



USO DE ZEOLITAS EN NUTRICIÓN ANIMAL

Por: Nicolás Del Campo

Septiembre, 2004

INDICE

1.	BACKGROUND.....	3
2.	INTRODUCCIÓN	4
1.	OBJETIVOS	5
4.	USO DE ZEOLITAS EN LA DIETA DE PERROS ADULTOS.....	5
4.1.	ENSAYO DE PALATABILIDAD.....	6
4.2.	ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD	7
5.	USO DE ZEOLITAS EN LA DIETA DE AVES DE CORRAL.....	12
5.1.	AFLATOXINAS	12
5.2.	EFECTO DE ZEOLITAS NATURALES EN LA RAZÓN YEMA/CLARA DE HUEVOS DE GALLINA.....	14
5.3.	EFECTO DE ZEOLITAS CHILENAS EN LA CANTIDAD DE HUEVOS DE GALLINAS PONEDORAS.	15
6.	USO DE ZEOLITAS EN ALIMENTO DE PECES.....	18
7.	CONCLUSIONES	21
8.	REFERENCIAS	22

LISTA DE TABLAS

TABLA 4.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA APROXIMADA DE LAS DIETAS UTILIZADAS.....	6
TABLA 4.2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA APROXIMADA DE LAS DIETAS UTILIZADAS.	9
TABLA 4.3.	PROMEDIO DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD PARA LAS CUATRO DIETAS.	10
TABLA 5.1.	COMPOSICIÓN EXPERIMENTAL DE LA DIETA.....	13
TABLA 5.3.	NÚMERO DE HUEVOS POR GALPÓN Y PORCENTAJE DE HUEVOS ROTOS, FISURADOS Y SUCIOS CON FECA, GALPÓN SIN TRATAMIENTO.....	17
TABLA 5.4.	NÚMERO DE HUEVOS POR GALPÓN Y PORCENTAJE DE HUEVOS ROTOS, FISURADOS Y SUCIOS CON FECA, GALPÓN 1 CON TRATAMIENTO, GALPÓN 2 SIN TRATAMIENTO.....	17

1. BACKGROUND

Las Zeolitas son minerales de aluminosilicatos hidratados de Sodio, Calcio, Magnesio, Potasio y otros alcalinos y alcalinos térreos que se encuentran en forma natural en la tierra. Poseen una estructura cristalina eléctricamente cargada que puede ser utilizada para retener cationes y aniones. Durante su formación, algunos de los compuestos de aluminio son reemplazados por silicatos en la superficie de las Zeolitas. Cada una de estas sustituciones crea una carga negativa en la superficie de la Zeolita, que requerirá un catión (ion cargado positivamente, como por ejemplo, el amonio) , para balancear las cargas. Existen diferentes tipos de Zeolitas naturales de acuerdo a su composición mineralógica, entre las más comúnmente usadas y de mayor abundancia podemos nombrar: Clinoptilolita, Chabatiza, Heulandita, Modernita, Filipsita, Silicalita y Heroinita entre otras.

Las Zeolitas son producidas a nivel mundial por USA, Chile, Japón, Hungría y China, siendo el principal productor China. Los principales usos de las Zeolitas hoy en día son:

- Acuicultura: Filtración de amonio en pisciculturas, medio para biofiltros.
- Agricultura: Control de olores, control medio ambiental de animales confinados.
- Nutrición Animal: Mejorador sustancial de la eficiencia alimenticia y secuestrador de aflotoxinas.
- Horticultura: Flores, vegetales, follajes, crecimiento hidropónico.
- Casas: Control de olores de mascotas.
- Productos Industriales: Absorbente de aceites, separador de gases.
- Residuos Radiactivos: Descontaminación y remediación de lugares contaminados.

- Tratamiento de agua: Filtración, remoción de metales pesados, piscinas.
- Aguas Servidas: Remoción de amonio, fósforo y metales pesados en aguas servidas y lodos.

Alrededor de 3,5 millones ton métricas de Zeolitas Naturales fueron producidas a nivel mundial durante el año 2002 (T.H. EYDE, Gadsden Sonora Holding), donde la mayor parte de la producción fue utilizada en el rubro de la construcción y agricultura (6:2). Se proyecta un crecimiento del mercado para el año 2005 de 4.58 millones ton métricas y 5.5 ton métricas para el año 2010 (Herwin International).

2. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende mostrar, específicamente el uso de Zeolitas Naturales en la Nutrición animal de diferentes especies. Varios estudios han sido realizados en lo que respecta a la inclusión de Zeolitas en la dieta Animal, reportando excelentes resultados. Por su parte, Minera Formas a realizado una serie de estudios, que validan los resultados obtenidos a nivel mundial.

Como se mencionó anteriormente, existe una gran variedad de Zeolitas, sin embargo, las Zeolitas utilizadas en Nutrición Animal, corresponden principalmente a dos variedades, estas son la Clinoptilolita y la Mordenita, esto debido a la gran capacidad de intercambio catiónico (CIC), que estos variedades poseen y su gran poder de adsorción.

La CIC de una Zeolita, es uno de los principales parámetros mediante el cual se evalúa la calidad de un mineral zeolítico, es una magnitud que da una medida del monto de equivalentes de un catión que es capaz de retener por intercambio iónico una masa de zeolita. Esta capacidad

esta directamente relacionada con la cantidad de Aluminio presente en la red zeolítica y depende directamente de su composición química [12]. Una alta capacidad de intercambio iónico corresponde a zeolitas con alta relación $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ [13], esto implica un alto contenido de material zeolítico. con relaciones mayores a 4,5. Una zeolita natural con (CIC) mayor a 120 meq/100g, es una zeolita con un buen intercambio iónico, frente a otros materiales arcillosos que no sobrepasan de los 30 a 50 meq/100g.

1. OBJETIVOS

- Mostrar las aplicaciones de las Zeolitas Naturales en la Nutrición Animal.
- Mostrar las ventajas que se obtienen al incluir Zeolitas Naturales en la dieta animal.

4. USO DE ZEOLITAS EN LA DIETA DE PERROS ADULTOS

Minera Formas realizó un ensayo en conjunto con la Facultad de Ciencias Pecuarias y Veterinarias de la Universidad de Chile para analizar el efecto de la inclusión de Zeolitas Naturales en la dieta de perros adultos. Se estudiaron tanto la palatabilidad como la digestibilidad en 19 perros adultos, con inclusiones de 1,25%, 2,5% y 3,75% de Zeolitas Naturales en la dieta.

La Zeolita utilizada para este estudio corresponde a la Zeolita del tipo Mordenita (86% Mordenita, 14% Cuarzo), con una capacidad de intercambio catiónico de 1.56 [meq/g].

4.1. **Ensayo de Palatabilidad.**

El ensayo de palatabilidad tuvo una duración de 5 días y se emplearon 19 perros (14 Beagle, 1 Labrador y 4 Boxer), adultos, de ambos sexos. Se evaluaron dos dietas de perros adultos, las cantidades ofrecidas en ambas dietas fueron de 450g para los perros de raza Beagle, 750g para los de raza Labrador y 600 g para los de raza Boxer. Las dietas evaluadas estaban identificadas con los nombres Control y Zeolitas 1,25%, respectivamente, repitiendo el ensayo para inclusiones de 2,5% y 3,75%. El análisis químico de las dietas (Tabla 4.1.), utilizados en el ensayo se muestra a continuación:

Tabla 4.1. Composición Química aproximada de las Dietas Utilizadas.

	Control	Zeolitas 1,25%	Zeolitas 2,5%	Zeolitas 3,75%
Materia seca (%)	93,2	92,1	92,3	92,3
Proteína cruda (%)	23,6	23,2	23,1	23,6
Fibra cruda (%)	4,0	3,9	4,0	4,0
Extracto Etéreo (%)	8,6	8,9	9,7	9,8
Extracto no nitrogenado (%)	50,7	50,0	48,3	46,6
Cenizas (%)	6,2	6,3	7,2	8,3
Calcio (%)	0,65	0,62	0,56	0,60
Fósforo (%)	0,77	0,78	0,81	0,80
Lípidos totales (hidrólisis ácida)	11,1	11,2	12,7	12,8
E. Metabolizable (Kcal/kg)	3549	3517	3578	3545

Fuente: CINAM

Los resultados del estudio mostraron que al incluir Zeolitas en concentraciones de 1,25% de la dieta, estas produjeron un significativo aumento ($p \geq 0.01$), en el consumo de la ración identificada como Zeolita 1,25%, ya sea medida a través del primer consumo de alimento (71% de

preferencia) como también en el consumo total (70% de preferencia), al ser comparada con una dieta igual, pero sin la inclusión de Zeolitas (Dieta Control).

Al incrementar la incorporación de Zeolitas a un 2,5% de la dieta, se produjo un efecto contrario, es decir, una disminución del consumo de la dieta en comparación a la dieta control, representando su consumo solo un 40% del consumo de ambas dietas.

El consumo de la dieta que incluía un 3,75% DE Zeolitas, fue menor que el de la dieta control y el de las dietas que las incluían en porcentajes menores, disminuyendo también el primer consumo de alimento, al ser comparado con la dieta control, o bien, con las que las contenían en concentraciones menores.

Se puede concluir que la inclusión de un 1,25% de Zeolitas en la dieta de perros adultos favorece de forma significativa la ingesta de alimento, si comparamos las razones de ingesta de la dieta con 1,25% vs el control (consumo de una dieta / consumo total de ambas dietas * 100), este nos arroja una preferencia de 71 vs 29 ($p \geq 0,005$). A su vez, al comparar el primer consumo en el periodo total de ambas dietas (número de animales / periodo total), este nos entrega 70 vs 21, al comparar la dieta con un 1,25% de Zeolitas vs el control.

4.2. Ensayo de Digestibilidad

Se realizaron cuatro ensayos de digestibilidad de cuatro dietas para perros en mantención que contenían porcentajes crecientes de Zeolitas en la siguiente proporción: 0%, 1,25%, 2,50% y 3,75% de las dietas. tal como lo establece la Tabla 4.1. Para cada dieta se determinó la digestibilidad de las principales fracciones nutritivas aportadoras de energía, es decir, materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y extracto no nitrogenado. Se compararon estadísticamente

los coeficientes de digestibilidad de las principales fracciones de las cuatro dietas, para cuantificar el posible efecto de la creciente inclusión de Zeolitas.

Las dietas utilizadas fueron formuladas para satisfacer los requerimientos nutritivos de perros adultos en mantención, las que fueron elaboradas en una fabrica de alimentos para mascotas, ubicadas en la Región Metropolitana.

Para cada una de los 4 ensayos se utilizaron 7 perros adultos, sanos, de ambos sexos de la raza Beagle y Boxer, los que fueron mantenidos en el canil de la Facultad, que dispone de cubículos techados individuales, que cuentan con una salida individual a un patio de ejercicio. Los perros durante el ensayo fueron alimentados exclusivamente con la dieta del ensayo, la que fue entregada una vez diariamente en la cantidad suficiente para aportar 110 Kcal. EM/Kg^{0,75}, cantidad que es suficiente para cubrir los requerimientos nutritivos de los perros en mantención.

Cada ensayo tuvo una duración de 12 días, siendo los primeros 6 días de acostumbramiento y fijación de la cantidad de dieta consumida y los 6 días finales, para recolección diaria y completa de heces excretadas por cada uno de los siete perros, las que fueron introducidas en bolsas plásticas identificadas con el nombre del perro, día y hora de recolección, guardadas en un congelador hasta su posterior análisis químico de todas al mismo tiempo.

Una vez terminado el ensayo, las heces fueron descongeladas y secadas en una estufa con aire forzado a 60°C durante 76 hrs. para posteriormente ser molidas. Luego se confecciono un pool fecal de las heces defecadas por los 6 días, y se obtuvieron dos muestras de 200g para realizar los análisis correspondientes, siendo guardada una muestra como contra muestra.

Las dietas y los cuatro pool fecal de los cuatro ensayos de digestibilidad fueron analizados químicamente para la determinación de: materia seca, proteína cruda, fibra cruda, cenizas y lípidos totales por hidrólisis ácida y extracto no nitrogenado, de acuerdo a las técnicas analíticas establecidas por el AOAC, 1995.

La composición química proximal de las dieta control y las dietas con Zeolita se muestra en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Composición química aproximada de las dietas utilizadas.

	Control	Zeolitas 1,25%	Zeolitas 2,5%	Zeolitas 3,75%
Materia seca (%)	93,2	91,7	92,3	92,0
Proteína cruda (%)	23,6	23,3	23,3	23,2
Fibra cruda (%)	4,0	3,9	4,0	4,0
Extracto Etéreo (%)	8,6	8,9	9,8	9,5
Extracto no nitrogenado (%)	50,8	59,5	48,0	47,0
Cenizas (%)	6,1	6,1	7,2	8,3
Calcio (%)	0,65	0,61	0,62	0,66
Fósforo (%)	0,77	0,79	0,81	0,83
Lípidos totales (hidrólisis ácida)	11,1	11,2	12,2	12,0
E. Metabolizable (Kcal/kg)	3545	3500	3534	3487

Fuente: CINAM

La digestibilidad promedio de la dieta control fue del 81,0%, con valores individuales que fluctúan entre el 77,8% y 83,1%. La digestibilidad de la dieta control en promedio fueron del 71,0; 73,4; 88,1; y 74,6% para la materia seca, proteína cruda, carbohidratos y lípidos.

La digestibilidad de la fibra cruda sólo alcanzó al 17,9%, lo que indica que las fuentes aportadoras de fibra dietaria en esta dieta fueron de fermentadas en el intestino grueso del perro, sólo en una pequeña proporción.

Al comparar los coeficientes de digestibilidad de las diferentes fracciones nutritivas obtenidas en la dieta control, con los estimados por el NRC (Factores Atwater Modificados), que son del 80; 85; y 95%, para la proteína cruda, carbohidratos(extracto no nitrogenado), y lípidos respectivamente. Se puede concluir que la dieta utilizada como dieta control, presentó una digestibilidad regular, ya que estas fueron 73,4; 74,6 y 88,1% para la proteína cruda, carbohidratos y lípidos, respectivamente. Estos valores son ligeramente inferiores a los esperadas por el NRC para nutrientes en las dietas de perros.

Al incluir 1,25% de Zeolitas en la dieta la digestibilidad de las fracciones nutritivas, fue muy similar a la dieta control, estos fueron del 71,0% con valores individuales que fluctúan entre el 69,5 y 74,1%. Para las dietas con 2,50 y 3,75% de inclusión de Zeolitas ocurre lo mismo, solo con pequeñas variaciones, no significativas.

La digestibilidad de las diferentes fracciones nutritivas evaluadas para las dietas con 1,25%, 2,50% y 3,75% se muestran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Promedio de los Coeficientes de Digestibilidad para las Cuatro Dietas.

Compuesto	Control	1.25% Zeolita	2.50% Zeolita	3,75% Zeolita
Materia Seca	71,0	70,8	70,6	68,1
Proteína Cruda	73,4	72,7	72,7	71,1
Extracto Etéreo	88,1	87,8	89,8	89,7
Extracto No Nitrogenado	74,6	74,6	75,8	74,7
Cenizas	17,8	18,4	14,2	10,8

Fuente: CINAM

Al comparar los coeficientes de digestibilidad de las diferentes fracciones nutritivas para las dietas con distintas cantidades de Zeolitas, se comprueba que la digestibilidad de los principales nutrientes presentes en las dietas fueron similares, es decir, no muestran un cambio significativo en comparación con la dieta control (Figura 4.2).

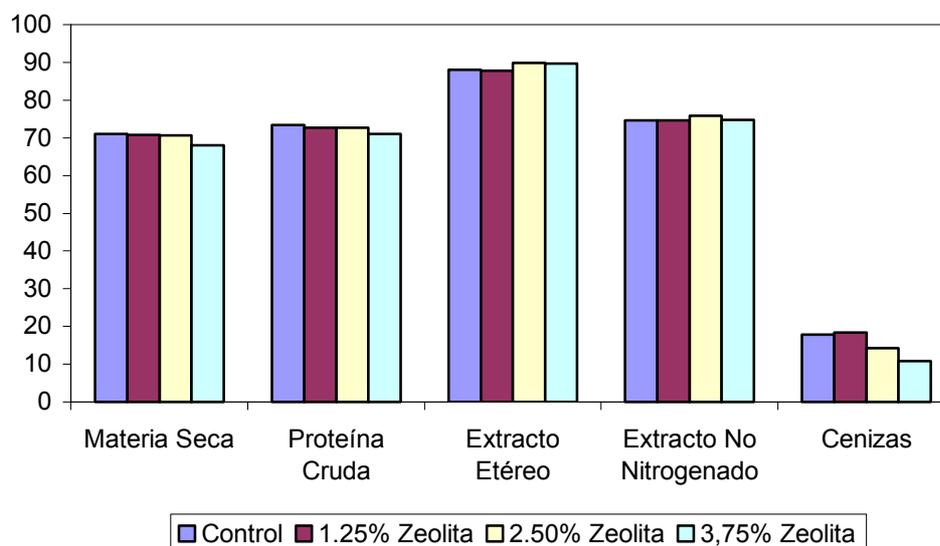


Figura 4.2. Digestibilidad Promedio de las Fracciones Nutritivas Presentes en la Dieta.

Esto nos permite concluir que al comparar las diferentes fracciones nutritivas presentes en las dietas con inclusión de Zeolitas, fueron similares estadísticamente ($p \leq 0.05$), a los de la dieta control, demostrándose que la inclusión de Zeolitas de Minera Formas en porcentajes de hasta un 3,75%, del total de la ración, no afectan el aprovechamiento de (digestibilidad), de los principales

nutrientes aportadores de energía en las dietas para perros, incluso en dietas bajas en contenido proteico.

5. USO DE ZEOLITAS EN LA DIETA DE AVES DE CORRAL

5.1. Aflatoxinas

Tal como se explico anteriormente, las Zeolitas son minerales hidratados, que contienen cantidades variables de agua en los vacíos internos de su estructura. Su capacidad de intercambio catiónico, permite que estos minerales inertes, adsorban ciertos minerales .Se ha demostrado que las Zeolitas tienen la capacidad de adsorber aflatoxinas y reducir la adsorción de aflatoxinas dentro de el tracto digestivo.

Las aflatoxinas son químicos extremadamente tóxicos, producidos por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasitius*, que pueden estar presentes en forma natural en productos derivados de carne de aves de corral. Las Aflatoxinas pueden ocurrir en granos antes de ser cosechados, durante el proceso de cosecha o el secado de granos, o también en el proceso de almacenamiento frente a ciertas condiciones de temperatura y humedad. La frecuente contaminación de productos agronómicos y la constante exposición de aves de corral a estos productos, puede marcar la diferencia en las utilidades o pérdidas dentro del negocio avícola.

Los efectos más comunes producidos por las Aflatoxinas son anorexia, disminución de las tasas de crecimiento, baja utilización alimenticia, baja en el peso ganado, baja en la producción de huevos y susceptibilidad al stress y aumento de la mortalidad.

Remover las Aflatoxinas de los alimentos contaminados constituye un problema y uno de los serios problemas para los productores de aves.

Una forma de eliminar las aflatoxinas es utilizando adsorbentes inertes, que deben tener la habilidad de adsorber estos hongos.

Una serie de estudios han sido realizados utilizando Zeolitas para la adsorción de Aflatoxinas, a continuación resumiremos parte de los estudios realizados en este ámbito.

H. Oguz, 2000, realizó un estudio con 360 broilers de 1 día, de ambos sexos, separándolos en 6 grupos, con 6 replicas de 10 broiler cada uno, los cuales fueron mantenidos con lámparas fluorescentes y baterías temperadas. La dieta utilizada en para el experimento se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5.1. Composición Experimental de la Dieta

Ingredientes	g/kg
Maiz	563,15
Soya	165,79
Aceite Soya	170,00
Harina Pescado	60,00
Carne Ave	10,00
Aceite Vegetal	4,47
Yeso	11,71
Fosfato Bicálcico	6,88
Sal	2,23
Núcleos Vitamínicos	2,00
Núcleos Minerales	1,00
Metionina	1,77
Antioxidante	1,00

La dieta aporta 230 g de proteína y 13,26 MJ ME/Kg. Tanto el agua como el alimento estuvieron siempre disponibles, con luz continua durante todo el día.

Las seis dietas aplicadas corresponden a:

1. Dieta Basal

2. Dieta Basal + 2,5 mg de Aflatoxinas.
3. Dieta Basal + 15 g Clinoptilolita / Kg dieta.
4. Dieta Basal + 2,5 mg Aflatoxinas + 15 g Clinoptilolita / Kg dieta.
5. Dieta Basal + 25 g Clinoptilolita / Kg dieta.
6. Dieta Basal + 2,5 mg Aflatoxinas + 25 g Clinoptilolita / Kg dieta.

Los resultados de este estudio demostraron claramente que el crecimiento (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia), de broiler fue significativamente afectado y disminuido al alimentar con 2,5 mg/kg de aflatoxinas en las tres semanas de dieta. Al incorporar 15 g de Clinoptilolita a la dieta con aflatoxinas disminuyo considerablemente los efectos adversos de las aflatoxinas, arrojando la dieta con 15 g de Clinoptilolita mejores resultados que la dieta con 25 g de Clinoptilolita. Además se demostró que las zeolitas fueron inertes y no tóxicas par los broiler.

5.2. Efecto de Zeolitas Naturales en la razón yema/clara de huevos de gallina.

Elliot and Edwards (1991), encontró que la Clinoptilolita aumentaba el peso de la clara del huevo al ser incorporada en la dieta de gallinas en una cantidad menor al 10%, independiente de las edades de las gallinas.

Por este motivo Yannakopoulos (1998), realizó un estudio con 120 gallinas (Hisex). Se separaron las gallinas en grupos de a 4 en jaulas de 40 x 45 cm, a una temperatura de 25°C , bajo luz artificial 16 h al día.

Se utilizaron tres dietas, A (control), B y C respectivamente, en donde B y C contenían 4 y 6% de Zeolita Natural. Se realizaron dos replicas por estudio y las gallinas fueron alimentadas ad libitum por 12 meses. La dieta contenía 165 g de proteína cruda por kg con un contenido

energético de 11,96; 11,71 y 11,46 MJ/kg para las dietas A, B y C. La Zeolita Natural utilizada contenía un 60% de Clinoptilolita.

Se recolectaron aproximadamente 2.880 huevos, que fueron numerados en forma individual y pesados un día después puestos.

Luego los huevos fueron quebrados, para pesar la yema y la clara en forma separada.

A medida que la edad de las gallinas aumentaba, el peso de los huevos aumentó para las tres dietas (8,28; 10,77 y 11,21% para las dietas A, B y C, respectivamente). Las dietas con Zeolita incrementaron ($p < 0,05$), tanto el peso de la yema, como el peso de la clara a través de todo el experimento. Siendo los huevos de los grupos B y C más pesados que el control en un 4,1% (2,51g) y 5,27% (3,24g).

Se corrobora los resultados obtenidos en estudios anteriores (Harms y Hussein, 1993; Kaminska, 1991), en donde al incluir zeolita en la dieta de gallinas, se aumenta el peso del huevo, y las proporciones de sus componentes.

5.3. Efecto de Zeolitas Chilenas en la cantidad de huevos de gallinas ponedoras.

Minera Formas en conjunto con una connotada productora avícola nacional realizó un estudio para ver el efecto de Zeolitas Naturales (ZeoPlus ®), específicamente Clinoptilolita, en gallinas ponedoras. El plantel sometido a prueba fue de 50.000 gallinas, ubicadas en dos galpones (1 y 2), con 25.000 gallinas en cada galpón. De ambos galpones, se tomó una muestra representativa de 1.400 gallinas. El sistema de transporte de huevos hacia la línea central de los galpones fue desactivado para el grupo de 1.400 gallinas, de esta forma la recolección de los

huevos del espectro seleccionado fue realizado a mano por personal de dicha empresa y luego medido en el packing central.

Las gallinas sometidas a prueba, corresponden a gallinas de segunda pluma, con 50 semanas de vida. La dieta utilizada contenía 14% de proteína del alimento y un contenido energético metabolizable de 2.700 Kcal/kg.

. La composición de ZeoPlus ® corresponde a un 60% de Clinoptilolita y un 20% de Mordenita, con una capacidad de intercambio catiónico de 1,57 [meq/g].

El ensayo comenzó con 14 días sin tratamiento en donde el Galpón 1 (1.400 gallinas), arrojó un total de 84 cajas de 180 huevos y el galpón 2 un total de 80 cajas de 180 huevos.

El porcentaje estimado de postura para los 14 días sin tratamiento fueron para el galpón 1 de un 77,14% y para el galpón 2 de un 73,47%.

Luego de los 14 días sin tratamiento, se analizaron 28 días con una inclusión de un 1,25% de ZeoPlus ® en la dieta para las gallinas del Galpón 1 y dieta control (sin inclusión de ZeoPlus ®), para las gallinas del galpón 2. Los resultados arrojaron un total de 144 cajas de 180 huevos recolectados para el galpón 1 (c/ ZeoPlus ® 1,25%), y 122 cajas de 180 huevos para el galpón 2 (control).

Las tasas de rendimiento para el segundo ensayo para el galpón 1 (con inclusión de ZeoPlus ®), fueron de 66,12%, mientras que en el galpón 2 (control), se observó una baja considerable, alcanzando un 56,02%, esto corresponde a un 10,10% menos que en la dieta con ZeoPlus ®.

A los huevos recolectados en forma diaria se les realizó una inspección visual para observar y anotar la cantidad de huevos rotos, fisurados y sucios con feca. Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 5.3 y 5.4.

Tabla 5.3. Número de huevos por galpón y porcentaje de huevos rotos, fisurados y sucios con feca, galpón sin tratamiento.

14 días		Galpón 1	Galpón 2	Promedios
sin tratamiento (ambos Galpones)	Nº Huevos (x 180 cajas)	84	80	82
	Huevos Rotos (%)	1,372	1,562	1,467
	Huevos Fisurados (%)	0,926	1,439	1,183
	Huevos Sucios (%)	19,708	19,915	19,812

Tabla 5.4. Número de huevos por galpón y porcentaje de huevos rotos, fisurados y sucios con feca, galpón 1 con Tratamiento, galpón 2 sin tratamiento.

28 días		Galpón 1	Galpón 2	Diferencia
con tratamiento (Galpón 1)	Nº Huevos (x 180 cajas)	144	122	22
	Huevos Rotos (%)	1,120	1,152	0,032
Sin tratamiento (Galpón 2)	Huevos Fisurados (%)	0,795	1,005	0,21
	Huevos Sucios (%)	16,207	17,312	1,105

Al comparar las diferencias en la cantidad de huevos entre el galpón 1 (con tratamiento), y el galpón 2 (control), se aprecia un aumento significativo en la posturas de huevos en el grupo con tratamiento, este es de 144 cajas de 180 huevos en comparación con 122 cajas de 180 huevos, esto nos da una diferencia 3.960 huevos más, si extrapolamos a las 25.000 gallinas del correspondientes al galpón 1, nos arroja un total de 99.000.000 huevos en comparación con el galpón dos (control), en un mes de tratamiento.

Tanto la cantidad de huevos rotos como huevos fisurados no muestran una diferencia significativa al comparar ambas dietas, sin embargo, se aprecia una diferencia en la cantidad de huevos sucios en el plantel con tratamiento, ya que arroja un 1,1% de menor cantidad de huevos

sucios, con respecto al control. Esto puede ser debido a que la inclusión de Zeolitas disminuye el porcentaje de humedad presente en las fecas (Ergin Öztürk, 1998), debido a la capacidad de retener agua de ZeoPlus®, lo que se traduce a un menor porcentaje de huevos sucios.

Finalmente se puede concluir que la inclusión de Zeolitas en la dieta de gallinas tuvo un efecto favorable, que se ve reflejado en un aumento de la cantidad de huevos de un 10,1%. Esto se puede traducir en cantidades significativas de aumento de producción, y por ende, de utilidades, si hablamos de grandes planteles de ponedoras. Por otro lado, el plantel sometido a tratamiento mostró una disminución de la cantidad de huevos sucios por sobre el 1%.

6. USO DE ZEOLITAS EN ALIMENTO DE PECES

El uso de Zeolitas también ha sido probado en alimento de peces, debido a las propiedades adsorbentes y a la capacidad de intercambio catiónico de estos minerales. Cada tipo de Zeolita tiene sus propias características de intercambio, y es por este motivo que algunos tipos adsorberán más rápido que otros. La selección del material a utilizar es un factor de vital importancia al momento de utilizar Zeolitas en la dieta, junto con el nivel de pureza (% de Zeolita), y el porcentaje de inclusión en la dieta.

Las Zeolitas son utilizadas como una forma de mejorar la dieta, para aumentar la eficiencia en la retención de nutrientes y reducir el impacto medio ambiental.

Varios estudios a nivel mundial reportan los beneficios de incorporar Zeolitas en la dieta de Peces, un resumen de algunos de estos estudios se muestran a continuación.

En un estudio realizado con 150 truchas Arcoiris (D. Lanari, 1996), con un peso inicial de $253,7 \pm 2,7$ g, alimentados con dietas con inclusión de 0% (dieta A, control), 2,5% (dieta B), y 5% (dieta C), de Zeolita Natural Cubana compuesta por un 35% de Clinoptilolita y un 35% de Mordenita, con una capacidad de intercambio catiónico de 2,56 – 2,73 meq/g.

se estudió los efectos en el crecimiento, la eficiencia alimenticia y la concentración de amonio en el efluente de agua, en comparación con el control.

Los truchas fueron distribuidos en 12 estanques de 400 L cada uno, con un flujo de entrada de agua por estanque de 0,25 lts, a una temperatura constante con aireación (T: $12,9 \pm 0,23$ °C; O₂: $9,2 \pm 0,25$ mg/l; pH: $8,1 \pm 0,1$).

El peso de las truchas fue medido al comienzo y al final de la experiencia, que duró un periodo de 49 días, con 5 días de adaptación. Las fecas y una muestra representativa del efluente en base a 24 horas de recolección fueron analizados.

Las dietas utilizadas fueron iso-protéicas (44% d.m.) y iso-energéticas (23 MJ/kg d.m.) con un contenido de 9,0 g/kg de fósforo.

Los índices de digestibilidad fueron examinados para analizar contenido de materia seca, proteína y energía bruta, siendo estos en las tres dietas muy similares. Los índices de crecimiento (Tabla 6.1), demuestran un efecto positivo de las dietas con inclusión de Zeolitas con un promedio de peso ganado diario (comparado con el control) de 18,91% y un índice de conversión de un 18,44%.

Tabla 6.1.Efecto de la dieta en la tasa de crecimiento e índice de conversión de truchas Arcoiris alimentadas con dietas experimentales.

		Dietas			ESD (6 d.f.)
		A (Control)	B (2,5% Z)	C (5,0% Z)	
Días ensayo	[d]	49	49	49	
Peso Inicial	[g]	252,1	255,1	254,0	2,70
Peso Final	[g]	376,1	408,3	406,9	12,44
Promedio ganado diario	[g]	2,53	3,12	3,12	0,2292
Nivel de ingestión	[%BW/d]	1,47	1,41	1,42	0,0513
FCR ^[1]		1,41	1,15	1,16	0,0806
HI ^[2]		1,73	1,83	2,02	0,1062

^[1] F.C.R: Feed Conversion Rate (food intake, g)/(weight gain, g)

^[2] H.I: Hepatosomatic Index = (liver weight, g)/(final body weight,g)*100

La inclusión de Zeolitas en la dieta de truchas Arcoiris en niveles de 2,5%, muestra efectos positivos en los índices de productividad y en la salud de los peces, aspectos que ya han sido demostrados en otras especies. Los resultados pueden explicarse debido a la capacidad de estos materiales de adsorber en forma selectiva los iones de amonio del tracto digestivo, reduciendo la inflamación y pérdida por descamación en las mucosas al nivel de tracto.

Ya desde los años 80', Dyer demostró que incorporando un 5% de Clinoptilolita en la dieta de salmones, se aumentaba su peso en un 16%, obteniendo una mayor efectividad en la conversión del alimento.

7. CONCLUSIONES

La inclusión de Zeolitas Naturales en la dieta de animales es una práctica que aumenta día a día, debido a las propiedades de estos minerales y a las ventajas que representa su inclusión; dentro de estas ventajas esta una ostensible mejora en la salud de los animales y en la calidad de sus productos derivados, que debido a un mercado cada vez más competitivo y a clientes cada vez más exigentes, se traduce como una necesidad para la obtención de productos de mejor calidad bajo la utilización de fuentes naturales y orgánicas para cumplir con este objetivo. Por otro lado, sus animales serán beneficiados al incluir Zeolitas en la dieta, debido a la adsorción de micotoxinas, amonio y metales pesados (entre otros), perjudiciales para la salud de sus animales.

El consumo mundial de Zeolitas Naturales es de 3,98 millones ton métricas por año (Herwin International), y proyecta que el mercado tenga un crecimiento que alcance las 4,58 millones ton métricas para el año 2005 y cerca de 5,5 millones ton métricas para el año 2010. Estos números avalan la relevancia que ha tomado el uso de Zeolitas Naturales a nivel Mundial y por ende, en el mercado local.

El uso de Zeolitas Naturales para uso alimenticio está aprobado por:

- SAG (Res. N°1.856),
- FDA (CFR 582-2727)
- CE (C329/60).

8. REFERENCIAS

- E. Öztürk, *et al.* "Influence of Natural Zeolite on the Performance of Laying Hens and Egg Quality". *Journal of Agriculture and Forestry*. 22, 623-628, 1998.
- A.L. Yannakopoulos, *et al.* "Effect of Natural Zeolite on yolk:albumen ratio in hen eggs". *British Poultry Science*, 0007-1668 / 98 / 040506-05, 1998.
- S. Cornejo, *et al.* "Inclusion of Natural Zeolite (Clinoptilolite) in broiler diets". *Avances en Ciencias Veterinarias*, vol 10, N°1, 1995.
- H. Oguz, V. Kurtoglu. "Effect of Clinoptilolite on performance of broiler chickens during experimental aflatoxicosis". *British Poultry Science*, 41:512-517, 2000.
- Mario Nieves, *et al.* "Zeolite and diatom growth" *Aquaculture Research*. 33, 75-79, 2002.
- D. Bergero, *et al.* "A description of ammonium content of output waters from trout farms in relation to stocking density and flow rates". *Ecological Engineering*, 17, 451-455, 2001.
- José L. López Ruiz. "The use of zeolitic products in fish feed". *Aquaculture Europe*, vol 23(4), June, 1999.
- D. Lanari, *et al.* "Use of Cuban Zeolites in trout diets". *Rivista Italiana di Acquacoltura*. Pag 23-33, 1996.
- J. Ignacio Egaña. "Estudio de Palatabilidad en perros adultos con dietas control y 1,25; 2,50 y 3,75% de inclusión de Zeolitas Naturales". *Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile*, 2004.
- J. Ignacio Egaña. "Estudio de digestibilidad en perros adultos con dietas control y 1,25; 2,50 y 3,75% de inclusión de Zeolitas Naturales". *Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile*, 2004.
- M. Adamovic, *et al.* "The contribution of mineral adsorbents in the improvement of animal performance, health and quality of animal products" v. 19, n. 5-6, p. 383-395, 2003.
- Zeolites, *Industry Trends and Worldwide Markets in 2010*. Hewin International Prospectus.