers el sistema alimenticio miel rica-soya, determinaron rendimientos en pechuga de 18,11 a 18,52 %, así como las respuestas de Acosta, A. et al (2007), que evaluaron la inclusión o no de zeolita y los momentos de cambio de las dietas de inicio para crecimiento y de crecimiento para acabado, determinaron rendimientos de pechuga entre 18.0 y 19.3 %, diferencias que pueden deberse, a que en el presente trabajo se consideró como el 100 % el peso a la canal, mientras que los estudios citados, parecen que consideraron como el 100 % el peso final del ave viva, pero que en todo caso, demuestran que con la inclusión del nivel 4 % de zeolita en el alimento, se alcanza mejores rendimientos.

10. Rendimiento del ala

Para el rendimiento del ala no se establecieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las medias de los tratamientos estudiados, registrándose rendimientos entre 13.73 y 13.83 %, correspondiendo numéricamente las mejores respuestas a las alas provenientes de las aves que recibieron el balanceado con zeolita; de igual manera por efecto del tipo de dietas proteicas consideradas, se encontraron

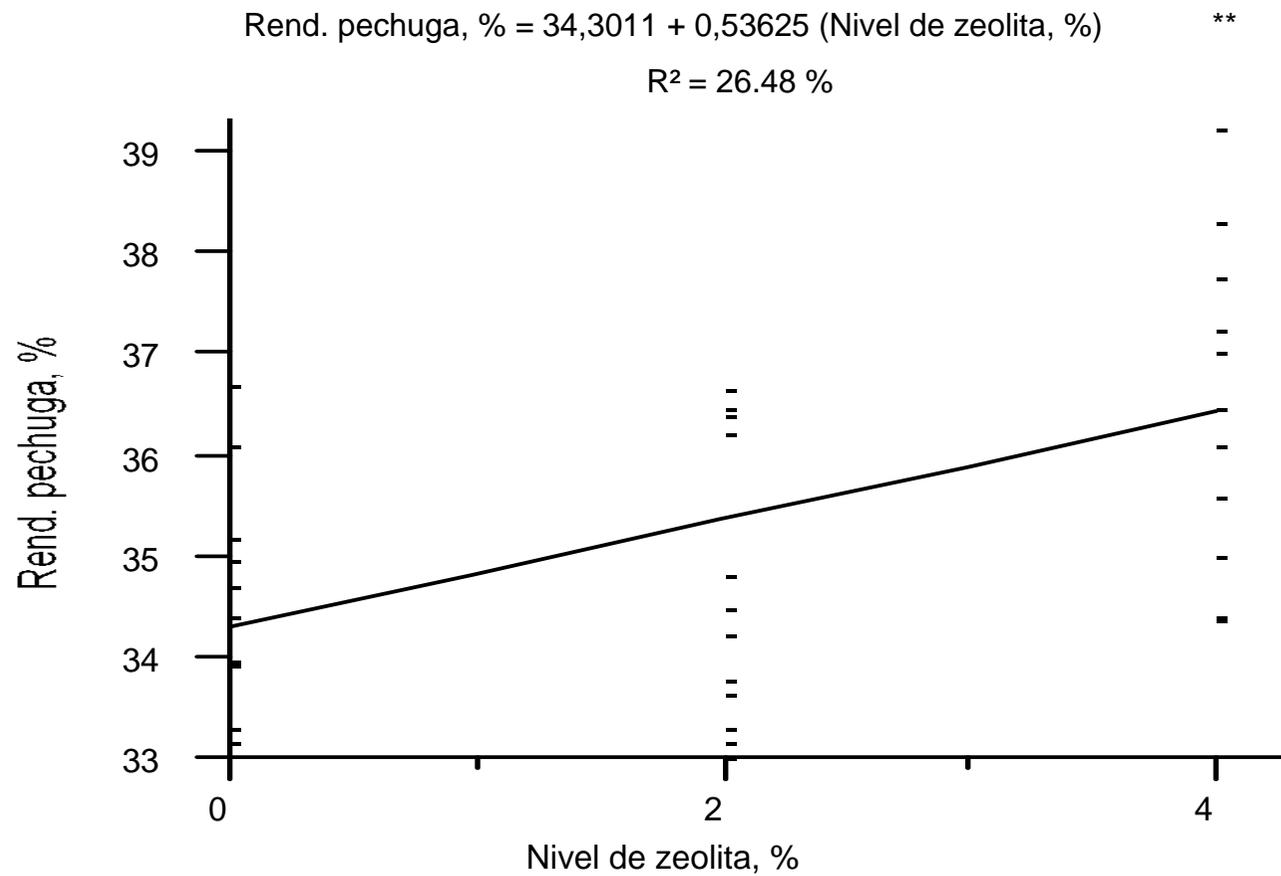


Gráfico 21. Línea de regresión del comportamiento del rendimiento de pechuga (%) de pollos parrilleros de 56 días de edad, alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

rendimientos del ala de 13.77 y 13.82 %, que no fueron estadísticamente diferentes, considerándose por consiguiente que con el empleo de dietas altas en proteína se favorece ligeramente el desarrollo corporal, pero en la evaluación de los rendimientos de las diferentes piezas que conforman la canal, no se aprecia un resultado favorable.

11. Rendimiento del muslo

Las medias determinadas en el rendimiento del muslo de los pollos parrilleros por efecto del suministro de diferentes niveles de zeolita, registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), presentando los mejores rendimientos (14.70 %) los muslos obtenidos de las aves que consumieron el balanceado con 4 % de zeolitas, que se redujeron entre 13.71 y 13.72, cuando se los alimentó con el nivel 2 % y la dieta control, en su orden, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa (gráfico 22), mientras que por efecto del contenido de proteína en la dieta las diferencias encontradas no fueron significativas, sin embargo numéricamente se observó que con niveles altos de proteína se alcanza un mejor rendimiento en el peso del muslo ya que los valores encontrados fueron de 14.22 y 13.86 %, respectivamente; valores que en este caso se consideran inferiores con respecto a los reportes de Hidalgo, K et al (2003), quienes determinaron que el rendimiento del muslo más encontrado es entre 21,85 y 23,35 %, de igual manera con el estudio de Acosta, A et al (2007), quienes encontraron que la pierna más muslo presenta rendimientos entre 19.0 y 22,2 %. Considerándose por tanto que las diferencias entre los estudios pueden deberse, a que en nuestro país se considera la pechuga con parte del encuentro o postpierna, y como muslo únicamente a la pierna, de ahí que se haya encontrado en el presente trabajo, un mayor rendimiento de pechuga, pero menor rendimiento en muslo.

E. ANÁLISIS ECONÓMICO

Mediante el análisis económico realizado a través del indicador beneficio/costo (cuadro 23), se determinó que la mayor rentabilidad en la explotación de pollos parrilleros se consiguió cuando se utilizó alimento con 4 % de zeolita, con un

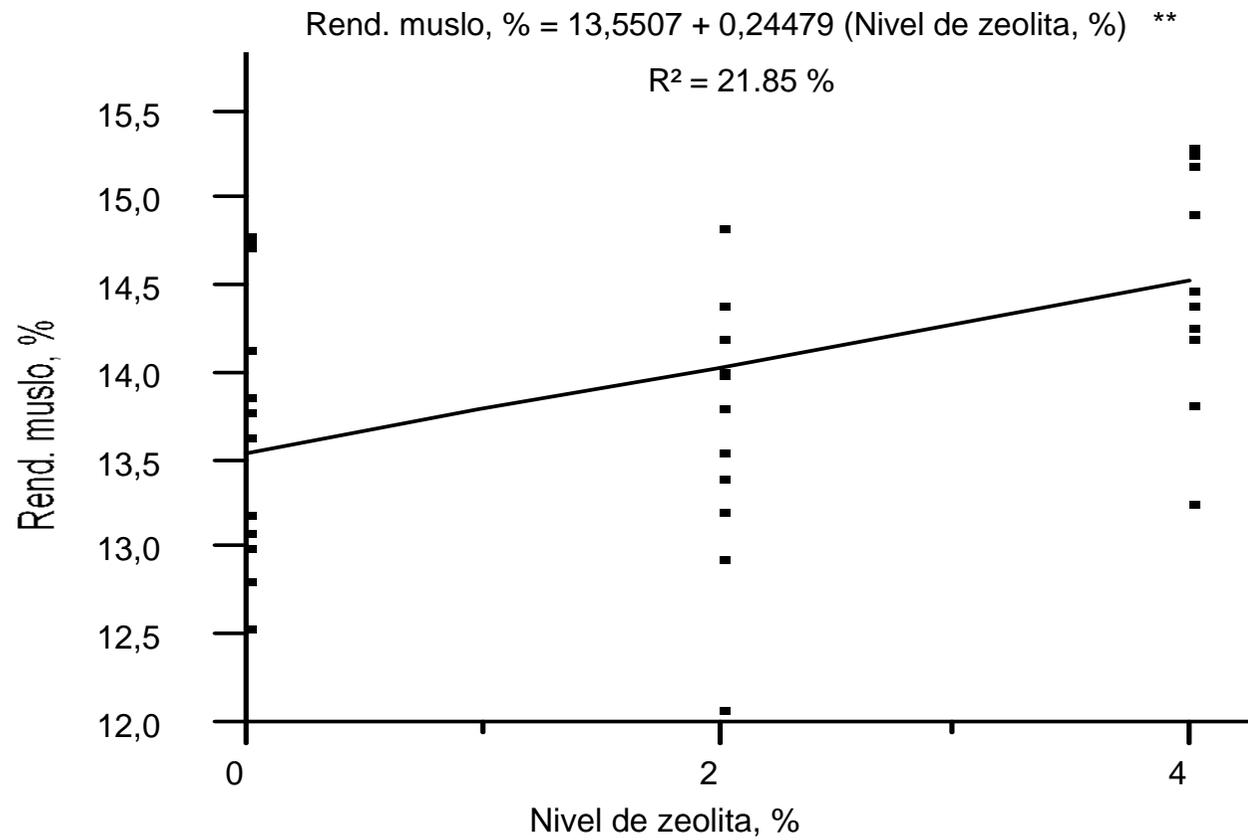


Gráfico 22. Línea de regresión del comportamiento del rendimiento del muslo (%) de pollos parrilleros de 56 días de edad, alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas bajo el efecto de diferentes niveles de zeolitas

Cuadro 23. EVALUACION ECONOMICA (DÓLARES) DE LA EXPLOTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ZEOLITAS NATURALES Y ESQUEMAS DE ALIMENTACIÓN CON AHORRO DE PROTEÍNA DIETÉTICA HASTA LOS 56 DIAS DE EDAD

Parámetros:	Niveles de zeolita (%)			Niveles proteicos		
	0,00	2,00	4,00	Alta	baja	
EGRESOS						
Número de aves		120	120	120	180	180
Compra de aves	1	48,000	48,000	48,000	72,000	72,000
Alimento	2					
Inicio		15,480	15,480	15,532	23,452	22,988
Crecimiento		47,945	48,110	48,110	72,659	71,423
Acabado		154,499	152,896	152,361	231,749	226,136
Insumos Veterinarios	3	60,000	60,000	60,000	90,000	90,000
Mano de obra	4	106,667	106,667	106,667	160,000	160,000
TOTAL EGRESOS		432,591	431,152	430,669	649,860	642,547
INGRESOS						
Venta de aves	5	479,468	493,680	496,298	736,032	733,414
Pollinaza	6	20,000	20,000	20,000	30,000	30,000
TOTAL INGRESOS		499,468	513,680	516,298	766,032	763,414
BENEFICIO/COSTO		1,15	1,19	1,20	1,18	1,19

1: \$0,40 cada pollito de un día de edad

2: Costo del alimento

kg de Balanceado con 0 % zeolita \$0,300 inicio; \$ 0,291 crecimiento y \$0,289 acabado

kg de Balanceado con 2 % zeolita \$0,300 inicio; \$ 0,292 crecimiento y \$0,286 acabado

kg de Balanceado con 4 % zeolita \$0,301 inicio; \$ 0,292 crecimiento y \$0,285 acabado

	Proteína Inicio	Proteína crecimiento	Proteína acabado
Nivel proteico alto	23 % \$0,303 por kg	20 % \$0,294 por kg	18 % \$0,289 por kg
Nivel proteico bajo	21 % \$0,297 por kg	19 % \$0,289 por kg	17 % \$0,282 por kg

3: \$0,50 por ave

4: \$80,00 jornal por mes (4 meses)

5: \$1,87 por kg de canal

6: \$20,00 por tratamiento (\$10,00 por réplica)

Costos a julio del 2007

beneficio/costo de 1.20, que determina que por cada dólar invertido se tiene una utilidad de 20 centavos (20 % de rentabilidad), reduciéndose ligeramente a 19 centavos de dólar cuando se empleó el balanceado con 2 % de zeolitas, mientras que la menor rentabilidad se registró en los animales que se les suministró el alimento control (0 % de zeolitas), cuyo beneficio/costo fue de 1.15, En cambio por efecto de los niveles proteicos de las dietas, los beneficios/costos determinados fueron de 1.18 y 1.9, que representan rentabilidades de 18 y 19 %, por lo que se aduce un comportamiento similar por efecto del nivel de proteína dietética alta y baja, mientras que, respecto al uso de los niveles de zeolitas, con el empleo del nivel 4 % se registró un efecto favorable alcanzándose una superioridad de 5 puntos porcentuales, que resulta rentable para los avicultores dedicados a la explotación de pollos parrilleros, ya que su nivel de rentabilidad supera las tasas de interés vigentes, si se considera que el ejercicio económico es de aproximadamente 5 meses con una rentabilidad del 20 %.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, permiten señalar las siguientes conclusiones:

1. La utilización del balanceado que contenía 4 % de zeolitas naturales en la alimentación de pollos parrilleros, favorecieron el comportamiento productivo de los animales, no así al emplearse dietas altas en proteína, que únicamente lograron incrementar los pesos, pero no la conversión alimenticia, peor aún reducir los costos de producción.
2. En la etapa de inicio (hasta los 14 días de edad), con la utilización del balanceado con 4 % de zeolita, los pollos presentaron un peso final de 406.67 g, incrementos de peso de 363.33 g, consumos de alimento y proteína de 430 y 94.60 g, respectivamente, con una conversión alimenticia de 1.18, un costo/kg de ganancia de peso de 0.36 dólares y un Índice de Eficiencia Europeo (IEE) de 245.58.
3. En la etapa de crecimiento (14 a 28 días de edad), de igual manera las mejores respuestas se consiguieron al emplearse el nivel 4 % de zeolita, registrándose pesos de 1152,78 g, ganancia de peso de 746,11 g, una conversión alimenticia de 1.84, costo/kg de ganancia de peso de 0.54 dólares y un IEE de 232.03.
4. Las mejores respuestas en la etapa final (28 a 56 días de edad), obtenidas fueron de 3087.50 g en el peso final, una ganancia de peso de 1934.72 g, con una conversión alimenticia de 2.30, costo/kg de ganancia de peso de 0.66 dólares, y un IEE de 243.82, que se obtuvieron al emplearse el alimento con 4 % de zeolitas naturales.
5. En el comportamiento total, con el tratamiento 4 % de zeolitas, se lograron incrementos de peso de hasta 3044.17 g, conversiones alimenticias de 2.06, un IEE de 393.70; con pesos y rendimientos a la canal de 2211.67 g y 71.65 %, rendimiento en pechuga de 36.79 %, de ala 13.87 % y de muslo 14.70 %.

6. Por efecto de los niveles de proteína dietética en el balanceado, los pesos a los 14, 28 y 56 días fueron superiores con el empleo de niveles de proteína altos, la ganancia de peso fue similar, registrándose únicamente en la etapa total mayores respuestas en los incrementos de peso (2980,89 g frente 2944,22 g), con consumos de alimento de 6258.0, g y de proteína de 1175.40 y 1108.52 g en dietas altas y bajas respectivamente, conversiones alimenticias entre 2.10 y 2.13, pero con el menor costo por kg de alimento que se observó con dietas bajas en proteína (0.60 frente 0.61 dólares/kg).
7. Respecto al análisis económico, la mayor rentabilidad (20 %) se alcanzó al emplearse el nivel 4 % de zeolitas naturales, en cambio cuando se utilizó la ración control (0 % de zeolitas) su rentabilidad fue de apenas el 15 %, existiendo por tanto un incremento de la rentabilidad en 5 puntos.
8. El empleo de zeolitas naturales en la alimentación de los pollos parrilleros, disminuyó notablemente la excreción de los compuestos nitrogenados, por lo que se logró reducir la presencia de amoníaco en el ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se deprenden de los resultados obtenidos se anotan las siguientes:

1. Emplear en la alimentación de pollos de parrilleros en las fases de inicio, crecimiento y acabado, balanceado que contenga 4 % de zeolita natural, por cuanto se logró mejorar la asimilación de la proteína del alimento, determinada a través de las mejores respuestas productivas, menores costos de producción, así como también permitió reducir la presencia de amoniaco en el ambiente.
2. Respecto a los niveles de proteína dietética en el alimento de los pollos parrilleros, se recomienda evaluar niveles más bajos, por cuanto entre los planteados no se registraron influencia estadística, así como también estudiar niveles más altos de zeolitas que los empleados en el presente trabajo.
3. Replicar el presente estudio pero en diferentes zonas de la provincia y del país, para determinar si los resultados se mantienen.

VII. LITERATURA CITADA

1. 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.
2. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2006. Estación Agrometeorológica, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
3. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2006. Planta de Balanceados, Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.
4. ESPINOZA, A. 2005. Restricción cuantitativa de alimentación para el control del síndrome ascítico en pollos parrilleros. Tesis de Grado. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. ESPOCH. p 83.
5. ESPINOZA, J. 2001. Cloruro de colina en dietas para cría y engorde de pollos parrilleros. Tesis de Grado. Facultad Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 29 – 64.
6. ESTRADA, J. 2005. Sustitución de la harina de pescado por adición amino acídica en cría y acabado de pollos parrilleros. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. p 60.
7. GUEVARA, P. 1999. Técnicas de nutrición animal. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 10-15.
8. 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.

9. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx>. 2007. Zeolitas. ¿Qué es una zeolita?.
10. <http://edis.ifas.ufl.edu>. 2007. Damron, B. Sloan, D. y García, J. Nutrición para pequeñas parvadas de pollos.
11. <http://es.wikipedia.org>. 2007. Zeolita.
12. <http://www.agroInformacion.com>. 2007. Zootecnia: bases de producción animal. Avicultura clásica y complementaria.
13. <http://www.agronegocios.gob.sv>. 2007. Guía técnica de pollo de engorde.
14. <http://www.alimentosagrobueyca.com>. 2007. Requerimientos nutritivos de pollos BB de acuerdo a la edad.
15. <http://www.arrakis.es>. 2007. Proteína. Estructura de las proteínas.
16. <http://www.avpa.ula.ve>. 2003. Hidalgo, K. Valdivié, M. Gabel, M. Hackl, W. y Rodríguez, B. Rendimiento cárnico de broilers en el sistema miel rica-soya. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
17. <http://www.avpa.ula.ve>. 2007. Acosta, A. Lon-Wo, E. y Dieppa, O. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Efecto de la zeolita y diferentes esquemas de alimentación en el comportamiento productivo del pollo de ceba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
18. <http://www.avpa.ula.ve>. 2007. Ayala, L. Martínez, M. Acosta, A. Dieppa, O. y Hernández, L. Comportamiento productivo de pollos de ceba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.

19. <http://www.epa.gov>. 2007. La zeolita, un adsorbente versátil de contaminantes del aire.
20. <http://www.etsia.upm.es>. 2000. Rhône-Poulenc. Sistemas de alimentación. Feed Formulation Guide.
21. <http://www.etsia.upm.es>. 2007. Leeson, S. Programas de alimentación para ponedoras y broilers. Dept. of Animal and Poultry Science. University of Guelph, Ontario. Canadá.
22. <http://www.etsia.upm.es>. 2007. Santomá, G. Programas de alimentación en broilers y pollo alternativo.
23. <http://www.fmvz.unam.mx>. 2007. Solís, J. Fuente, B. Martínez, C. y Ávila, E. Evaluación de dietas bajas en proteína para pollos de engorda. Memorias del XXXII Convención Nacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas, 25 al 28 de abril de 2007, Acapulco Guerrero.
24. <http://www.ilustrados.com>. 2007. Vinueza, C. Observación de algunos parámetros en la cría de pollos Broiler en granja "Avícola de la Sierra".
25. <http://www.infojardin.net>. 2007. Zeolita – Zeolitas.
26. <http://www.itzred.com.ar>. 2007. Breck, N. Zeolitas.
27. <http://www.itzred.com.ar>. 2007. Zeolitas. Importancia.
28. <http://www.monografias.com>. 2007. Fuentes, E. Manejo de pollos de engorda.
29. <http://www.quiminet.com.mx>. 2007. Aplicaciones comunes de las zeolitas.
30. <http://www.sian.info.ve>. 2007. Castro, M. Las zeolitas naturales en

sistemas de alimentación con productos y subproductos de la industria azucarera para cerdos. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.

31. <http://www.sian.info.ve>. 2007. Zaldivar, V. Margolles, E. y Muñoz, M. Utilización de las zeolitas naturales cubanas en la producción de monogástricos. Aspectos-metabólicos y de salud. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Habana, Cuba.
32. <http://www.soil-fertility.com>. 2006. Páez, O. La Zeolita: El Mineral del Universo. Sus beneficios en la Agricultura.
33. <http://www.tuotromedico.com>. 2007. Proteínas.
34. <http://www.uned.es>. 2007. Grupo de las zeolitas.
35. <http://www.zeolitanatural.com>. 2007. ¿Que es la zeolita natural?.
36. IBRO. 2002. Guía de manejo de pollos. sn. Quito, Ecuador. Edit. Ibro. pp 2 – 10.
37. JENSEN, J. 2000. Proc. 9th European Poultry Conference. Glasgow. Vol.2. pp. 223-226.
38. 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. pp 35-68.
39. MAZÓN, J. 2000. Evaluación de diferentes niveles de torta de palma (palmiste) en el inicio y acabado de pollos parrilleros. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. p 62.

40. MOLINA, J. 2001. Evaluación del comportamiento productivo en pollos de ceba sexados bajo invernadero. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. pp 30 – 73.
41. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2003. . Requerimientos nutritivos de los animales domésticos. sn. México, México. Edit. NRC. pp 15 – 17.
42. NUTRIL. 2004. Manual Práctico de Crianza de Aves. sn. Guayaquil, Ecuador. Edit. Nutril. pp 6 – 14.
43. POZO, J. 2000. Efecto de diferentes niveles de soya tostada y molida en crecimiento y engorde de dos líneas de pollos parrilleros. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. p 66.
44. ROMERO, J. 1999. Evaluación de diferentes niveles de zeolitas (silicato de aluminio) en la producción de pollos de engorde. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. pp 38-72.
45. TAPIA, J. 2005. Evaluación de dos tipos de balanceado Nutril en cría y acabado de pollos de engorda en zonas frías. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Ecuador. pp 47- 76.

ANEXOS

Anexo 2. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la etapa inicial (1 a 14 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)

A. PESO INICIAL, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	0,000	1	0,000	0,000	1,000	Ns
Zeolita	1,556	2	0,778	0,289	0,751	Ns
Proteína x Zeolita	0,667	2	0,333	0,124	0,884	Ns
Error experimental	80,667	30	2,689			
Total	82,889	35				

CV = 3.76

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	43,556	,387
Baja	43,556	,387
Nivel de zeolita		
0 %	43,833	,473
2 %	43,500	,473
4 %	43,333	,473

B. PESO A LAS 2 SEMANAS, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	245,444	1	245,444	4,503	0,042	*
Zeolita	1317,556	2	658,778	12,085	0,000	**
Proteína x Zeolita	10,889	2	5,444	0,100	0,905	Ns
Error experimental	1635,333	30	54,511			
Total	3209,222	35				

CV = 1.85 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	401,333	1,740
Baja	396,111	1,740
Nivel de zeolita		
0 %	392,000	2,131
2 %	397,500	2,131
4 %	406,667	2,131

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
Proteína dietética			
Baja	18	396,111	
Alta	18		401,333

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
0 %	12	392.0000	
2 %	12	397.5000	
4 %	12		406.6667

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,402174
R ² Adj	0,384591
Cuadrado medio del error	7,511864
Media general	398,7222
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	1290,6667	1290,67	22,8728
Error	34	1918,5556	56,43	Prob>F
Total	35	3209,2222		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	391,38889	1,97955	197,72	<,0001
Nivel de zeolita, %	3,6666667	0,766676	4,78	<,0001

Peso 14 días, g = 391,389 + 3,66667 Nivel de zeolita, %

C. GANANCIA PESO A 2 SEMANAS, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	245,444	1	245,444	3,939	0,056	Ns
Zeolita	1404,667	2	702,333	11,271	0,000	**
Proteína x Zeolita	9,556	2	4,778	0,077	0,926	Ns
Error experimental	1869,333	30	62,311			
Total	3529,000	35				

CV = 2.22 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	357,778	1,861
Baja	352,556	1,861
Nivel de zeolita		
0 %	348,167	2,279
2 %	354,000	2,279
4 %	363,333	2,279

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
0 %	12	348.1667	
2 %	12	354.0000	
4 %	12		363.3333

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,391093
R ² Adj	0,373184
Cuadrado medio del error	7,949904
Media general	355,1667
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	1380,1667	1380,17	21,8377
Error	34	2148,8333	63,20	Prob>F
Total	35	3529,0000		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	347,58333	2,094984	165,91	<,0001
Nivel de zeolita, %	3,7916667	0,811384	4,67	<,0001

Ganancia peso, g = 347,583 + 3,79167 Nivel de zeolita, %

D. CONSUMO ALIMENTO A 2 SEMANAS, g

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	430,000	,000
Baja	430,000	,000
Nivel de zeolita		
0 %	430,000	,000
2 %	430,000	,000
4 %	430,000	,000

E. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	2,844E-03	1	2,844E-03	3,699	0,064	Ns
Zeolita	1,784E-02	2	8,919E-03	11,600	0,000	**
Proteína x Zeolita	3,889E-05	2	1,944E-05	0,025	0,975	Ns
Error experimental	2,307E-02	30	7,689E-04			
Total	4,379E-02	35				

CV = 7.24 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	1,202	,007
Baja	1,219	,007
Nivel de zeolita		
0 %	1,236	,008
2 %	1,214	,008
4 %	1,182	,008

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
4 %	12	1.1817	
2 %	12		1.2142
0 %	12		1.2358

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,402024
R ² Adj	0,384436
Cuadrado medio del error	0,027751
Media general	1,210556

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	0,01760417	0,017604	22,8584
Error	34	0,02618472	0,000770	Prob>F
Total	35	0,04378889		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	1,2376389	0,007313	169,24	<,0001
Nivel de zeolita, %	-0,013542	0,002832	-4,78	<,0001

Conversión alimenticia = 1,23764 – 0,01354 Nivel de zeolita, %

F. COSTO/KG GANANCIA PESO, dólares

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	4,444E-05	1	4,444E-05	0,615	0,439 Ns
Zeolita	1,117E-03	2	5,583E-04	7,731	0,002 **
Proteína x Zeolita	7,222E-05	2	3,611E-05	0,500	0,611 Ns
Error experimental	2,167E-03	30	7,222E-05		
Total	3,400E-03	35			

CV = 7.40 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	,364	,002
Baja	,362	,002
Nivel de zeolita		
0 %	,369	,002

2 %	,365	,002
4 %	,356	,002

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
4 %	12	0.356	
2 %	12		0.365
0 %	12		0.369

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,313725
R ² Adj	0,293541
Cuadrado medio del error	0,008284
Media general	0,363333
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	0,00106667	0,001067	15,5429
Error	34	0,00233333	0,000069	Prob>F
Total	35	0,00340000		0,0004

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	0,37	0,002183	169,49	<,0001
Nivel de zeolita, %	-0,003333	0,000845	-3,94	0,0004

Costo/kg gan peso, \$ = 0,37 – 0,00333 Nivel de zeolita, %

G. ÍNDICE DE EFICIENCIA EUROPEO

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	231,446	1	231,446	1,668	0,206	Ns
Zeolita	1746,151	2	873,075	6,292	0,005	**
Proteína x Zeolita	100,895	2	50,448	0,364	0,698	Ns
Error experimental	4162,705	30	138,757			
Total	6241,196	35				

CV = 4.99 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	238,664	2,776
Baja	233,593	2,776
Nivel de zeolita		
0 %	229,007	3,400
2 %	233,798	3,400
4 %	245,582	3,400

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
0 %	12	229.0067	
2 %	12	233.7983	
4 %	12		245.5817

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,264113
R ² Adj	0,24247
Cuadrado medio del error	11,62251
Media general	236,1289
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	1648,3838	1648,38	12,2028
Error	34	4592,8120	135,08	Prob>F
Total	35	6241,1958		0,0013

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	227,84139	3,0628	74,39	<,0001
Nivel de zeolita, %	4,14375	1,186217	3,49	0,0013

$$IEE = 227,841 + 4,14375 \text{ Nivel de zeolita, \%}$$

Anexo 4. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la etapa DE crecimiento (14 a 28 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)

A. PESO A LAS 4 SEMANAS, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	2177,622	1	2177,622	13,045	0,001	**
Zeolita	22139,704	2	11069,852	66,315	0,000	**
Proteína x Zeolita	7,415	2	3,707	0,022	0,978	Ns
Error experimental	5007,860	30	166,929			
Total	29332,600	35				

CV = 1.15 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	1128,888	3,045
Baja	1113,333	3,045
Nivel de zeolita		
0 %	1092,223	3,730
2 %	1118,333	3,730
4 %	1152,777	3,730

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneso		
		B	A	
Proteína dietética				
Baja	18	1113,333		
Alta	18	1128,888		
Nivel de zeolita				
0 %	12	1092.22		
2 %	12	1118.33		

4 %	12	1152.78
-----	----	---------

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,750047
R ² Adj	0,742696
Cuadrado medio del error	14,68468
Media general	1121,111
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	22000,843	22000,8	102,0258
Error	34	7331,758	215,6	Prob>F
Total	35	29332,600		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	1090,8337	3,869754	281,89	<,0001
Nivel de zeolita, %	15,138542	1,498749	10,10	<,0001

Peso 28 días, g = 1090,83 + 15,1385 Nivel de zeolita, %

B. GANANCIA PESO DE 2 A 4 SEMANAS, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	960,897	1	960,897	4,088	0,052 Ns
Zeolita	12677,516	2	6338,758	26,965	0,000 **
Proteína x Zeolita	29,420	2	14,710	0,063	0,939 Ns
Error experimental	7052,313	30	235,077		
Total	20720,146	35			

CV = 2.12 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	727,555	3,614
Baja	717,222	3,614
Nivel de zeolita		
0 %	700,223	4,426
2 %	720,833	4,426
4 %	746,110	4,426

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneos		
		C	B	A
0 %	12	700.2225		
2 %	12		720.8333	
4 %	12			746.1100

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,609744
R ² Adj	0,598265
Cuadrado medio del error	15,42169
Media general	722,3886

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	12633,976	12634,0	53,1222
Error	34	8086,170	237,8	Prob>F
Total	35	20720,146		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
----------	----------	-----------	-------	---------

Intercepto	699,44486	4,063972	172,11	<,0001
Nivel de zeolita, %	11,471875	1,57397	7,29	<,0001

 Ganancia peso, g = 699,445 + 11,4719 Nivel de zeolita, %

C. CONSUMO ALIMENTO DE 2 A 4 SEMANAS, g

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	1373,000	,000
Baja	1373,000	,000
Nivel de zeolita		
0 %	1373,000	,000
2 %	1373,000	,000
4 %	1373,000	,000

D. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	7,225E-03	1	7,225E-03	4,070	0,053	Ns
Zeolita	8,917E-02	2	4,459E-02	25,119	0,000	**
Proteína x Zeolita	3,167E-04	2	1,583E-04	0,089	0,915	Ns
Error experimental	5,325E-02	30	1,775E-03			
Total	0,150	35				

CV = 2.21 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	1,889	,010
Baja	1,917	,010
Nivel de zeolita		
0 %	1,962	,012

2 %	1,908	,012
4 %	1,840	,012

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneos		
		C	B	A
4 %	12	1.8400		
2 %	12		1.9075	
0 %	12			1.9617

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,592254
R ² Adj	0,580261
Cuadrado medio del error	0,042408
Media general	1,903056
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	0,08881667	0,088817	49,3852
Error	34	0,06114722	0,001798	Prob>F
Total	35	0,14996389		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	1,9638889	0,011176	175,73	<,0001
Nivel de zeolita, %	-0,030417	0,004328	-7,03	<,0001

Conversión alimenticia = 1,96389 – 0,03042 Nivel de zeolita, %

E. COSTO/KG GANANCIA PESO, dólares

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	1,111E-05	1	1,111E-05	0,083	0,775 Ns
Zeolita	7,350E-03	2	3,675E-03	27,563	0,000 **
Proteína x Zeolita	3,889E-05	2	1,944E-05	0,146	0,865 Ns
Error experimental	4,000E-03	30	1,333E-04		
Total	1,140E-02	35			

CV = 6.60 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	,553	,003
Baja	,554	,003
Nivel de zeolita		
0 %	,571	,003
2 %	,553	,003
4 %	,536	,003

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneos		
		C	B	A
4 %	12	.5358		
2 %	12		.5533	
0 %	12			.5708

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,644737
R ² Adj	0,634288
Cuadrado medio del error	0,010914
Media general	0,553333
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	0,00735000	0,007350	61,7037
Error	34	0,00405000	0,000119	Prob>F
Total	35	0,01140000		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	0,5708333	0,002876	198,47	<,0001

Nivel de zeolita, % -0,00875 0,001114 -7,86 <,0001

Costo/kg gan peso, \$ = 0,57083 – 0,00875 Nivel de zeolita, %

F. ÍNDICE DE EFICIENCIA EUROPEO

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	649,061	1	649,061	5,322	0,028	*
Zeolita	6015,080	2	3007,540	24,658	0,000	**
Proteína x Zeolita	45,666	2	22,833	0,187	0,830	Ns
Error experimental	3659,050	30	121,968			
Total	10368,856	35				

CV = 5.14 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	219,111	2,603
Baja	210,618	2,603
Nivel de zeolita		
0 %	200,830	3,188
2 %	211,737	3,188
4 %	232,026	3,188

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

		Grupos Homogéneso		
	Nº obser.	B	A	
Proteína dietética				
Baja	18	210,618		
Alta	18		219,111	
Grupos Homogéneos				
Nivel de zeolita	Nº obser.	C	B	A
0 %	12	200.8300		
2 %	12		211.7375	

4 %	12	232.0258
-----	----	----------

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,563136
R ² Adj	0,550287
Cuadrado medio del error	11,54247
Media general	214,8644
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	5839,080	5839,08	43,8275
Error	34	4529,776	133,23	Prob>F
Total	35	10368,856		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	199,26653	3,041709	65,51	<,0001
Nivel de zeolita, %	7,7989583	1,178049	6,62	<,0001

$$IEE = 199,267 + 7,79896 \text{ Nivel de zeolita, \%}$$

Anexo 6. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la etapa de acabado (28 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)

A. PESO A LAS 8 SEMANAS, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	12100,000	1	12100,000	61,798	0,000	**
Zeolita	174338,889	2	87169,444	445,196	0,000	**
Proteína x Zeolita	116,667	2	58,333	0,298	0,745	Ns
Error experimental	5874,000	30	195,800			
Total	192429,556	35				

CV = 0.47 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	3024,444	3,298
Baja	2987,778	3,298
Nivel de zeolita		
0 %	2917,500	4,039
2 %	3013,333	4,039
4 %	3087,500	4,039

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
Proteína dietética			
Baja	18	2987,778	
Alta	18	3024,444	

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneos		
		C	B	A
0 %	12	2917.50		

2 %	12	3013.33	
4 %	12		3087.50

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,901109
R ² Adj	0,8982
Cuadrado medio del error	23,65783
Media general	3006,111
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	173400,00	173400	309,8128
Error	34	19029,56	560	Prob>F
Total	35	192429,56		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	2921,1111	6,234385	468,55	<,0001
Nivel de zeolita, %	42,5	2,414567	17,60	<,0001

Peso 56 días, g = 2921,11 + 42,5 Nivel de zeolita, %

B. GANANCIA PESO DE 4 A 8 SEMANAS, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	4011,322	1	4011,322	11,974	0,002	**
Zeolita	73670,243	2	36835,121	109,951	0,000	**
Proteína x Zeolita	135,198	2	67,599	0,202	0,818	Ns

Error experimental	10050,440	30	335,015
Total	87867,202	35	

CV = 0.97 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	1895,556	4,314
Baja	1874,444	4,314
Nivel de zeolita		
0 %	1825,278	5,284
2 %	1895,000	5,284
4 %	1934,723	5,284

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneos	
		B	A
Proteína dietética			
Baja	18	1874,444	
Alta	18		1895,556

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneos		
		C	B	A
0 %	12	1825.28		
2 %	12		1895.00	
4 %	12			1934.72

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,838427
R ² Adj	0,828635
Cuadrado medio del error	20,74153
Media general	1885

Nº observaciones

36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	2	73670,243	36835,1	85,6211
Error	33	14196,960	430,2	Prob>F
Total	35	87867,202		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	1825,2775	5,987563	304,84	<,0001
Nivel de zeolita, %	42,361042	7,632675	5,55	<,0001
Nivel de zeolita, % ²	-3,749896	1,833309	-2,05	0,0489

Ganancia peso, g = 1825,28 + 42,361 (Nivel de zeolita, %) – 3,7499 (Nivel de zeolita, %)²

C. CONSUMO ALIMENTO DE 4 A 8 SEMANAS, g

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	4455,000	,000
Baja	4455,000	,000
Nivel de zeolita		
0 %	4455,000	,000
2 %	4455,000	,000
4 %	4455,000	,000

D. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	6,944E-03	1	6,944E-03	13,048	0,001	**
Zeolita	0,118	2	5,888E-02	110,626	0,000	**
Proteína x Zeolita	4,222E-04	2	2,111E-04	0,397	0,676	Ns
Error experimental	1,597E-02	30	5,322E-04			
Total	,141	35				

CV = 3.09 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	2,351	,005
Baja	2,378	,005
Nivel de zeolita		
0 %	2,440	,007
2 %	2,352	,007
4 %	2,302	,007

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneos	
		B	A
Proteína dietética			
Alta	18	2,351	
Baja	18		2,378

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneos		
		C	B	A
4 %	12	2.3017		
2 %	12		2.3517	
0 %	12			2.4400

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,83462
R ² Adj	0,824597
Cuadrado medio del error	0,026591
Media general	2,364444
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	2	0,11775556	0,058878	83,2700
Error	33	0,02333333	0,000707	Prob>F
Total	35	0,14108889		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	2,44	0,007676	317,87	<,0001
Nivel de zeolita, %	-0,05375	0,009785	-5,49	<,0001
Nivel de zeolita, % ²	0,0047917	0,00235	2,04	0,0496

$$\text{Conv. alimenticia} = 2,44 - 0,05375(\text{Nivel de zeolita, \%}) + 0,00479 (\text{Nivel de zeolita, \%})^2$$

E. COSTO/KG GANANCIA PESO, dólares

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	8,028E-04	1	8,028E-04	17,840	0,000 **
Zeolita	1,007E-02	2	5,036E-03	111,914	0,000 **
Proteína x Zeolita	7,222E-05	2	3,611E-05	0,802	0,458 Ns

Error experimental	1,350E-03	30	4,500E-05
Total	1,230E-02	35	

CV = 3.14 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	,680	,002
Baja	,671	,002
Nivel de zeolita		
0 %	,697	,002
2 %	,673	,002
4 %	,656	,002

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneos	
		B	A
Proteína dietética			
Baja	18	0,671	
Alta	18		0,680

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneos		
		C	B	A
4 %	12	0.6558		
2 %	12		0.6733	
0 %	12			0.6967

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,813531
R ² Adj	0,808046
Cuadrado medio del error	0,008212
Media general	0,675278
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	0,01000417	0,010004	148,3356
Error	34	0,00229306	0,000067	Prob>F
Total	35	0,01229722		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	0,6956944	0,002164	321,46	<,0001
Nivel de zeolita, %	-0,010208	0,000838	-12,18	<,0001

Costo/kg gan peso, \$ = 0,69569 – 0,01021 Nivel de zeolita, %

F. ÍNDICE DE EFICIENCIA EUROPEO

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	51,672	1	51,672	0,344	0,562	Ns
Zeolita	2527,567	2	1263,783	8,405	0,001	**
Proteína x Zeolita	307,314	2	153,657	1,022	0,372	Ns
Error experimental	4510,842	30	150,361			
Total	7397,394	35				

CV = 5.24 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	235,367	2,890
Baja	232,971	2,890
Nivel de zeolita		
0 %	223,390	3,540
2 %	235,296	3,540
4 %	243,822	3,540

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneo	
		B	A
0 %	12	223.3900	
2 %	12		235.2958
4 %	12		243.8217

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,338595
R ² Adj	0,319142
Cuadrado medio del error	11,99593
Media general	234,1692
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	2504,7180	2504,72	17,4057
Error	34	4892,6761	143,90	Prob>F
Total	35	7397,3941		0,0002

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	223,95333	3,161204	70,84	<,0001
Nivel de zeolita, %	5,1079167	1,224329	4,17	0,0002

$$IEE = 223,953 + 5,10792 \text{ Nivel de zeolita, \%}$$

Anexo 8. Análisis estadísticos de los parámetros totales (1 a 56 días de edad) de pollos parrilleros alimentados con dietas a base de proteínas dietéticas y diferentes niveles de zeolitas (promedio de dos ensayos)

A. GANANCIA PESO TOTAL, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	12100,000	1	12100,000	60,743	0,000	**
Zeolita	175374,889	2	87687,444	440,198	0,000	**
Proteína x Zeolita	134,000	2	67,000	0,336	0,717	Ns
Error experimental	5976,000	30	199,200			
Total	193584,889	35				

CV = 0.48 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	2980,889	3,327
Baja	2944,222	3,327
Nivel de zeolita		
0 %	2873,667	4,074
2 %	2969,833	4,074
4 %	3044,167	4,074

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneso		
		B	A	
Proteína dietética				
Alta	18	2980,889		
Baja	18	2944,222		
Nivel de zeolita				
	Nº obser.	C	B	A
0 %	12	2873.67		
2 %	12	2969.83		
4 %	12	3044.17		

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,901008
R ² Adj	0,898096
Cuadrado medio del error	23,74087
Media general	2962,556
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	174421,50	174421	309,4615
Error	34	19163,39	564	Prob>F
Total	35	193584,89		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	2877,3056	6,25627	459,91	<,0001
Nivel de zeolita, %	42,625	2,423043	17,59	<,0001

Ganancia peso total, g = 2877,31 + 42,625 Nivel de zeolita, %

B. CONSUMO ALIMENTO TOTAL, g

1. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	6258,000	,000
Baja	6258,000	,000
Nivel de zeolita		

0 %	6258,000	,000
2 %	6258,000	,000
4 %	6258,000	,000

C. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	6,136E-03	1	6,136E-03	59,703	0,000	**
Zeolita	8,962E-02	2	4,481E-02	435,973	0,000	**
Proteína x Zeolita	2,389E-04	2	1,194E-04	1,162	0,326	Ns
Error experimental	3,083E-03	30	1,028E-04			
Total	9,907E-02	35				

CV = 1.52 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	2,101	,002
Baja	2,127	,002
Nivel de zeolita		
0 %	2,178	,003
2 %	2,107	,003
4 %	2,057	,003

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	B	A
Proteína dietética			
Alta	18	2,101	
Baja	18		2,127

Nivel de zeolita	Nº obser.	C	B	A
4 %	12	2.0567		
2 %	12		2.1075	
0 %	12			2.1783

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,896459
R ² Adj	0,893414
Cuadrado medio del error	0,01737
Media general	2,114167
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	0,08881667	0,088817	294,3721
Error	34	0,01025833	0,000302	Prob>F
Total	35	0,09907500		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	2,175	0,004577	475,16	<,0001
Nivel de zeolita, %	-0,030417	0,001773	-17,16	<,0001

Conversión alimenticia total = 2,175 – 0,03042 Nivel de zeolita, %

D. COSTO/KG GANANCIA PESO, dólares

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	4,000E-04	1	4,000E-04	27,692	0,000 **
Zeolita	8,822E-03	2	4,411E-03	305,385	0,000 **
Proteína x Zeolita	6,667E-05	2	3,333E-05	2,308	0,117 Ns
Error experimental	4,333E-04	30	1,444E-05		
Total	9,722E-03	35			

CV = 1.98 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	,611	,001
Baja	,604	,001
Nivel de zeolita		
0 %	,627	,001
2 %	,607	,001
4 %	,588	,001

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

	Nº obser.	Grupos Homogéneso		
		B	A	
Proteína dietética				
Baja	18	0.604		
Alta	18		0.611	
Nivel de zeolita				
	Nº obser.	C	B	A
4 %	12	.5883		
2 %	12		.6067	
0 %	12			.6267

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,906857
R ² Adj	0,904118
Cuadrado medio del error	0,005161
Media general	0,607222
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	0,00881667	0,008817	331,0307
Error	34	0,00090556	0,000027	Prob>F
Total	35	0,00972222		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	0,6263889	0,00136	460,58	<,0001
Nivel de zeolita, %	-0,009583	0,000527	-18,19	<,0001

Costo/kg gan. peso, \$ = 0,62639 – 0,00958 Nivel de zeolita, %

E. ÍNDICE DE EFICIENCIA EUROPEO

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	202,683	1	202,683	0,856	0,362 Ns
Zeolita	4929,947	2	2464,974	10,413	0,000 **
Proteína x Zeolita	354,512	2	177,256	0,749	0,482 Ns
Error experimental	7101,625	30	236,721		
Total	12588,768	35			

CV = 5.75 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	269,950	3,626
Baja	265,204	3,626
Nivel de zeolita		
0 %	254,775	4,441
2 %	264,896	4,441
4 %	283,061	4,441

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
0 %	12	254.7750	
2 %	12	264.8958	
4 %	12		283.0608

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,381334
R ² Adj	0,363138
Cuadrado medio del error	15,13492
Media general	267,5772
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	4800,530	4800,53	20,9570
Error	34	7788,237	229,07	Prob>F
Total	35	12588,768		<,0001

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
----------	----------	-----------	-------	---------

Intercepto	253,43431	3,988402	63,54	<,0001
Nivel de zeolita, %	7,0714583	1,544701	4,58	<,0001

$$IEE = 253,434 + 7,07146 \text{ Nivel de zeolita, \%}$$

F. PESO DE LA CANAL, g

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	544,444	1	544,444	0,105	0,749	Ns
Zeolita	39088,889	2	19544,444	3,754	0,035	*
Proteína x Zeolita	20688,889	2	10344,444	1,987	0,155	Ns
Error experimental	156200,000	30	5206,667			
Total	216522,222	35				

$$CV = 3.31 \%$$

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	2186,667	17,008
Baja	2178,889	17,008
Nivel de zeolita		
0 %	2136,667	20,830
2 %	2200,000	20,830
4 %	2211,667	20,830

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso	
		B	A
0 %	12	2136.67	
2 %	12		2200.00
4 %	12		2211.67

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,155873
R ² Adj	0,131046
Cuadrado medio del error	73,31885
Media general	2182,778
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	33750,00	33750,0	6,2783
Error	34	182772,22	5375,7	Prob>F
Total	35	216522,22		0,0172

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	2145,2778	19,32121	111,03	<,0001
Nivel de zeolita, %	18,75	7,483074	2,51	0,0172

Peso canal, g = 2145,28 + 18,75 Nivel de zeolita, %

G. RENDIMIENTO A LA CANAL, %

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	3,306	1	3,306	0,550	0,464 Ns
Zeolita	17,670	2	8,835	1,468	0,246 Ns
Proteína x Zeolita	20,750	2	10,375	1,724	0,195 Ns
Error experimental	180,503	30	6,017		
Total	222,230	35			

CV = 3.38 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	72,327	,578
Baja	72,933	,578
Nivel de zeolita		
0 %	73,228	,708
2 %	73,014	,708
4 %	71,647	,708

H. RENDIMIENTO DEL ALA, %

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	2,402E-02	1	2,402E-02	0,065	0,801	Ns
Zeolita	0,112	2	5,579E-02	0,151	0,861	Ns
Proteína x Zeolita	7,372E-02	2	3,686E-02	0,100	0,906	Ns
Error experimental	11,108	30	0,370			
Total	11,317	35				

CV = 4.41 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	13,769	,143
Baja	13,821	,143
Nivel de zeolita		
0 %	13,731	,176
2 %	13,788	,176
4 %	13,867	,176

I. RENDIMIENTO DEL MUSLO, %

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.	
Proteína	1,199	1	1,199	2,085	0,159	**
Zeolita	7,776	2	3,888	6,761	0,004	**
Proteína x Zeolita	9,785E-02	2	4,892E-02	0,085	0,919	Ns

Error experimental	17,253	30	0,575
Total	26,326	35	

CV = 5.40 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	14,223	,179
Baja	13,858	,179
Nivel de zeolita		
0 %	13,718	,219
2 %	13,705	,219
4 %	14,697	,219

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

		Grupos Homogéneso	
		B	A
Proteína dietética			
Baja	Nº obser. 18	13,858	
Alta	18		14,223
		Grupos Homogéneso	
Nivel de zeolita	Nº obser.	B	A
2 %	12	13.7050	
0 %	12	13.7183	
4 %	12		14.6975

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,218517
R ² Adj	0,195532
Cuadrado medio del error	0,777876
Media general	14,04028
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	5,752604	5,75260	9,5070
Error	34	20,573093	0,60509	Prob>F
Total	35	26,325697		0,0040

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	13,550694	0,204988	66,10	<,0001
Nivel de zeolita, %	0,2447917	0,079392	3,08	0,0040

Rend. muslo, % = 13,5507 + 0,24479 Nivel de zeolita, %

J. RENDIMIENTO DE LA PECHUGA, %

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	gl	C.M.	Fcal	Prob.
Proteína	1,030	1	1,030	0,749	0,394 Ns
Zeolita	35,875	2	17,938	13,036	0,000 **
Proteína x Zeolita	26,085	2	13,043	9,479	0,001 **
Error experimental	41,278	30	1,376		
Total	104,269	35			

CV = 3.32 %

2. Cuadro de medias

Factor	Media	Error estándar
Proteína dietética		
Alta	35,204	,276
Baja	35,543	,276
Nivel de zeolita		
0 %	34,640	,339
2 %	34,696	,339
4 %	36,785	,339

3. Separación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan

Nivel de zeolita	Nº obser.	Grupos Homogéneso		
		B	A	
0 %	12	34.6400		
2 %	12	34.6958		
4 %	12		36.7850	
Proteína dietética x Nivel de zeolita		Nº Obser.	Grupos Homogéneos	
			B	A
Baja	2%	3	33,930	
Baja	0%	3	34,620	
Alta	0%	3	34,660	
Alta	2%	3	35,462	35,462
Alta	4%	3	35,492	35,492
Baja	4%	3		38,078

4. Análisis de la regresión

Resumen de la línea

R ²	0,264759
R ² Adj	0,243135
Cuadrado medio del error	1,501594
Media general	35,37361
Nº observaciones	36

Análisis de varianza

F.V.	GL	S.C.	C.M.	Fcal
Modelo	1	27,60615	27,6062	12,2434
Error	34	76,66268	2,2548	Prob>F
Total	35	104,26883		0,0013

Parámetros Estimados

Términos	Estimado	Std Error	t cal	Prob> t
Intercepto	34,301111	0,395705	86,68	<,0001
Nivel de zeolita, %	0,53625	0,153256	3,50	0,0013

Rend. pechuga, % = 34,3011 + 0,53625 Nivel de zeolita, %