

01669  
Tes.  
4.



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE  
LISINA EN GALLINAS DE POSTURA DE TIPO  
LIGERO

## T E S I S

PRESENTADA PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE:  
*MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL:*  
AREA: NUTRICION  
POR:

HECTOR DARIO NOYOLA AGUILERA



México, D. F.

1989

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## D A T O S   B I O G R A F I C O S

El autor nació en Tlacotalpan, Veracruz., el 17 de abril de 1952. Realizó sus estudios de Preparatoria en la Escuela de Bachilleres Nocturna de Veracruz, Ver. El grado de Licenciatura le fue otorgado en 1976 por la Universidad Veracruzana, con el título de Médico Veterinario Zootecnista. Obteniendo una MENCIÓN HONORÍFICA en el examen profesional.

De 1976 a 1981 trabajó en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 90 de Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua como Docente y como Jefe de la Oficina del Sector Pecuario. Posteriormente se hizo cargo del Departamento de Actividades Tecnológicas de la misma Institución, en la cual laboró hasta noviembre de 1984. Ha trabajado como asesor técnico en granjas porcícolas y en ranchos ganaderos.

En 1984 se inscribió como estudiante de posgrado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, para obtener el grado de Maestro en Producción Animal: Alimentación y Nutrición Animal.

# LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION .....	1
a) Revisión de la literatura .....	5
b) Hipótesis .....	11
c) Objetivos .....	11
II. MATERIAL Y METODOS .....	13
a) Material .....	13
b) Técnicas y métodos .....	13
c) Análisis estadístico .....	20
III. RESULTADOS .....	24
a) Experimento 1 .....	24
b) Experimento 2 .....	37
IV. DISCUSION .....	52
V. CONCLUSIONES .....	59
VI. LITERATURA CITADA .....	61

## L I S T A D E C U A D R O S

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
1. Necesidades de lisina para gallinas en postura informados por diferentes autores.	10
2. Composición de la dieta basal de gallinas de postura alta en proteína que se empleó en el Experimento 1.	15
3. Premezclas de vitaminas y minerales empleadas en los experimentos.	16
4. Composición de la dieta basal de gallinas de postura baja en proteína que se empleó en el Experimento 2.	21
5. Resultados de la suplementación de lisina sobre la producción de huevo en gallinas Leghorn alimentadas con dietas altas en proteína (16%). Exp. 1.	25
6. Efecto del nivel de lisina en la dieta sobre el consumo y la conversión alimenticia en gallinas Leghorn alimentadas con dietas altas en proteína (16%) Exp. 1	28
7. Efectos de la suplementación de lisina sobre la retención de nitrógeno, gravedad específica, cambio de peso, contenido de ácido úrico y creatinina en suero. Exp. 1.	30
8. Análisis de varianza para porcentaje postura (PP), peso del huevo (PH), masa del huevo (MH), consumo de alimento (CA) consumo de lisina (CL) y conversión alimenticia (CON). Exp. 1	31

CuadroPágina

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 9.  | Análisis de varianza para las variables retención de Nitrógeno (RN), gravedad específica (GE), cambio de peso (CP), contenido de ácido úrico (AU) y creatinina (Cr) en suero. Exp. 1                  | 32 |
| 10. | Ecuaciones de regresión para porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo, conversión alimenticia, retención de Nitrógeno y cambio de peso del Exp. 1.                                       | 36 |
| 11. | El efecto de la suplementación de lisina sobre la producción de huevo en gallinas Leghorn alimentadas con dietas bajas en proteína (14%). Exp. 2  | 45 |
| 12. | Los efectos de la suplementación de lisina sobre el consumo y la conversión alimenticia en gallinas Leghorn alimentadas con dietas bajas en proteína (14%). Exp. 2.                                   | 46 |
| 13. | Respuesta a la suplementación de lisina en retención de Nitrógeno, gravedad específica cambio de peso, contenido de ácido úrico y creatinina en suero. Exp. 2.  | 47 |
| 14. | Análisis de varianza para porcentaje de postura (PP), peso del huevo (PH), masa del huevo diaria (MH), consumo de alimento diario (CA), consumo de lisina (CL) y conversión alimenticia (CON). Exp. 2 | 48 |
| 15. | Análisis de varianza para las variables: retención de Nitrógeno (RN), gravedad específica (GE), cambio de peso (CP), contenido de Acido Úrico (AU) y Creatinina (Cr) en suero. Exp. 2                 | 49 |

Cuadro

Página

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 16. | Ecuaciones de regresión para las variables porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia del Exp. 2 | 50 |
| 17. | Ecuaciones de regresión para las variables retención de Nitrógeno, gravedad específica, ácido úrico y cambio de peso del Exp. 2.                          | 51 |

## L I S T A   D E   F I G U R A S

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1.	Efecto de la suplementación de lisina sobre el porcentaje de postura en gallinas Leghorn alimentadas con dietas de 16% de protefna. Exp. 1	26
2.	El efecto de la adición de lisina sobre la retención de Nitrógeno en gallinas Leghorn alimentadas con dietas de 16% de protefna. Exp. 1	34
3.	Respuesta a la suplementación de lisina sobre el porcentaje de postura en gallinas Leghorn alimentadas con dietas de 14% de protefna. Exp. 2	38
4.	El efecto de la adición de lisina sobre la retención de Nitrógeno en gallinas Leghorn alimentadas con dietas de 14% de protefna. Exp. 2	42



## R E S U M E N

NOYOLA AGUILERA, HECTOR DARIO. Determinación de las necesidades de lisina en gallinas de postura de tipo ligero. (Bajo la dirección del M.V.Z., M.Sc. ERNESTO AVILA GONZALEZ).

Con el objeto de determinar las necesidades de lisina para gallinas Leghorn blancas en producción, se realizaron dos experimentos. En ambos estudios, se utilizaron 128 gallinas Leghorn blancas Hy-Line variedad W-36 de 44 semanas de edad las cuales, se distribuyeron conforme a un diseño completamente al azar en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones de ocho aves cada una. Las aves se alojaron en jaulas individuales y se les proporcionó agua y alimento a libre acceso. En el Experimento 1, los tratamientos consistieron en la adición de 0.0, 0.1, 0.2 y 0.3% de lisina (utilizando L-lisina HCl) a una dieta basal de 16% de proteína cruda y 2,761 Kcal de Energía Metabolizable (E. M.) estimada por kg de alimento a base de sorgo, gluten de sorgo, pasta de ajonjolí y pasta de soya para obtener dietas con 0.525, 0.625, 0.725 y 0.825 de lisina total. Los resultados obtenidos en 56 días de experimentación, con base en el análisis de regresión del porcentaje de postura, masa del huevo, consumo de alimento y retención de nitrógeno, indicaron que el nivel óptimo de lisina total es de 0.725%. Conforme al consumo de lisina por ave por día, la necesidad fue de 747.5 mg. En el experimento 2, se formularon dietas con 14% de proteína y 2,784 Kcal

de E.M. estimada por kg de alimento, con niveles de suplementación de lisina de 0.0, 0.12, 0.24 y 0.36% a la dieta basal para lograr los niveles de aminoácido siguientes; 0.440, 0.560, 0.680 y 0.800%. Los resultados obtenidos durante 56 días del período experimental, en base al análisis estadístico de los datos del porcentaje de postura, peso y masa del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia, indicaron que la necesidad de lisina total es de cuando menos 0.800% y corresponde a 852 mg por ave por día. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que las necesidades de lisina apa rentan ser mayores para dietas con un 14% de proteína cruda en comparación con dietas de 16% de proteína.

## I. I N T R O D U C C I O N

La formulación de dietas para gallinas a nivel comercial en la actualidad se lleva a cabo con el objeto de llenar un consumo mínimo diario de cada aminoácido. Este concepto está reemplazando a la formulación tradicional, de formular en base a un nivel de proteína cruda que sirve como guía para llenar las necesidades mínimas de los nutrimentos (26).

El concepto de la formulación de dietas para gallinas actualmente, está basado en el consumo de alimento, consumo de nutrientes, edad del ave, análisis de ingredientes, costos de ingredientes, medio ambiente y consideraciones de manejo (30). Esta información resulta básica en la nutrición animal para formular dietas con una densidad de nutrimentos deseada para satisfacer las necesidades diarias de aminoácidos por el ave (26).

Recientemente Reid y Maiorino indicaron la necesidad de alimentación en fases para la gallina durante su ciclo de postura, con el objeto de minimizar el sobreconsumo de aminoácidos y de esta manera optimizar los costos de producción de huevo (35).

La alimentación en fases se define como los cambios

en los regímenes en la alimentación a medida que la gallina envejece con el objeto de reducir los costos en alimento, pero llenando las necesidades en aminoácidos del ave.

Existe controversia de que si se deben alimentar niveles idénticos de aminoácidos a la gallina durante todo el ciclo de postura, o el de utilizar programas de alimentación en fases disminuyendo el consumo de aminoácidos a medida que la gallina se va haciendo más vieja.

En un estudio realizado por McNaughton y colaboradores, se encontró que las gallinas Leghorn tenían un buen comportamiento productivo siguiendo un programa de alimentación en fases. Por ejemplo, en el caso específico de la lisina, encontraron que las necesidades de este aminoácido son de 750 mg por ave por día en el pico de producción y que este valor disminuye progresivamente conforme la producción de huevo se reduce, hasta 623 mg diariamente en los estadios finales del ciclo productivo (26).

En las dietas para aves se emplean principalmente subproductos de oleaginosas como fuentes de proteína y aminoácidos esenciales; las cuales complementan a los granos de cereales que son deficientes tanto en proteína como en aminoácidos esenciales, principalmente lisina y metionina. (9).

La fuente clásica para proveer la proteína en la dieta es la pasta de soya, la cual es rica en proteína y con alto contenido de lisina pero deficiente en aminoácidos azufrados.

El país no es autosuficiente en fuentes de proteína y tiene que importar más del 50% de las oleaginosas, principalmente frijol soya que al extraer el aceite se utiliza como pasta en la alimentación animal (7,38).

En dietas para gallinas a las cuales se les ha suplementado metionina, la lisina es el primer aminoácido limitante. El costo de la metionina sintética es usualmente más barato para llenar las necesidades de metionina que utilizando proteínas intactas, por lo tanto se acepta que las necesidades de lisina son las que determinan el contenido de proteína de una dieta a mínimo costo. Esto indica que se puede reducir aún más el costo de estas dietas adicionando lisina sintética (34).

Otra manera que el avicultor tiene para reducir sus costos de producción, es por medio de la formulación de dietas de relativamente bajo contenido de proteína y la adición a ellas de los aminoácidos sintéticos metionina y lisina, actualmente disponibles en México, para incrementar la calidad de la proteína.

Por lo que respecta a las necesidades diarias de lisina, la literatura revisada señala un amplio rango que va desde 454 hasta 920 mg/ave (27,34).

Por otra parte también los estudios de Nathanael y Sell indican una gran variación en las necesidades de este aminoácido dependiendo del tipo de cereal que se emplea (28). En general valores más altos de este aminoácido se han requerido en dietas basadas en trigo en relación a dietas basadas en maíz.

Esta información indica que es necesario hacer investigación a este respecto con dietas basadas en sorgo, ya que en México este es el grano que más se emplea en la alimentación animal.

Con estos antecedentes, se consideró importante estudiar las necesidades diarias de lisina para gallinas en postura de tipo ligero bajo las condiciones de medio ambiente, manejo e ingredientes alimenticios del país. Motivo por el cual se realizó el presente trabajo de investigación en gallinas Leghorn blancas, empleando tanto dietas altas como bajas en proteína.

## a) REVISION DE LA LITERATURA.

La investigación sobre las necesidades cuantitativas de las gallinas Leghorn blancas para la lisina en la dieta con el fin de obtener una satisfactoria eficiencia productiva, ha traído como consecuencia un amplio espectro de respuestas. Harms y Waldroup en 1962 informaron que 494 mg/ave por día fueron suficientes (16). Moran et al. en 1967, presentaron datos indicando que 454 mg de lisina por día llenaban las necesidades de gallinas Leghorn blancas poniendo huevos de 62 g a un promedio de 75% (27). Otros estimados de las necesidades de lisina para las gallinas han variado ampliamente. Trabajando con dietas basadas en maíz Bray en 1969, encontró que 520 mg de lisina por gallina por día eran necesarios (4), mientras que Gleaves y Dewan en 1970, informaron 585 mg por ave por día (12) -

Necesidades muy altas de lisina dietética se han publicado para dietas basadas en trigo. March y Biely en 1972, encontraron que 0.7 a 0.75% de lisina en la dieta se necesitaban para una máxima producción de masa de huevo; las dietas usadas fueron a base de trigo con poco suplemento protéico. En estos experimentos el consumo diario de lisina necesaria fue entre 800 y 850 mg por ave (25). Jensen et al. en 1974,

encontraron que la ingestión de 765 mg de lisina era necesaria para llevar las necesidades cuando se usaban dietas basadas en trigo (21). La necesidad encontrada fue - - - de 95 mg más baja si la dieta se basaba en maíz (670 mg) en lugar de trigo (22). El hallazgo de Jensen et al. 1974 de que la necesidad de lisina era más alta para dietas de trigo que para dietas de maíz no aparenta ser siempre verdadero. Sell y Johnson en 1974, encontraron que el máximo peso del huevo se obtenía cuando las dietas basadas en trigo aportaban 625 mg de lisina por día. Y dietas basadas en maíz con 625 mg de lisina por día mantuvieron una máxima producción de huevo y peso del mismo (40). Sell y Hodgson en 1966, obtuvieron que raciones a base de trigo y pasta de soya conteniendo un 13.5% de proteína mantenían un alto y eficiente porcentaje de producción de huevo cuando se suplementaban con lisina para que un consumo de 600 mg de este aminoácido por gallina por día fuera obtenido (39).

Pilbrow y Morris en 1974, usando dietas con casi la misma cantidad de maíz y trigo, encontraron que el nivel óptimo de ingestión de lisina fue entre 820 y 920 mg por ave por día. No se encontraron diferencias en las necesidades de lisina entre las líneas comerciales de gallinas Leghorn comunmente empleadas en los Estados Unidos (34).



Otros investigadores también han encontrado una necesidad más bien baja de lisina. Como Hurwitz y Bornstein en 1973, los cuales calcularon una necesidad de 570 mg de lisina por gallina por día (18).

Robertson en 1970, encontró una necesidad de 610 mg de lisina (36), con dietas a base de sorgo, maíz y harinolina sin gosisol.

Carlson y Guenther con dietas maíz-soya encontraron que las necesidades de lisina en gallinas Leghorn blancas fueron de 645 mg (8).

Latshaw en 1976, con dietas basadas en maíz, harinolina, harina de cacahuate y harina de gluten de maíz encontró que una necesidad de 650 mg de lisina por gallina por día es lo recomendado (22) y en 1981 determinó que las necesidades de lisina por gallina fueron entre 635 y 685 mg diarios en la fase de 24 a 44 semanas de edad, después de las 44 semanas de edad las necesidades de lisina disminuyeron a 615 mg diarios (23).

En 1976, Chi y Speers encontraron una necesidad de 687 mg cuando la determinación se hizo por medio de la producción de huevo y 664 mg cuando el parámetro empleado fue la retención de nitrógeno (10).

Nathanael y Sell en 1980, de los resultados de dos experimentos realizados determinaron que la necesidad de lisina es de aproximadamente 700 mg por día para una máxima producción de gallinas Leghorn alimentadas con dietas basadas en maíz, gluten de maíz y pasta de soya (28).

El National Research Council de 1977 recomendaba una ingestión mínima de lisina de 660 mg por gallina por día y el N.R.C. más reciente (1984) recomienda un consumo mínimo de lisina de 700 mg diarios por ave (29,30).

Halloran y Almquist en 1978 informaron que para gallinas de 32-38 semanas de edad se necesita como mínimo 720 mg de lisina por día (13).

En 1978 Harms et al. encontraron que las gallinas en producción deberían consumir 730 mg de lisina por día a través de todo el ciclo de postura. Además estos investigadores notaron que era necesaria ajustar la composición de la dieta para corregir diferencias en el consumo de alimento (15).

Mcnaughton et al. en 1980 determinaron las necesidades de las gallinas durante diferentes fases de producción de huevo. Los resultados de los experimentos indicaron un

mínimo de 750 mg de lisina durante la fase I (24-40 semanas de edad); 750 mg durante la fase II (41-50 semanas); 663 mg durante la fase III (51-60 semanas) y 623 mg de lisina por gallina por día durante la fase IV (61-64 semanas) para una máxima postura (26).

Rocha en 1984 encontró que un consumo de 663 mg de lisina y 14.6 g de proteína por gallina por día maximizaba el porcentaje de producción de huevo (89%), el peso promedio del huevo (55.3g), y la producción de masa del huevo (49.2 g de huevo por gallina por día) durante la primera fase de producción (37).

En el Cuadro 1, se muestra en forma resumida los resultados de investigación de los diferentes autores citados en cuanto al nivel de lisina que se ha determinado para una máxima producción, peso del huevo y masa del mismo.

CUADRO 1. NECESIDADES DE LISINA PARA GALLINAS EN POSTURA  
INFORMADOS POR DIFERENTES AUTORES.

AUTORES	AÑO	REFERENCIA	mg/ave/día
Morán <u>et al.</u>	1967	27	454
Harms y Waldroup.	1962	16	494
Bray.	1969	4	520
Hurwits y Bornstein.	1973	18	570
Gleaves y Dewan.	1970	12	585
Sell y Hodgson.	1966	39	600
Robertson.	1970	36	610
Sell y Johnson.	1974	40	625
Carlson y Guenthner.	1969	8	645
Latshaw.	1976	22	650
N.R.C.	1977	29	660
Rocha.	1984	37	663 a 809
Jensen. <u>et al.</u>	1974	21	670 a 765
Latshaw.	1981	23	685 a 615
Chi y Speers.	1976	10	687 a 664
N.R.C.	1984	30	700
Nathanael y Sell.	1980	28	700
Ishibashi.	1985	20	711 a 725
Halloran y Almquist.	1978	13	720
Harms <u>et al.</u>	1978	15	730
McNaughton <u>et al.</u>	1980	26	750 a 623
March y Biely.	1972	25	850 a 800
Pilbrow y Morris.	1974	34	920 a 820
Bustany y Elwinger.	1987	6	900
Bustany y Elwinger.	1987	5	820 a 1023

**b) HIPOTESIS**

1. El empleo de dietas con 16% de protefna en base a sorgo, pasta de soya, pasta de ajonjolí y gluten de sorgo con diferentes niveles de lisina total, no mejoran el comportamiento productivo de gallinas de tipo li-gero.
2. El uso de dietas con 14% de protefna en base a sorgo, pasta de soya, pasta de ajonjolí y gluten de sorgo, con diferentes niveles de lisina total, no mejoran el comportamiento productivo de gallinas de tipo ligero.
3. El utilizar dietas con 14 a 16% de protefnas con diferentes niveles de lisina total, no tienen efecto sobre la retención de nitrógeno y los niveles de ácido úrico y creatinina en suero.

**c) OBJETIVO**

El propósito del presente trabajo fue determinar el nivel óptimo de lisina total para gallinas Leghorn blancas en producción de huevo alimentadas tanto con dietas altas (16%) como bajas (14%) en protefna. Para lograr este objetivo se cuantificó en las aves el porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, gravedad específica del huevo, retención de nitrógeno

y el contenido de ácido úrico y creatinina en suero.

## II. MATERIAL Y METODOS

### a) MATERIAL

Se empleó el material, equipo e instalaciones del Campo Agropecuario Experimental del Valle de México en Chapingo, que pertenece al Centro de Investigaciones Agropecuarias y Forestales del Estado de México del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Está localizado en el Estado de México a una altitud de 2250 msnm, con clima templado subhúmedo tipo C (Wo)(W) b (1') g según la clasificación climática de Köpen modificada por García (11). La temperatura media anual es de 15°C y con una precipitación pluvial anual de 644.8 mm.

### b) TECNICAS Y METODOS

Se realizaron dos experimentos, uno de dietas altas en proteína y otro con dietas bajas, para determinar el nivel óptimo de lisina total por ave por día,

#### EXPERIMENTO 1.

Se emplearon 128 gallinas Leghorn blancas de la línea

comercial Hy-Line variedad W-36 de 44 semanas de edad; las cuales se distribuyeron conforme a un diseño completamente al azar en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones de ocho aves cada una. Las aves se alojaron en jaulas individuales para gallinas en postura con bebederos automáticos de copa y comederos de canal, en los cuales se proporcionó agua y alimento a libre acceso.

Los tratamientos experimentales consistieron en la adición de 0, 0.1, 0.2 y 0.3% de lisina y una dieta basal de 16% de proteína (Cuadro 2). A expensas del azúcar de la dieta basal, se hicieron las suplementaciones con L-lisina HCl; la cual contiene 78.4% de lisina para obtener dietas con 0.525, 0.625, 0.725 y 0.825% de lisina total para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Los tratamientos consistieron en dietas con diferentes niveles de lisina, pero con los mismos niveles de proteína, energía metabolizable, aminoácidos azufrados y todos los demás nutrientes.

La materia prima que se empleó en la elaboración de las dietas fue analizada para conocer el contenido de proteína cruda de acuerdo a la metodología señalada por la A.O.A.C. (1), el contenido de nutrientes así como de aminoácidos esenciales de los ingredientes fue calculado en base a los datos de composición informados por el N.R.C. de 1984 (30), siendo para porcentaje de lisina en sorgo de 0.21, soya 2.93%, ajonjolí 1.30% y gluten de sorgo 0.8%.



CUADRO 2. COMPOSICION DE LA DIETA BASAL DE GALLINAS DE POS—  
TURA ALTA EN PROTEINA QUE SE EMPLEO EN EL EXPERI—  
MENTO 1.

INGREDIENTES	%
Sorgo	66,581
Pasta de soya	6,160
Gluten de sorgo	10,000
Pasta de ajonjolí	6,000
Carbonato de calcio	8,679
Ortofosfato de calcio	1,400
L-lisina HCl	0,092
DL-metionina	0,032
Premezcla de Minerales <sup>a</sup>	0,031
Premezcla de Vitaminas <sup>b</sup>	0,025
Sal	0,400
Pigmento	0,100
Azúcar	0,500
TOTAL	100,000

ANALISIS CALCULADO:

Proteína cruda calculada	%	16.0
Proteína cruda determinada*	%	16.2
Lisina	%	0.525
Metionina + cistina	%	0.565
Calcio total	%	3.833
Fósforo disponible	%	0.345
Xantofilas g/Ton		12
Energía metabolizable (Kcal/Kg)		2761

a y b. La composición de las premezclas de Vitaminas y minerales se muestra en el cuadro 3 (9).

\* Siguiendo la metodología señalada por la A.O.A.C. (1)

**CUADRO 3. PREMEZCLAS DE VITAMINAS Y MINERALES EMPLEADAS EN LOS EXPERIMENTOS.**

---

**SUPLEMENTO VITAMINICO (CANTIDADES POR TONELADA DE ALIMENTO)**

---

Vitamina A	8 000 000 U.I.
Vitamina D <sub>3</sub>	3 000 000 U.I.P.
Vitamina E	5 000 U.I.
Vitamina K	2.2 g
Vitamina B <sub>12</sub> (100%)	0.010 g
Rivoflavina (100%)	4 g
Pantotenato de calcio (D)	10 g
Niacina	15 g
Colina (25%)	200 g

**PREMEZCLA DE MINERALES TRAZA POR TONELADA DE ALIMENTO <sup>a</sup>**

SAL MINERAL	GRAMOS
Sulfato de manganeso (Mn SO <sub>4</sub> , 75.8%)	225.0
Yoduro de potasio (KI, Q.P.)	2.5
Carbonato de zinc (Zn CO <sub>3</sub> , Q.P.)	65.0
Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> , U.S.P.)	16.0

---

<sup>a</sup> Esta mezcla proporciona en PPM: Mn, 61.0; I, 1.9; Zn, 33.6; Ca, 6.4

El experimento tuvo una duración de 56 días y se dividió en cuatro períodos de 14 días cada uno. Se realizaron las mediciones siguientes; el porcentaje de postura y el peso del huevo diariamente y con estos datos se calculó la masa del huevo por ave por día.

El consumo de alimento se registró cada 14 días, con base al consumo y la producción se calculó la conversión alimenticia; también se determinó el consumo diario de lisina por ave. Las aves se pesaron individualmente al inicio y al final del experimento.

La gravedad específica del huevo (peso específico), se midió los días 28 y 56 de experimentación empleando el método de flotación en soluciones salinas descrito por Hamilton (14).

Para determinar la retención de nitrógeno, los últimos 8 días fue incorporado óxido de cromo ( $Cr_2O_3$ ) como marcador en las dietas experimentales al nivel de 0.005% para evitar la colección total de excretas. Se utilizó óxido de cromo diluido con almidón en un 50%. Cuatro muestras de excretas fueron tomadas al azar por cada réplica, de una charola que estuvo colocada debajo del piso de todas las jaulas.

Dicha colección se hizo diariamente por los tres últimos días de experimentación.

Las muestras de excretas fueron inmediatamente congeladas durante el periodo de recolección en frascos de vidrio para cada repetición.

Una vez tomada la muestra total, las excretas se descongelaron, homogenizaron y se acidificaron con ácido sulfúrico al 5% para reducir las pérdidas de nitrógeno. A continuación el material obtenido se secó en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 hrs.

Una vez que las muestras ya estaban secas, se molieron en un mortero, se equilibraron a la humedad ambiental y se guardaron en bolsitas de papel para su análisis posterior.

A las dietas experimentales y a las excretas se les determinó el contenido de nitrógeno y humedad de acuerdo a la metodología propuesta por la A.O.A.C. (1) y el contenido de cromo de la excreta y de las dietas se determinó en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer Modelo 2380 (33).

El porcentaje de la retención de nitrógeno (10) fue calculado sobre la base de materia seca, como consumo de N menos la excreción de N en la excreta (orina y heces).

Para determinar la cantidad de ácido úrico y creatinina sérica se tomaron muestras de sangre el día 56 de experimentación. Las muestras fueron tomadas de la vena yugular usando jeringas estériles y tubos de ensaye sin anticoagulante. Se extrajeron 5 ml de sangre en total a tres aves de cada réplica (12 gallinas por tratamiento). El suero fue separado por centrifugación dentro de las 2 horas del tiempo de colección, a 5000 rpm durante 5 minutos.

La concentración de ácido úrico en las muestras de suero fue determinada por el método de Levinson y Macfate (24). El nivel de creatinina en suero fue obtenido de acuerdo a la metodología de Bonsnes y Taussky (3).

## EXPERIMENTO 2.

Se usó el mismo diseño y número de aves que en el experimento uno; las dietas experimentales consistieron en la adición de 0, 0.12, 0.24 y 0.36% de lisina a una dieta basal de 14% de proteína (Cuadro 4). A expensas del azúcar de la

dieta basal se hicieron las suplementaciones de L-lisina HCl, (78.4% de lisina), para lograr los niveles del aminoácido siguiente: 0.440, 0.560, 0.680 y 0.800% de lisina total para las dietas de los tratamientos 1,2, 3 y 4 respectivamente.

Las dietas sólo variaron en los niveles de lisina, pero contaron con las mismas cantidades de todos los demás nutrimentos.

A la materia prima se le hicieron los mismos análisis que a la del experimento 1.

El experimento tuvo también una duración de 56 días y se siguió toda la metodología anteriormente descrita para el experimento 1.

### c) ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados de las variables estudiadas para cada experimento fueron sometidas a un análisis de varianza para un diseño completamente al azar de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones de ocho aves cada una, conforme lo describe Steel y Torrie (41). La unidad experimental fué cada réplica (8 aves).

CUADRO 4. COMPOSICION DE LA DIETA BASAL DE GALLINAS DE POS-TURA BAJA EN PROTEINA QUE SE EMPLEO EN EL EXPERI-MENTO 2.

INGREDIENTES	%
Sorgo	70.940
Pasta de soya	4.720
Gluten de sorgo	5.000
Pasta de ajonjolí	8.000
Carbonato de calcio	8.714
Ortofosfato de calcio	1.400
L-lisina HCl	0.025
DL-metionina	0.051
Premezcla de Minerales <sup>a</sup>	0.031
Premezcla de Vitaminas <sup>b</sup>	0.025
Sal	0.400
Pigmento	0.100
Azúcar	0.594
TOTAL	100.000

ANALISIS CALCULADO:

Proteína cruda calculada	%	14.000
Proteína cruda determinada*	%	14.260
Lisina	%	0.440
Metionina + cistina	%	0.550
Calcio Total	%	3.846
Fósforo disponible	%	0.330
Xantofilas g/Ton		12
Energía metabolizable (Kcal/kg)		2784

a y b ver el cuadro 3.

\* Siguiendo la metodología señalado por la A.O.A.C. (1)

El procesamiento estadístico de la información se realizó utilizando el paquete computacional SAS (Statistical Analysis System) (17).

El modelo estadístico de acuerdo a Steel y Torrie (41) para los experimentos es:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

en donde:

$Y_{ij}$  = Variable en estudio, promedio de ocho aves para porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo, consumo de alimento, consumo de lisina, conversión alimenticia, retención de nitrógeno, nivel de ácido úrico y de creatinina en suero, cambio de peso de las aves y gravedad específica del huevo.

$\mu$  = Media poblacional

$t_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento,  $i = 1, 2, 3, 4$

$\epsilon_{ij}$  = Error aleatorio, el cual es independiente para cada observación, distribuido  $N(0, \sigma^2)$



Para complementar la prueba de nulidad de efecto de los tratamientos en estudio para cada una de las variables se realizó un análisis de comparaciones múltiples de medias con el procedimiento de Student, Newman y Keuls (SNK)(41).

Con el fin de obtener un modelo predictivo para el efecto de la lisina en la dieta sobre las variables en estudio, se ajustó un modelo cuadrático.

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i1}^2 + \epsilon_{ij} \quad i = 1, 2, 3, 4$$

Donde:

$Y_i$  = Es el  $i$ -ésimo valor de la variable dependiente.

$\beta_0$  = Es el parámetro de intercepto al origen

$\beta_1$  = Es el parámetro del efecto de regresión de lisina en la dieta.

$\beta_2$  = Es el parámetro de efecto cuadrático de lisina en la dieta.

$\epsilon_i$  = Es el error aleatorio el cual se supone independiente y  $N(0, \sigma^2)$

$X_1$  y  $X^2$  = Son las variables independientes en el estudio.

## III. R E S U L T A D O S

## a) EXPERIMENTO I.

Los resultados promedio obtenidos en 56 días de experimentación de consumo de lisina promedio por ave, tanto por ciento de postura, peso del huevo y masa del huevo/ave/día, aparecen en el Cuadro 5. El análisis estadístico de estas variables (cuadro 8) indicó diferencias significativas entre tratamientos.

## CONSUMO DE LISINA:

Se puede notar en el cuadro 5, que el consumo de Lisina fue mayor ( $P < 0.01$ ) a medida que aumentó el porcentaje de suplementación en la dieta de acuerdo a lo esperado.

## PORCENTAJE DE POSTURA:

Los datos obtenidos, muestran claramente que la suplementación de lisina mejoró ( $P < 0.01$ ) la producción de huevo. El análisis estadístico de los datos, indicó un efecto lineal y cuadrático ( $P < 0.01$ ). Se puede observar en la figura 1, como a medida que fue aumentando el nivel de lisina en la dieta aumentó el porcentaje de postura hasta el nivel de 0.2% de adición, que equivale a un nivel de lisina total en la dieta de 0.725% y al mismo tiempo de un consumo promedio por ave de

CUADRO 5. RESULTADOS DE LA SUPLEMENTACION DE LISINA SOBRE LA PRODUCCION DE HUEVO EN GALLINAS LEGHORN ALIMENTADAS CON DIETAS ALTAS EN PROTEINA (16%). EXP. 1.

LISINA SUPLEMENTADA %	CONSUMO DE LISINA (mg/ave/dfa) <sup>2</sup>	PORCENTAJE DE POSTURA <sup>2</sup>	PESO DEL HUEVO (g/ave/dfa) <sup>2</sup>	MASA DEL HUEVO <sup>1</sup> (g/ave/dfa) <sup>2</sup>
0.0	467.2	65.20 <sup>a3</sup>	55.40 <sup>a</sup>	36.15 <sup>a</sup>
0.1	633.4	73.89 <sup>b</sup>	57.35 <sup>b</sup>	42.36 <sup>b</sup>
0.2	747.5	77.14 <sup>b</sup>	57.41 <sup>b</sup>	44.26 <sup>b</sup>
0.3	866.5	74.72 <sup>b</sup>	58.61 <sup>b</sup>	43.82 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Calculada multiplicando el porcentaje de postura por el peso del huevo.

<sup>2</sup>Medias de cuatro réplicas con ocho aves cada una.

<sup>3</sup>Medias en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05)

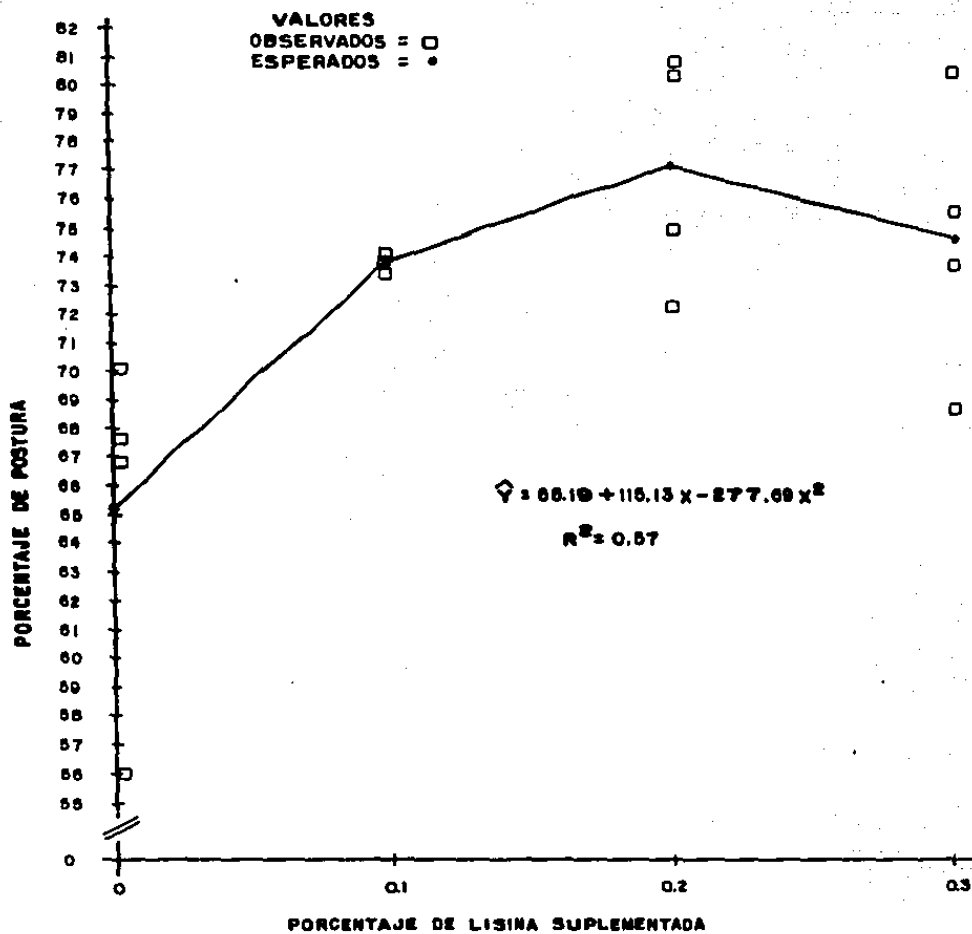


Figura 1. Efecto de la suplementación de lisina sobre el porcentaje de pastura en gallinas Leghorn alimentadas con dietas de 16% de Proteínas. Experimento 1.

747.5 mg por día para una máxima producción de huevo.

#### PESO DEL HUEVO.

Como se observa en el cuadro 5, el peso del huevo incrementó linealmente ( $P < 0.01$ ) a medida que aumentó el nivel de suplementación de lisina. En el Cuadro 10 se presenta la ecuación de predicción para esta variable.

#### MASA DEL HUEVO.

Datos similares a los descritos para el porcentaje de postura se encontraron en esta variable. Se puede apreciar en el Cuadro 10, la ecuación de regresión que explica los efectos lineal y cuadrático observados, que indican que desde el punto de vista de masa de huevo/ave/día el 0.2% de suplementación de lisina es el nivel óptimo en la dieta.

En el cuadro 6, se encuentran resumidos los datos promedio de consumo de alimento y conversión alimenticia. El análisis estadístico (cuadro 8) únicamente indicó diferencia ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos en consumo.

CUADRO 6. EFECTO DE EL NIVEL DE LISINA EN LA DIETA SOBRE EL CONSUMO Y LA CONVERSION ALIMENTICIA EN GALLINAS LEGHORN ALIMENTADAS CON DIETAS ALTAS EN PROTEINA (16%).. EXP. 1

LISINA SUPLEMENTADA %	LISINA LA DIETA %	CONSUMO DE ALIMENTO (g/ave/día) <sup>1</sup>	CONSUMO DE LISINA (mg/ave/día) <sup>1</sup>	CONVERSION ALIMENTICIA <sup>1</sup>
0.0	0.525	88.99 <sup>a2</sup>	467.2	2.53
0.1	0.625	101.35 <sup>b</sup>	633.4	2.41
0.2	0.725	103.11 <sup>b</sup>	747.5	2.39
0.3	0.825	105.03 <sup>b</sup>	866.5	2.34

<sup>1</sup> Medias de cuatro réplicas con ocho aves cada una.

<sup>2</sup> Medias en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05)

#### CONSUMO DE ALIMENTO.

Se puede apreciar, que el consumo de alimento/ave/día aumentó ( $P < 0.01$ ) con la suplementación de lisina en la dieta. Al descomponer la suma de cuadrados de tratamientos (Cuadro 8) se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ) y cuadrático ( $P < 0.05$ ), el cual se describe por la ecuación de regresión que se muestra en el Cuadro 16; a partir de esta ecuación de predicción el nivel óptimo de lisina para consumo de alimento fue de 0.2%.

#### CONVERSION ALIMENTICIA.

El análisis estadístico no mostró diferencia estadística entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), no obstante que como puede observarse en el Cuadro 6 se aprecia una mejora considerable en la conversión alimenticia en todas las dietas en que se adicionó lisina.

Los datos promedio de la retención de nitrógeno, gravedad específica del huevo, cambio de peso corporal, contenido de ácido úrico y creatinina en suero se encuentran en el Cuadro 7. El análisis estadístico (Cuadro 9) indicó diferencias estadísticas entre tratamientos únicamente para las

CUADRO 7. EFECTOS DE LA SUPLEMENTACION DE LISINA SOBRE LA RETENCION DE NITROGENO, GRAVEDAD ESPECIFICA, CAMBIO DE PESO, CONTENIDO DE ACIDO URICO Y CREATININA EN SUERO. EXPERIMENTO 1.

LISINA SUPLEMENTADA %	RETENCION NITROGENO <sup>1</sup> %	GRAVEDAD ESPECIFICA <sup>1</sup>	CAMBIO DE PESO <sup>1</sup> g	ACIDO URICO <sup>1</sup> mg/100 ml	CREATININA <sup>1</sup> mg/100 ml
0.0	30.33 <sup>a</sup>	1.079	-235.75 <sup>a2</sup>	27.81	1.125
0.1	38.47 <sup>b</sup>	1.081	-134.50 <sup>b</sup>	13.77	1.100
0.2	40.12 <sup>b</sup>	1.083	- 81.50 <sup>c</sup>	26.16	1.100
0.3	39.62 <sup>b</sup>	1.081	- 16.75 <sup>d</sup>	23.50	1.125

Valores en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (P < 0.05)

<sup>1</sup>Medias de cuatro réplicas con ocho aves cada una

<sup>2</sup>El peso de las aves al inicio del experimento fue de: 1525, 1592, 1565 y 1567 g respectivamente.



CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE POSTURA (PP), PESO DEL HUEVO (PH), MASA DEL HUEVO (MH), CONSUMO DE ALIMENTO (CA), CONSUMO DE LISINA (CL) Y CONVERSION ALIMENTICIA (CON). EXP. 1

ORIGEN DE LA VARIACION	C U A D R A D O S M E D I O S						
	G.L.	PP	PH	MH	CA	CL	CON
Tratamientos	3	108.64*	7.06*	56.44**	209.88**	115729**	0,026
Lineal	(1)	202.53**	18.78**	124.25**	497.60**	344308**	0.03
Cuadrático	(1)	123.38*	0.58	44.29*	108.89*	2230	0.05
Cúbico	(1)	0.01	1.84	0.78	23.16	650	0.00
Error	12	20.15	1.36	7.61	17.97	945.4	0.03
TOTAL	15						

\* significativa a  $P < 0.05$

\*\* significativa a  $P < 0.01$

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES: RETENCION DE NITROGENO (RN), GRAVEDAD ESPECIFICA (GE), CAMBIO DE PESO (CP), CONTENIDO DE ACIDO URICO (AU) Y CREATININA (Cr) EN SUERO. EXP. 1

ORIGEN DE LA VARIACION	G.L.	C U A D R A D O S			M E D I O S	
		RN	GE	CP	AU	Cr
Tratamiento	3	84.3**	0.00001	34290.75**	157.94	0.0008
Lineal	(1)	174.32**	0.00000	100820.0**	0.06	0.0000
Cuadrático	(1)	74.87*	0.00002	1332.25	127.45	0.0025
Cúbico	(1)	3.75	0.00000	720.00	344.33	0.0000
Error	12	1.37	0.00001	1117.96	119.59	0.08
TOTAL	15					

\* significativa a P < 0.05

\*\* significativa a P < 0.01

variables retención de nitrógeno y cambio de peso corporal de las gallinas.

#### RETENCION DE NITROGENO.

Se nota en el Cuadro 7, como la retención de nitrógeno fue siendo mayor a medida que aumentó el nivel de lisina en la dieta hasta el 0.2% de adición. Esta respuesta resulta altamente significativa para el efecto lineal y significativa para el efecto cuadrático. En el Cuadro 10 aparece la ecuación de regresión que explica esta respuesta, que indicó que el nivel óptimo para una máxima retención de nitrógeno resultó ser de 0.2% de adición de lisina como se ve en la Figura 2.

#### GRAVEDAD ESPECIFICA.

El grosor del cascarón se estimó indirectamente a través de esta variable, obteniéndose datos similares entre tratamientos como se observa en el Cuadro 7.

#### CAMBIO DE PESO.

Las gallinas perdieron peso durante el experimento como puede observarse en los datos mostrados en el Cuadro 7.

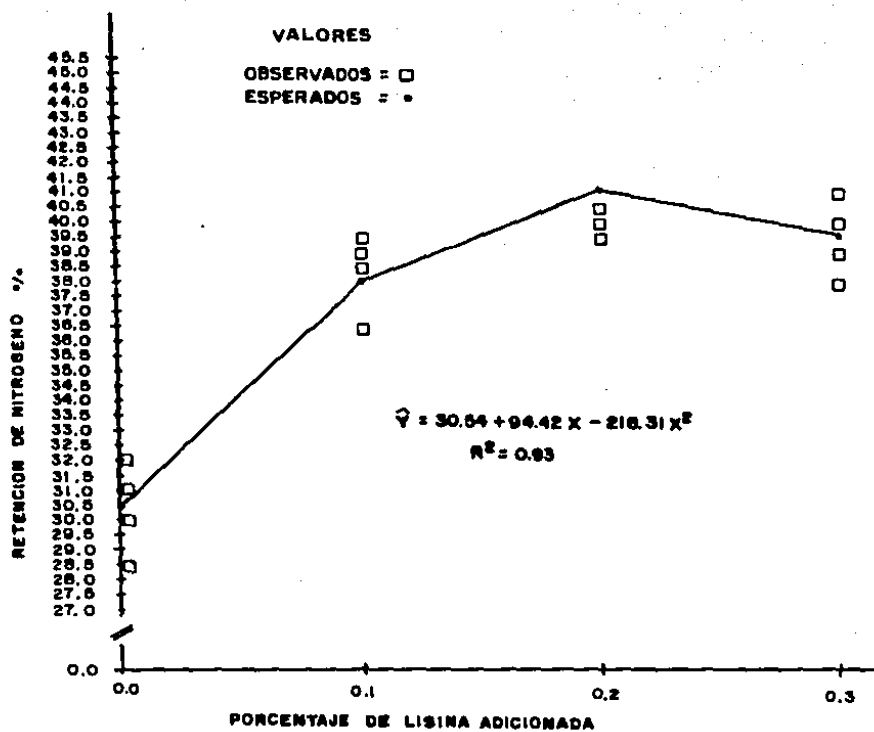


Figura 2. El efecto de la edición de lisina sobre la retención de Nitrógeno en gallinas Leghorn alimentadas con dietas de 16% de Proteína. Experimento 1.

El análisis estadístico de los resultados encontrados (Cuadro 9) indicó que la pérdida de peso era menor en forma lineal ( $P < 0.01$ ) a medida que aumentó el nivel de lisina en las dietas. Se aprecia que con la dieta basal sin suplementación de lisina las aves perdieron peso durante los 56 días de experimentación, siendo esta pérdida de un 15.4%, y de un 8.5% para el nivel de 0.1% de suplementación; con los niveles de 0.2% y 0.3% de lisina adicionada, la pérdida de peso fue mínima (5.2 y 1.1%) y quizás debido a el manejo a que estuvieron sometidas las aves los últimos días del período experimental. La ecuación de regresión que explica el efecto lineal observado en cambio de peso aparece en el cuadro 10.

#### ACIDO URICO Y CREATININA.

Las determinaciones de ácido úrico y creatinina en suero de las gallinas alimentadas con diferentes niveles de L-lisina en la dieta no mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 7).

CUADRO 10. ECUACIONES DE REGRESION PARA PORCENTAJE DE POSTURA, PESO DEL HUEVO, MASA DEL HUEVO, CONSUMO DE ALIMENTO, RETENCION DE NITROGENO Y CAMBIO DE PESO DEL EXP. 1

V A R I A B L E	ECUACION DE REGRESION	R <sup>2</sup>
Porcentaje de postura	$\hat{Y} = 65.19 + 115.13X - 277.69X^2$	0.57
Peso del huevo	$\hat{Y} = 55.74 + 9.69X$	0.50
Masa del huevo	$\hat{Y} = 36.25 + 74.84X - 166.38X^2$	0.65
Consumo de alimento	$\hat{Y} = 89.53 + 128.14X - 260.88X^2$	0.72
Retención de Nitrógeno	$\hat{Y} = 30.54 + 94.42X - 216.31X^2$	0.93
Cambio de peso	$\hat{Y} = 223.63 - 710.00X$	0.87

## b) EXPERIMENTO 2.

Los resultados que se obtuvieron en 56 días de experimentación de consumo de lisina por ave diarias, porcentaje de postura, peso del huevo y masa del huevo por gallina por día, se resumen en el Cuadro 11. El análisis estadístico de estas variables (Cuadro 14) mostró diferencias significativas entre tratamientos en todas las variables anteriormente citadas.

### CONSUMO DE LISINA.

Como se puede observar en el Cuadro 11, el consumo de lisina fue más grande ( $P < 0.01$ ) a medida que se incrementó el porcentaje de suplementación de L-lisina en las dietas de acuerdo a lo previsto.

### PORCENTAJE DE POSTURA.

Los resultados obtenidos (Cuadro 11) muestran claramente que la suplementación de lisina mejoró ( $P < 0.01$ ) la producción de huevo. El análisis estadístico de los datos, mostró un efecto lineal altamente significativo ( $P < 0.01$ ) como se aprecia en el Cuadro 14. Se puede notar en la Figura 3, que a medida que fue incrementando el nivel de lisina en la dieta, aumentó el porcentaje de postura hasta el nivel de 0.3% de adición, (efecto lineal), que corresponde al nivel de lisina

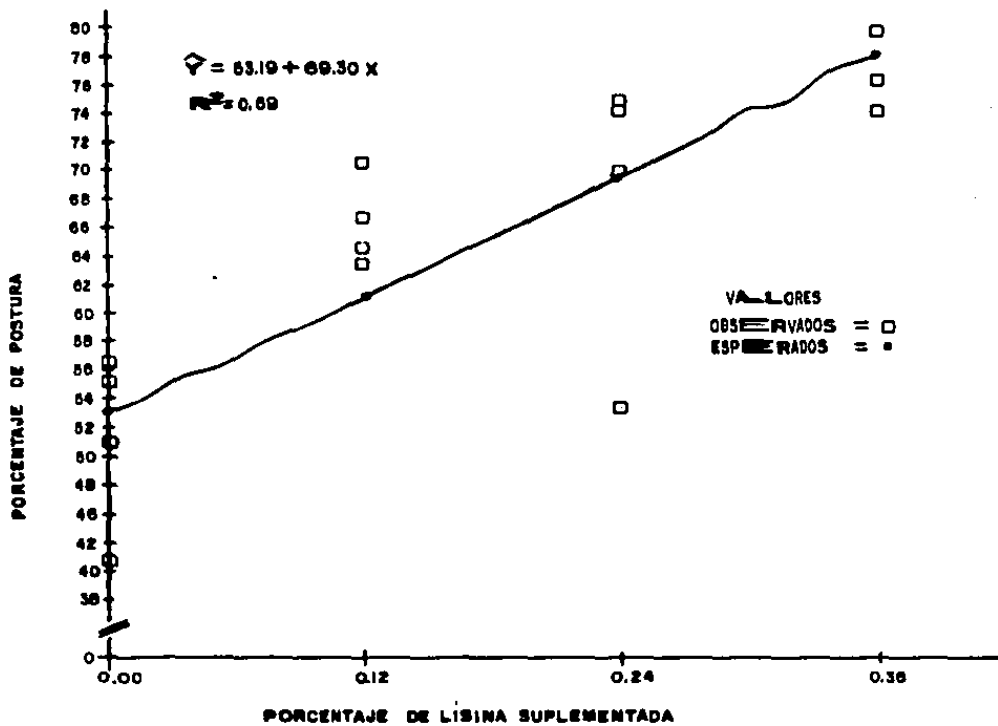


Figura 3. Respuesta a la suplementación de lisina sobre el porcentaje de postura en gallinas Leghorns alimentadas con dietas de 14% de Proteínas. Experimento 2.



total en la dieta de 0.800% y a un consumo promedio por ave de 852.3mg diarios para una máxima producción de huevo.

#### PESO DEL HUEVO.

El análisis estadístico de los datos (Cuadro 14), indicó también que el peso del huevo se incrementó linealmente ( $P < 0.01$ ) a medida que aumentó el porcentaje de L-lisina suplementada. En el Cuadro 16 se presenta la ecuación de predicción para esta variable.

#### MASA DEL HUEVO.

Un comportamiento similar a el descrito para las tres variables anteriores, se encontró para masa del huevo.

Se puede apreciar en el Cuadro 16, la ecuación de regresión que explica el efecto lineal altamente significativo observado, el cual indica que desde el punto de vista de esta variable con 0.3% de adición de L-lisina se obtuvo la máxima producción de masa de huevo por ave por día; lo que indica que las necesidades mínimas de este aminoácido serán 852 mg por ave diariamente.

Los resultados promedio de consumo de alimento y conversión alimenticia se encuentran en el Cuadro 12.

El análisis estadístico de los datos de estas variables (Cuadro 14) mostró diferencias significativas entre tratamientos.

#### CONSUMO DE ALIMENTO.

Se observa que el consumo de alimento por ave por día aumentó ( $P < 0.01$ ) conforme se incrementó el nivel de suplementación de lisina en la dieta. Al descomponer la suma de cuadrados de tratamientos (Cuadro 14), se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ), el cual se describe por la ecuación de regresión que se muestra en el Cuadro 16, a partir de esta ecuación el nivel óptimo de lisina para consumo de alimento fue con 0.24% de suplemento de lisina (706.9 mg/ave/día).

#### CONVERSION ALIMENTICIA.

Obsérvese en el Cuadro 12, que la transformación de alimento a huevo se fue mejorando notablemente ( $P < 0.05$ ) a medida que se incrementó el nivel de lisina en la dieta. La ecuación de regresión que describe el efecto lineal ob-

servado para esta variable se muestra en el cuadro 16.

En el Cuadro 13, se encuentran resumidos los datos promedio de retención de Nitrógeno, gravedad específica, - cambio de peso, ácido úrico y creatinina en suero.

#### RETENCION DE NITROGENO.

Se observa en el Cuadro 13 como la retención de nitrógeno, fue siendo mayor conforme aumentó el nivel de lisina en la dieta hasta el 0.24% de adición. Esta respuesta resultó altamente significativa para los efectos lineal y cuadrático ( $P < 0.01$ ) según se ve claramente en el cuadro 15. En el Cuadro 17 se muestra la ecuación de regresión que explica estas respuestas, la cual indicó que el nivel óptimo para una máxima retención de nitrógeno resultó ser de 0.24% de suplementación de lisina como se ve en la Figura 4.

#### GRAVEDAD ESPECIFICA.

El grosor del cascarón se estimó indirectamente a través de esta variable obteniéndose un efecto lineal significativo ( $P < 0.05$ ) y un efecto cuadrático altamente significativo ( $P < 0.01$ ) como se puede apreciar en el Cuadro 15.

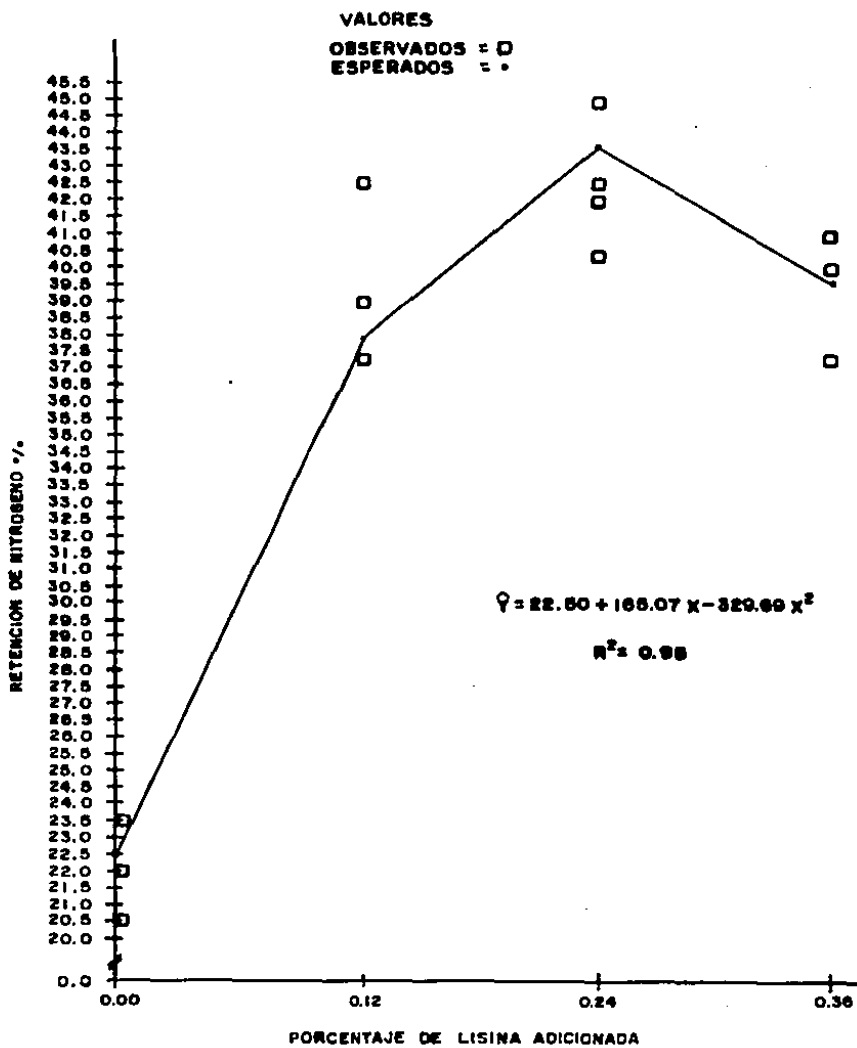


Figura 4. El efecto de la adición de lisina sobre la retención de Nitrógeno en gallinas Leghorn alimentadas con dietas de 14 % de Proteína. Experimento 2.

**CAMBIO DE PESO.**

Las gallinas perdieron peso durante el experimento, como puede observarse en los resultados que se resumen en el cuadro 13. El análisis estadístico de los datos (cuadro 13 y 15) indicó que la pérdida de peso era menor en forma lineal y cúbica ( $P < 0.01$ ) a medida que aumentó el nivel de lisina en las dietas. En términos porcentuales para los niveles de 0.0%, 0.12%, 0.24% y 0.36% de adición de lisina, las pérdidas fueron de 18.3, 17.2, 4.9 y 3.7; en estos últimos tratamientos se podría pensar que las aves mantuvieron su peso y que la mínima pérdida quizás fue debida a el manejo a que se sometió a los animales en los últimos días del período experimental.

**ACIDO URICO.**

Las determinaciones de esta variable mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para el efecto lineal, según se pudo apreciar en el cuadro 15.

**CREATININA.**

Las determinaciones de creatinina en suero de las gallinas alimentadas con diferentes niveles de adición de L-lisina en la dieta no mostraron diferencias significativas

entre tratamientos (Cuadro 15).

CUADRO 11. EL EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LISINA SOBRE LA PRODUCCION DE HUEVO EN GALLINAS LEGHORN ALIMENTADAS CON DIETAS BAJAS EN PROTEINA (14%). EXP. 2

LISINA SUPLEMENTADA %	CONSUMO DE LISINA (mg/ave/día) <sup>1</sup>	PORCENTAJE DE POSTURA <sup>1</sup>	PESO DEL HUEVO (g/ave/día) <sup>1</sup>	MASA DEL HUEVO (g/ave/día) <sup>1</sup>
0.0	350.1	50.79 <sup>a</sup>	55.04 <sup>a</sup>	28.20 <sup>a</sup>
0.12	529.3	65.90 <sup>b</sup>	56.42 <sup>b</sup>	37.22 <sup>b</sup>
0.24	706.9	68.22 <sup>b</sup>	57.85 <sup>c</sup>	39.45 <sup>bc</sup>
0.36	852.3	77.74 <sup>c</sup>	58.39 <sup>c</sup>	45.38 <sup>c</sup>

Valores en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.01)

<sup>1</sup> Medias de cuatro réplicas con ocho aves cada una

CUADRO 12. LOS EFECTOS DE LA SUPLEMENTACION DE LISINA SOBRE EL CONSUMO Y LA CONVERSION ALIMENTICIA EN GALLINAS LEGHORN ALIMENTADAS CON DIETAS BAJAS EN PROTEINA (14%).. EXP. 2

LISINA SUPLEMENTADA %	LISINA EN LA DIETA %	CONSUMO DE ALIMENTO (g/ave/dfa) <sup>1</sup>	CONSUMO DE LISINA (mg/ave)dfa) <sup>1</sup>	CONVERSION ALIMENTICIA <sup>1</sup>
0.0	0.440	79.57 <sup>a</sup>	350.1	2.97 <sup>a2</sup>
0.12	0.560	94.51 <sup>b</sup>	529.3	2.58 <sup>ab</sup>
0.24	0.680	103.96 <sup>c</sup>	706.9	2.71 <sup>ab</sup>
0.36	0.800	106.56 <sup>c</sup>	852.3	2.34 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Medias de cuatro réplicas con ocho aves cada una.

<sup>2</sup> Medias en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05)



CUADRO 13. RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION DE LISINA EN RETENCION DE NITROGENO, GRAVEDAD ESPECIFICA CAMBIO DE PESO, CONTENIDO DE ACIDO URICO Y CREATININA EN SUERO. EXP. 2

LISINA SUPLEMENTADA %	RETENCION NITROGENO <sup>1</sup> %	GRAVEDAD ESPECIFICA <sup>1</sup>	CAMBIO DE PESO, g <sup>1</sup>	ACIDO URICO <sup>1</sup> mg/100 ml	CREATININA <sup>1</sup> mg/100 ml
0.0	22.16 <sup>a</sup>	1.078 <sup>a</sup>	-288.25 <sup>a 2</sup>	6.22 <sup>a</sup>	1.075
0.12	38.59 <sup>b</sup>	1.083 <sup>b</sup>	-274.75 <sup>a</sup>	14.20 <sup>ab</sup>	1.075
0.24	42.09 <sup>c</sup>	1.082 <sup>b</sup>	- 76.50 <sup>b</sup>	19.31 <sup>b</sup>	1.000
0.36	39.54 <sup>bc</sup>	1.080 <sup>ab</sup>	- 59.00 <sup>b</sup>	22.55 <sup>b</sup>	1.025

Cifras en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05)

<sup>1</sup> Medias de cuatro réplicas con ocho aves cada una

<sup>2</sup> El peso de las aves al inicio del experimento fue de: 1575, 1606, 1559 y 1581g, respectivamente

CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE POSTURA (PP), PESO DEL HUEVO (PH), MASA DEL HUEVO DIARIA (MH), CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO (CA), CONSUMO DE LISINA (CL) Y CONVERSION ALIMENTICIA (CON). EXP. 2

ORIGEN DE LA VARIACION	C U A D R A D O S				M E D I O S		
	G.L.	PP	PH	MH	CA	CL	CON
Tratamientos	3	498.1**	9.06**	203.14**	595.5**	189573**	0.27*
Lineal	(1)	1383**	26.3**	577.9**	1633**	567390**	0.61*
Cuadrático	(1)	31	0.7	9.5	152*	1140.8	0.0002
Cúbico	(1)	80	0.2	21.9	0.4	188.8	0.21
Error	12	42.8	0.75	14.9	23.2	805.9	0.075
TOTAL	15						

\* Significativa a  $P < 0.05$

\*\*Significativa a  $P < 0.01$

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES: RETENCION DE NITROGENO (RN), GRAVEDAD ESPECIFICA (GE), CAMBIO DE PESO (CP), CONTENIDO DE ACIDO URICO (AU) Y CREATININA (Cr) EN SUERO. EXP. 20.

ORIGEN DE LA VARIACION	G.L.	C U A D R A D O S					M E D I O S				
		RN	GE	CP	AU	Cr					
Tratamiento	3	329.87**	0.00002*	61244.42**	202.76	0.0056					
Lineal	(1)	619.50**	0.000005*	156999.20**	585.58**	0.0101					
Cuadrático	(1)	360.62**	0.000049**	16.00*	22.52	0.0006					
Cúbico	(1)	9.48	0.000005	26718.05**	0.20	0.0061					
Error	12	3.25	0.000005	1739.54	62.57	0.037					
TOTAL	15										

\* significativa a  $P < 0.005$

\*\* significativa a  $P < 0.001$

CUADRO 16. ECUACIONES DE REGRESION PARA LAS VARIABLES PORCENTAJE DE POSTURA, PESO DEL HUEVO, MASA DEL HUEVO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA DEL EXP. 2.

VARIABLE	ECUACION DE REGRESION	R <sup>2</sup>
Porcentaje de postura	$\hat{Y} = 53.19 + 69.30 X$	0.69
Peso del huevo	$\hat{Y} = 55.20 + 9.56X$	0.73
Masa del huevo	$\hat{Y} = 29.50 + 44.80X$	0.73
Consumo de alimento	$\hat{Y} = 79.50 + 152.56X - 214.58X^2$	0.86
Conversión alimenticia	$\hat{Y} = 2.91 - 1.46X$	0.36

CUADRO 17. ECUACIONES DE REGRESION PARA LAS VARIABLES RETENCION DE NITROGENO,  
GRAVEDAD ESPECIFICA, ACIDO URICO Y CAMBIO DE PESO DEL EXP. 2

V A R I A B L E	ECUACION DE REGRESION	R <sup>2</sup>
Retención de Nitrógeno	$\hat{Y} = 22.50 + 165.07X - 329.69X^2$	0.95
Gravedad específica	$\hat{Y} = 1.078 + 0.048X - 0.122X^2$	0.44
Acido úrico	$\hat{Y} = 7.45 + 45.09X$	0.43
Cambio de peso	$\hat{Y} = 288.25 + 1672.57X - 19105.90X^2 + 35252.70X^3$	0.90

#### IV. D I S C U S I O N

Los resultados del experimento 1 en base a los análisis de regresión de los datos del porcentaje de postura, masa del huevo, consumo de alimento y retención de nitrógeno sugirieron que el nivel óptimo de lisina total en dietas con 16% de proteína para gallinas Leghorn en producción es de 0.725%, lo que equivale a 747.5 mg por ave por día (0.725% de lisina en la dieta por 103.11 g de consumo de alimento por gallina diariamente). Esta información de consumo de lisina de 747.5 mg por día, es ligeramente más alta (6.8%) que la publicación más reciente del N.R.C. (1984) que recomienda 0.64% de lisina total en la dieta y una ingestión mínima de lisina de 700 mg por gallina por día (30.) y superior también en un 4.4% a la necesidad de lisina recientemente informada por Ishibashi, quien determinó que para un máximo porcentaje de postura, masa del huevo y conversión alimenticia se requerían 711, 725 y 712 mg de lisina diariamente.(20),

El valor encontrado en este estudio de 747.5 mg por ave por día, como necesidad de lisina para una máxima productividad de las gallinas resulta superior a los valores encontrados por Moran et al. 454 mg (27), Harm y Waldroup 494 mg (16), Bray 520 mg (4), Hurwitz y Bornstein 570mg (18), Gleaves y Dewan 585mg (12), Sell y Hodgson 600 mg (39), Roberson 610 mg (36), Sell y Johnson 625 mg (40), Carlson y Guenther 645 mg (8), Latshaw 650 mg (22).

Rocha 663 mg (37), Jensen et al 670 mg (21), Latshaw 685 mg (23), Chi y Speers 687 mg (10). Y solo es ligeramente más alto que los valores encontrados por Nathanael y Sell 700 mg (28) y Halloran y Almquist 720 mg (13). Pero el valor encontrado en el presente estudio cae dentro del rango informado por Hurwitz y Bornstein de 627-836 mg (18), Jensen et al. 765mg (21), Harms et al. 730 mg (15), Macnaughton et al. 750 mg (26) y Cuca et al 770 mg (9).

En contraste; resulta inferior el valor antes mencionado del presente estudio a los valores reportados por March y Biely de 800-850 mg (25), Rocha 809 mg (37), Pilbrow y Morris 820-920 mg (34) y Bustany y Elwinger 900 mg (6) y 820-1023 mg (5).

Necesidades más altas de lisina en la dieta han sido encontradas para raciones basadas en trigo.

March y Biely señalaron que las aves alimentadas con dietas basadas en trigo necesitan de 800 a 850 mg.(25).

Estas discrepancias podrían ser parcialmente debidas a diferencias en disponibilidad de lisina en ingredientes, debido a que en el maíz es más alta (85-90%) que en el trigo (75%) como lo discute Yamazaki (42). Probablemente por esto

Último la necesidad de lisina encontrada en este experimento fue superior al valor citado por el NRC (30) e Ishibachi (20), dado que en la composición de la dieta basal se incluyó sorgo, gluten de sorgo y pasta de ajonjolí, ingredientes que en la literatura (19,31) se ha señalado que tienen alrededor de 5 a 10% de menor disponibilidad que los ingredientes que tradicionalmente se han empleado en las dietas experimentales por diferentes investigadores (maíz, gluten de maíz, pasta de soya, harina de pescado, harina de alfalfa) para conocer las necesidades de lisina en gallinas de postura. Probablemente por este motivo la necesidad de lisina está dentro de lo informado por Cuca et al. para ingredientes nacionales (9).

Cabe señalar que los criterios más utilizados por diferentes investigadores para estimar las necesidades de lisina han sido porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo y conversión alimenticia.

En algunos otros estudios (10, 37), se han incluido otras variables como retención de nitrógeno, ácido úrico, concentración de aminoácidos libres en el plasma. A este respecto, Chi y Speers (10) encontraron por medio de análisis de regresión que las necesidades de lisina a través de la determinación del nivel de lisina libre en plasma, re-



tención de nitrógeno y producción de huevo eran de 677, 664 y 687 mg por ave por día respectivamente. Otros investigadores ( 37 ), han observado que el punto en el cual el nivel de lisina libre en el plasma aumenta como respuesta a el consumo de lisina, no corresponde a cambios que se detectan en el comportamiento productivo de las aves.

Los datos del presente experimento en que la retención de nitrógeno fue una variable tan buena como el porcentaje de postura y la masa del huevo para definir la necesidad de lisina en gallinas, corrobora lo encontrado por Chi y Speers ( 10 ).

En el Experimento 2 los datos obtenidos sugieren, que para dietas bajas en proteína la necesidad de Lisina total es de cuando menos 0.800% y corresponde a 852 mg por ave por día (0.800% de lisina en la dieta multiplicado por 106.56 g de consumo de alimento por gallina diariamente). Esta necesidad fue obtenida en base a los análisis de regresión lineal de los valores de porcentaje de postura, peso del huevo, masa del huevo, conversión alimenticia y niveles de ácido úrico en suero. Esta información por lo tanto, indica que probablemente las necesidades de suplementación en dietas bajas en proteína es mayor que el rango investigado. Sin embargo cabe señalar que el resultado encontrado en este

estudio, está de acuerdo con los valores de 820 a 1023 mg reportados por Bustany y Elwinger en 1987 (5), los 800 a 850 mg informados por March y Biely (25), 820 a 920 mg encontrados por Pilbrow y Morris (34) y los 809 mg citados por Rocha (37) para dietas bajas en proteína (13.7% de P.C.), que fue un valor más alto que los 663 mg de lisina encontrados por este mismo investigador para dietas altas en proteína (14.7%), es decir, el patrón concuerda con los resultados de el presente estudio. La diferencia entre las dietas altas y bajas en proteína es de 146 mg y de 104.5 mg para el trabajo experimental de Rocha (37) y el presente experimento respectivamente.

El valor de 852 mg de lisina por gallina diario, está en desacuerdo con los 690 mg informados por Nathanael y Sell (28), para dietas bajas en proteína (13.3% de proteína).

Las diferencias encontradas en cuanto a las necesidades de lisina por ave por día entre el Experimento 2 (las aves consumieron 16.5 g de proteína diariamente) y el Experimento 1 (14.9 g de proteína), en que esta necesidad aparentemente resulta mayor, sugiere que es probable que parte de este aminoácido en dietas bajas en proteína sea utilizado

para la síntesis de aminoácidos no esenciales.

Los datos obtenidos en este estudio sugieren que las gallinas Leghorn alimentadas con dietas bajas en proteína (14%) necesitan una mayor suplementación de lisina en las dietas (0.725% contra 0.800%), ya que para dietas con 16% de proteína el nivel óptimo de lisina fue de 747.5 mg en comparación con una necesidad de cuando menos 852 mg por ave por día de este aminoácido con dietas de 14% de proteína y que resultó en una producción de porcentaje de postura (77.14% del experimento 1 contra 77.74% del experimento 2), peso del huevo (57.41g vs. 58.39g), masa del huevo (44.26g vs. 45.38g), consumo de alimento (103.11g vs. 106.56) y conversión alimenticia (2.39 contra 2.34) comparables entre los dos experimentos.

Es importante señalar, que los datos obtenidos en el experimento 2, para la variable retención de nitrógeno, indicaron un efecto cuadrático que no coincidió con los datos de comportamiento de producción de huevo y otras variables productivas, que mostraron un efecto lineal. Esta información está en desacuerdo con los resultados en el experimento 1, en que la retención de nitrógeno resultó ser una variable tan precisa como el porcentaje de postura y la masa del huevo para determinar necesidades de lisina. Información que debe ser verificada en futuros estudios.

Debido a que el ácido úrico es el principal producto final en el metabolismo del nitrógeno en aves, era de esperarse que reflejara el nivel dietético de lisina y que su valor disminuyera al llenarse las necesidades de este aminoácido, sin embargo, tal como ha sido informado por Bell et al. (2) el nivel del ácido úrico en plasma está influenciado por diferentes factores como sexo, edad, nutrición y el estado reproductivo. Las gallinas que no están en producción tienen un nivel más alto de ácido úrico en plasma que aquellas que están produciendo (32); así como también el nivel de ácido úrico se reduce por el ayuno. Sin embargo, Okumura y Tasaki (32) posteriormente demostraron que el nivel de ácido úrico en plasma en aves ayunadas es mayor, debido a que el catabolismo de las proteínas tisulares se aumenta. También observaron que entre mayor es el nivel de proteína en la dieta, más alta es la concentración de ácido úrico en el plasma. Lo cual está de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Finalmente los datos de este estudio, corroboran que las dietas bajas en proteína (28,37) para gallinas Leghorn, suplementadas adecuadamente con los aminoácidos esenciales más limitantes (metionina y lisina) soportan una alta producción de huevo.

## V. C O N C L U S I O N E S

En base a los resultados obtenidos bajo las condi ciones en que se realizaron estos experimentos, es posible concluir lo siguiente :

- El nivel óptimo de lisina total para gallinas Leghorn blancas en postura alimentadas con dietas con 16% de protefna es de 0.725%; que equivale a un consumo diario por ave de 747.5mg.
- La necesidad de lisina total para gallinas en producción que se alimentan con dietas con 14% de protefna es de cuando menos 0.800% y corresponde a 852 mg por ave por día.
- Las necesidades de lisina aparentan ser mayores para dietas con un 14% de protefna cruda en comparación con dietas de 16% de proteína. Es necesario continuar haciendo investigaciones, que definan con mayor precisión cuales es el nivel óptimo de lisina en gallinas Leghorn alimentadas con niveles bajos de protefna cruda.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Se recomienda para futuras investigaciones que debido a la variación en la biodisponibilidad de la lisina contenida en los ingredientes que se emplean en la alimentación animal, los estudios se orienten a definir las necesidades de lisina disponible en lugar de lisina total.

## VI. L I T E R A T U R A C I T A D A

1. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 12th. ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1975.
2. Bell, D.J., McIndoe, W.M. and Gross, D.: Tissue components of the domestic fowl. 3. The non-protein nitrogen of plasma and erythrocytes. Biochem. J., 71: 355-356 (1959).
3. Bonsnes, R.W. and Tausky, H.H.: Studies on uric acid and related compounds. I. Quantitative determination of creatinine in biological fluids. J. Biol.Chem., 158: 581-590 (1945).
4. Bray, D.J.: Studies with corn-soya laying diets. 8. Requirements for limiting amino acids the basal diet and the requirements for isoleucine, lysine and tryptophan. Poult. Sci., 48: 674-684 (1969).
5. Bustany, Z.A. and Elwinger, K.: Response of laying hens to different dietary lysine intakes. A comparison of some commercial hybrids with strains selected on a low protein diet. Acta Agric. Scand., 37: 27-40 (1987).
6. Bustany, Z.A. and Elwinger K.: Comparison between barley/fish meal and maize/soybean meal based diets with various lysine and protein levels fed to different strains of laying hens. Acta Agric. Scand., 37: 41-49 (1987).
7. Cámara Nacional de la Industria de Transformación.: La Industria Alimenticia Animal en México. Sección Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales. CANACINTRA, México, D.F., 1986.

8. Carlson, C.W. and Guenther, E.: Response of laying hens fed typical corn-soy diets to supplements of methionine and lysine. Poult. Sci., 48: 137-143 (1969).
9. Cuca, M.G., Avila, E.G. y Pro, A.M.: La Alimentación de las Aves, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1982.
10. Chi, M.S. and Speers, G.M.: Effects of dietary protein and lysine levels on plasma amino acids, nitrogen retention and egg production in laying hens. J. Nutr., 106: 1192-1201 (1976).
11. García, E.: Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía: Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1981.
12. Gleaves, E.W. and Dewan, S.: Influence of methionine, lysine and tryptophan upon food intake and production responses in laying chickens. Poult. Sci., 49: 1687-1692 (1970).
13. Halloran, H.R. and Almquist, H.J.: Lysine requirement for laying hens. Feedstuffs, 50 (32): 18-19 (1978).
14. Hamilton, R.M.G.: Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. Poult. Sci., 61: 2022-2039 (1982).
15. Harms, R.H., Douglas, C.R., Christmas, R.B., Damron, P.L. and Miles, R.D.: Feeding Commercial layers for maximum performance. Feedstuffs, 50 (8): 23-24 (1978).



16. Harms, R.H. and Waldroup, P.W.: Methionine hydroxy analogue and lysine supplementation of low protein laying diets. Br. Poult. Sci., 3: 267-273 (1962).
17. Helwing, J.T. and Council, K.A.: SAS user's guide. 9th ed. SAS Institute, Raleigh, North Carolina, 1979.
18. Hurwitz, S. and Bornstein, S.: The protein and amino acid requirements of laying hens: Suggested models for calculation. Poult. Sci., 52: 1124-1134 (1973).
19. Ibarquengoitia, T.M.E.: Determinación del valor nutritivo del gluten de sorgo como fuente de proteína y energía en alimentos para aves. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán-U.N.A.M., Cuautitlán edo. de México, 1987.
20. Ishibashi, T.: Lysine requirement of laying hens. Jpn. J. Zootech. Sci., 56 (10): 827-834 (1985).
21. Jensen, L.S., Chang, C.H. and Falen, L.: Response to lysine supplementation by laying hen fed practical diets. Poult. Sci., 53: 1387-1391 (1974).
22. Latshaw, J.D.: Lysine requirement of hens fed diets with corn as the major cereal grain. Poult. Sci., 55: 2348-2353 (1976).
23. Latshaw, J.D.: The primary importance of amino acid levels and secondary importance of protein levels in practical layer feeds. Nutr. Rep. Int., 23: 71-79 (1981).
24. Levinson, S.A. and Macfate, R.P.: Clinical Laboratory Diagnosis, 7 th. ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1969.

25. March, B.E. and Biely, J.: The effects of protein level and amino acid balance in wheat-based laying rations. Poult. Sci., 51: 547-557 (1972).
26. McNaughton, J.L., Deaton, J.W. and Reece, F.N.: Lysine and sulfur amino acid requirements of egg-type laying hens. Feedstuffs., 52 (53): 17-18 (1980).
27. Moran, E.T., Summers, J.D. and Pepper, W.F.: Effect of low protein rations on laying hen performance with a note on essential amino acid requirements. Poult. Sci., 46: 1134-1144 (1967).
28. Nathanael, A.S. and Sell, J.L.: Quantitative measurements of the lysine requirement of the laying hen. Poult. Sci., 59: 594-597 (1980).
29. National Research Council: Nutrient Requirements of Poultry. 7th. ed. National Academy of Sciences., Washington, D.C., 1977.
30. National Research Council: Nutrient Requirements of Poultry. 8th. Ed. National Academy of Sciences., Washington, D.C., 1984.
31. Nelson, T.S., Stephenson, E.L., Burgos, A., Floyd, J. and York, J.O.: Effect of tannin content and dry matter digestion on energy utilization and average amino acid availability of hybrid sorghum grains. Poult. Sci., 54: 1620-1623 (1975).
32. Okumura, J. and Tasaki, I.: Effect of fasting, refeeding and dietary protein level on uric acid and ammonia content of blood, liver and kidney in chickens. J. Nutrition, 97:

316-320 (1968).

33. Perkin-Elmer;: Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer, Norwalk, Connecticut, 1976.
34. Pilbrow, P.Y. and Morris, T.R.: Comparison of lysine requirements amongst eight stocks of laying fowl. Br. Poult. Sci., 15: 51-73 (1974).
35. Reid, B.L. and Maiorino, P.M.: Interaction of dietary metabolizable energy and protein in laying hens diets. Poult. Sci., 59: 1451-1454 (1980).
36. Roberson, R.H.: A comparison of glandless cottonseed meal and soybean meal in laying diets supplemented with lysine and methionine. Poult. Sci., 49: 1579-1589 (1970).
37. Rocha, A.E.: Effects of lysine supplementation of diets on performance, Hepatic  $\alpha$ -Ketoglutarate Reductase, and Renal Arginase of laying hens. M. Sc. Thesis. Iowa State University, Ames, Iowa, 1984.
38. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos;: Estadística Agroindustrial de los Estados Unidos Mexicanos. Producción de Aceites y Grasas Vegetales 1982-1984. Editada por la Subsecretaría de Planeación, México, D.F., 1986.
39. Sell, J.L. and Hodgson, G.C.: Wheat soybean meal rations for laying hens. Poult. Sci., 45: 247-253 (1966).

40. Sell, J.L. and Johnson, R.L.: Low protein rations based on wheat and soybean meal or corn and soybean meal for laying hens. Br. Poultry Sci., 15: 43-49 (1974).
41. Steel, R.G. and Torrie, J.H.: Principles and procedures of Statistics. 2nd ed. McGraw-Hill, New York, 1980.
42. Yamazaki, M.: A comparison of two methods in determining amino acid availability of feed ingredients. Jpn. J. Zootech. Sci., 54: 729-733 (1983).