



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Veterinarias
Instituto de Patología Animal

**Estudio de aspectos tóxicos y productivos al incorporar
1/10 DL₅₀ de Perclorato de Lupanina en raciones de pollos**

**Tesis de Grado presentada como parte
de los requisitos para optar al grado de
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA**

Marcelo Enrique Ríos Toledo
Valdivia Chile 2000

PROFESOR PATROCINANTE

DRA. AIDA CUBILLOS

PROFESOR COPATROCINANTE

SRTA. IRMA MOLINA

PROFESORES CALIFICADORES

RAFAEL BURGOS

LEONARDO VARGAS

FECHA DE APROBACION

20 de enero de 2000

2.- INDICE

3.-RESUMEN	2
4.-SUMMARY	3
5.-INTRODUCCION	4
6.-MATERIAL Y METODO	12
7.-RESULTADOS	15
8.-DISCUSION	24
9.-BIBLIOGRAFIA	29
10.-ANEXOS	33
AGRADECIMIENTOS	44

CON MUCHO CARIÑO A MIS PADRES, PAOLA,
ANDREA Y A TODOS MIS AMIGOS QUE ME
AYUDARON A CUMPLIR CON ESTA META.

ESTUDIO DE ASPECTOS TOXICOS Y PRODUCTIVOS AL INCORPORAR 1/10 DL₅₀ PERCLORATO DE LUPANINA EN RACIONES DE POLLOS BROILERS.

3. RESUMEN

La finalidad del estudio experimental fue evaluar en forma experimental la acción de un alcaloide presente en la semilla de lupino, sobre los parámetros de salud y productividad de los pollos broilers.

Se utilizaron 80 pollos broilers de un día de edad, a los cuales se les incorporó directamente a la ingluvia perclorato de lupanina. Estas aves fueron distribuidas en 2 grupos. Los tratamientos aplicados fueron: Grupo 1 (control) sin tratamiento; Grupo 2 con 1/10 DL₅₀ de lupanina, diluida en 0,5ml/100gr. de peso corporal.

La crianza fue en baterías, con el uso de campanas eléctricas hasta los 21 días de edad. La alimentación se separó en 2 raciones: Concentrado inicial(21% PC y 2500 Kcal.) entre los 0-40 días y final (18%PC y 2800Kcal.) entre los 41-49 días.

Se midieron semanalmente los parámetros de: peso vivo, consumo de alimento y conversión alimenticia. A los 49 días se sacrificaron las aves, registrándose los siguientes datos: peso canal en caliente y su rendimiento. Además se registró el peso de las menudencias por órgano y por grupo, para extrapolar en promedio el rendimiento a cada grupo. Para poder determinar algún daño histopatológico se tomaron muestras de riñón, hígado, cerebro y bazo. Se eligieron 8 individuos del Grupo Control y los 40 individuos del Grupo 2. Además se tomó muestras de grasa y músculo para poder identificar residuos del alcaloide.

Los pesos promedios de los pollos a la semana 7 del Grupo 1 y 2 fueron respectivamente 2302,9gr. y 2134,4gr.. El consumo de alimento total promedio fue de 4910,7gr. y 4670,6gr. para el Grupo 1 y Grupo 2 respectivamente; y conversión alimenticia total de 2,094 y 2,206 para el Grupo 1 y 2 respectivamente. En relación al rendimiento porcentual de la canal fue de 67,6236 y 66,5718 para el Grupo 1 y 2 respectivamente. El estudio hitopatológico reveló lesiones de distintos tipos, en los 2 grupos, que no se relacionaron a problemas tóxicos, sino más bien a una contaminación de tipo bacteriano.

Los residuos de lupanina encontrados fueron: músculo 0,4mg./100gr y grasa trazas, con un margen de detección de 0,06mg./100gr y margen de cuantificación de 0,20mg./100gr.

Se concluye que pese a existir diferencias entre los grupos, la inoculación de lupanina en las cantidades señaladas no afectó en forma significativa ($P < 0,05$) la salud y productividad de las aves.

TOXIC AND PRODUCTIVE EFFECTS TO INCORPORATION OF 1/10DL₅₀ OF PERCHLORATE OF LUPANINA IN FOOD FOR BROILERS CHICKENS.

4. SUMMARY

The objects of this experimental study was to evaluate in an experimental ways the action of an alkaloids present in the lupine seed, on the parameter of health and productivity of the chickens broilers.

The 80 broilers fowls of one day were used, and the effect of direct addition to crop of lupanina was investigated.

This chickens were distributed in 2 groups. The treatments utilised were: Group 1 control, without treatment and Group 2, which received 1/10 DL₅₀ diluted in 0,5ml/100gr. of body weight. The nurting was in cage, with the of a brooding electric untill the 21 day old. The feeding was with 2 rations: initially (21%PT and 2,5Mcal.) between 0-40 days, and finally (18%PT and 2,8Mcal.) between 41-49 days.

Productive parameters were measured weekly: live weight, food consumption and feed conversion ration. On day 49, the fowls were sacrificed, measuring the weight and carcass yield. The average of giblets was calculated. For determining histopathology degraage they were take sample of: liver, kidney, spleen and brain from 8 fowls of Group 1 and 40 fowls of Group 2. Also sample of muscie and fat for Identification of residual alkaloids in the carcass.

The average weight of the broilers at week 7 of Group 1 and 2 were respectively 2302,9gr. and 2134,4gr.. In food consumption were 4910,7gr. and 4670,6gr. for the Groups 1 and 2 respectively. The feeding conversion total of 2,094 and 2,206 for Groups 1 and 2 respectively. In relation to the average carcass yield, they were 67,6236 and 66,5718 for Groups 1 and 2 respectively. The histopathologic study showed differents of injuries in the 2 groups, wich were not related to acute or chronic toxic problems, but relatde an the contamination of bacterial type.

The residue of lupanina were: muscle 0,4mg./100gr and in fat were traces, with a detection margen of 0,06mg./100gr. and quantization margen of 0,20mg./100gr.

In spite of the difference between the groups, it could concluded that the inoculation of lupanina in the quantity indicated did not affects significantly ($P < 0,05$) the health and productivity of the broilers.

5. INTRODUCCION

5.1.- ASPECTOS GENERALES

La industria avícola mundial se centra en grandes empresas altamente eficientes que se ubican en áreas geográficamente delimitadas, principalmente en países desarrollados. Esta evolución hacia la eficiencia productiva se debe a la necesidad creciente de alimentos proteicos para el consumo humano, lo que se logra al mejorar la sanidad, nutrición y calidad genética de las líneas utilizadas en la producción de huevos y carne (Klein, 1995).

A su vez la industria avícola nacional ha mantenido un crecimiento sostenido en los últimos años; es así como en el área de producción de carne, la oferta ha aumentado progresivamente, ya que en 1988 se alcanzaban 111.392 ton. y en 1998 se registraron 382.289 ton., superando ampliamente la producción de carne bovina que alcanzó a 256.343 ton. (Agroanálisis, 1999).

El consumo total de carne para el año 1998 fue de 64.6 Kg. *percapita*, de los cuales 24,6 Kg. corresponden a carne de ave, lo que es un 38% del total de carne consumido(Agroanálisis, 1999).

La producción de pollos de carne ha tenido una extraordinaria evolución productiva, si se considera que en la década de los 60 se necesitaban aproximadamente 60-70 días para obtener pesos de sacrificio de 1,5 a 2,3 Kg. y pesos de canal de 0,7-1.8 Kg. , siendo que actualmente se necesita de 35-42 días para obtener iguales pesos de sacrificio (Carrillo, 1995).

En la industria avícola los gastos en alimentación, constituyen la parte más importante de los costos, representando aproximadamente el 70-80 %. En particular, el pollo broiler debido a su gran rapidez de crecimiento es el que tiene los más altos requerimientos proteicos. Es así como, el porcentaje de proteína total en la ración se eleva sobre el 20-25%, siendo aportada mayoritariamente por harina de pescado (López, 1987;Carrillo, 1995).

El uso del grano de lupino en la alimentación de monogástricos, permite una reducción del costo de alimentación y una menor dependencia de las fuentes proteicas tradicionales que generalmente se producen en otras zonas del país o en el exterior, aumentando los costos (Romero, 1993).

El interés se ha centralizado fundamentalmente en las posibilidades de utilización del lupino como sustituto de la soya, grano que a pesar de esfuerzos sostenidos no ha logrado incentivarse a escala industrial en Chile por varias causas, entre otras, por ser un rubro competitivo del fréjol de exportación en la zona central de Chile(Mora, 1980).

El cultivo del lupino se remonta aproximadamente a 2.500 A.C., en la cuenca del Mediterráneo, en donde era utilizado por los egipcios, griegos y romanos (Mora, 1980); sin embargo, otro centro importante de diversidad y genética del género *Lupinus* se encuentra en el nuevo mundo. Se han descrito cerca de 150 especies de lupino en América, desde las costas occidentales de Norteamérica hasta las llanuras del Mar del Plata y Chile, las primeras referencias están relacionadas a *Lupinus mutabilis*, que pudo haber sido traído por los incas conjuntamente con la quinoa y el maíz. Estas especies se cultivaban en Sudamérica a la llegada de los españoles y se ha comprobado que todas ellas vegetan y maduran bien desde Ecuador hasta el sur de Chile (Mora, 1980).

En el país sólo se describe una especie nativa *Lupinus microcarpus* (hierba del traro) que se encuentra desde Atacama hasta la Patagonia, adaptada principalmente a la zona sur de Chile. Posteriormente los lupinos del Mediterráneo fueron introducidos al país por los colonizadores españoles, y luego por los alemanes en 1848 (Mora, 1980).

En el año 1928 el investigador alemán von Sengbusch, mediante sus trabajos genéticos, logró obtener los primeros lupinos dulces o de bajo contenidos de alcaloides, las cuales fueron introducidas al país en 1949 por von Baer (Mora, 1980; Rosas, 1998).

5.2.- LUPINO: CARACTERÍSTICAS BOTANICAS

El lupino, también conocido como altramuza, pertenece a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionaceae* y género *Lupinus* (Cárdenas, 1977).

El lupino es una planta leguminosa, semi arbustiva, de tallos suculentos, de hojas compuestas, con flores agrupadas en inflorescencia racimosas. Cada flor tiene 5 pétalos: uno posterior y exterior llamado estandarte, dos laterales llamados alas y dos inferiores, totalmente internos que acoplados o soldados constituyen la quilla. El fruto recibe el nombre de legumbre. La raíz principal pivotante, con múltiples ramificaciones, raicillas y pelos radicales que se originan principalmente en el cuello de la raíz. Toda la masa radicular es capaz de vivir en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium* (fenómeno de la fijación e nitrógeno), además de poseer una capacidad de hacer asimilable el fósforo orgánico presente en el suelo, mejorando la calidad nutritiva del suelo (Mora, 1980; Cárdenas, 1977).

Las condiciones agro-climáticas como: invierno húmedo, verano seco y suelos ácidos, característicos de las zonas Centro-sur y Sur de Chile, favorecen el cultivo del lupino. Entre las ventajas de éste se pueden mencionar:

- Resistencia a las heladas durante los primeros estados de desarrollo.
- Eficiente fijación de nitrógeno, incluso en suelos ácidos.
- Movilización del fósforo y otros elementos fijados en el suelo.
- Mejoramiento de la estructura física del suelo.

- En la madurez no sufre tendedura. El grano de lupino ha mostrado una demanda permanente con tendencia al crecimiento en el mercado nacional. (Gädicke, 1996).

5.3.- VARIEDADES DE LUPINO

El género *Lupinus* comprende alrededor de 500 especies, de las cuales no más de 10 están en el país. Entre éstas cuatro especies están consideradas como nativas, mientras que el resto corresponde a introducciones ya sea para protección ambiental, como forrajeras, ornamentales, abono verde o cultivadas (Carrillo, 1995; Rosas, 1998). De las especies conocidas, sólo cinco tienen importancia desde el punto de vista agrícola: *Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*, *Lupinus consentiniy* *Lupinus mutabilis* (Rosas, 1998).

De acuerdo al contenido de alcaloides presentes en el grano de lupino, existe una categorización:

- Dulce: hasta 0,05% de alcaloides
 - Semi-dulce: 0,05-0,15% de alcaloides
 - Semi-amargo: 0,15-0,30% de alcaloides
 - Amargo: sobre 0,30% de alcaloides
- (von Baer, 1991).

Las diferentes variedades de estas especies, se han adaptado bien a la zona centro-sur del país, desde la VIII a X Regiones, principalmente en el sector centro norte de la IX Región, donde está presente aproximadamente el 95% de la producción nacional. Pudiéndose obtener de ellas un adecuado rendimiento, si son utilizados en las áreas y para los fines que fueron creadas (Carrillo, 1995; Rosas, 1998).

5.4.- COMPOSICION NUTRITIVA DE LOS GRANOS

La semilla del lupino es considerada como una buena alternativa a emplear en alimentación de broilers, debido a su aporte proteico, características pigmentantes o por sus granos con alto contenido energético, reemplazando ya sea a la harina de pescado o a la soya (Carrillo, 1995).

En el cuadro siguiente se presenta la composición de dos especies de lupino, las de mayor utilización en alimentación animal del país, junto con el afrecho de soya (Gädicke, 1996).

TABLA N°1.-

COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS *LUPINUS ALBUS* Y *LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* RESPECTO DEL AFRECHO DE SOYA.

Especie	Proteína Total (%)	E.M. (Kcal/Kg)	F.C. (%)
<i>Lupinus albus</i>	36,1	2890	13,8
<i>Lupinus angustifolius</i>	29,7	1879	17,3
Afrecho de soya	46,6	2240	5,1

La composición química para una misma especie de lupino es bastante constante aunque pueden manifestarse variaciones como resultado de las condiciones ambientales o de cultivo (Rosas, 1998).

5.4.1.- Proteína

Estudios señalan la importancia de esta leguminosa por su alto contenido de proteína en la planta y principalmente en el grano (Villagra, 1996). Se considera que constituye la fibra vegetal con mayor índice proteico y la más barata de producir (Agroanálisis, 1995) conteniendo, según especie y variedad, entre 30 y 50% de proteína (Mena, 1994; Burrows, 1996). Si bien el contenido de proteína puede aumentarse removiendo la cubierta externa de la semilla, con lo cual se reduce a la vez la cantidad de fibra (Mora, 1980).

El problema nutritivo ampliamente reconocido de la semilla de lupino es su bajo contenido en aminoácidos azufrados, especialmente metionina y lisina, y también, valina y triptofano, lo que se presenta tanto en las variedades dulces como amargas. Pero se concuerda en que el aminoácido limitante sería solamente la metionina, considerando a la lisina con una concentración adecuada (Mora, 1980; Gädicke, 1996; Villagra, 1996). En términos generales, se puede decir que la proteína del lupino es comparable a la de otros importantes recursos proteicos y que cuando es suplementado con DL-metionina, en concentraciones de 0,1 a 0,4% de la dieta, produce una mejoría significativa en su calidad biológica (Díaz y col., 1977; Mena, 1994; Carrillo, 1995; Burrows, 1996; Rosas, 1998).

La digestibilidad de la proteína en forma de harina o chancado de lupino para humanos, cerdos y rumiantes es muy elevada (90%). Para el caso del grano entero, la digestibilidad sería cercana al 77-80%, lo que asemeja con la proteína de harina de soya (Villagra, 1996).

5.4.2.- Energía metabolizable y contenido lipídico

El lupino posee un alto contenido de energía metabolizable, la que para *Lupinus albus* varía entre 2991 y 3280 Kcal/kg. Estos valores superan lo aportado por el afrecho de soya y maravilla con niveles de 2240 y 1666 Kcal/kg. respectivamente, y al afrecho de raps con 1940 Kcal/kg., en promedio (Mena, 1994; Burrows, 1996; Rosas, 1998).

En general las semillas de lupino son ricas en aceites, esto hace que no sólo sean interesantes como aportadores de proteína, sino también como energéticos, lo que tiene especial relevancia en la alimentación de pollos broilers y de gallinas de postura. La energía que posea el grano, depende básicamente de que sea de tipo invernal o primaveral, esto conlleva a que se tengan valores de energía metabolizable desde 2990 a 3500 Kcal/kg. (Gädicke. 1996). El contenido de aceite es bastante alto, comparando con otros cultivos, variando según la especie entre 5 a 18%. Se ha comprobado que los ácidos grasos insaturados son los que se encuentran en mayor proporción en el lupino, y de estos principalmente el ácido oléico, a esto se agrega un alto contenido de ácido linoléico lo que hace a esta leguminosa más interesante para alimentación avícola, debido a que este ácido graso es considerado como el principal esencial para las aves (Carrillo, 1995; Cubillos y col., 1996; Villagra, 1996).

5.4.3.- Fibra cruda

Para la fibra cruda las cifras son más bien altas, encontrándose valores de 12 y 16,8% para *Lupinus albus* y *Lupinus luteus* respectivamente. La cáscara de la semilla es la que almacena la mayor cantidad de fibra, variando entre 74-86%, lo que resulta en una disminución del valor energético. Para evitar esta situación puede someterse la semilla a un tratamiento con vapor de agua o bien descascararla, estos procesos son de alto costo (Burrows,1996; Mora, 1980; Rosas, 1996). Junto con algunas sustancias antinutricionales de efecto tóxico, la fibra constituye uno de los mayores limitantes para su uso en aves, debido a la incapacidad de éstas para digerirla. Al respecto, estudios señalan que las aves son capaces de metabolizar sólo un 46% de materia seca del lupino (Villagra, 1996).

5.4.4.-Vitaminas

Para estos nutrientes, las variedades dulces presentan un alto porcentaje de carotenos, que es responsable de darle el típico color amarillo a la harina, y por ser provitamina A que favorecen el depósito de pigmentos tanto en la piel de la canal de los broilers como en el color de las yemas de los huevos (Villagra , 1996).

5.5.- SUSTANCIAS ANTINUTRICIONALES

Gran parte de las leguminosas presentan sustancias tóxicas antinutritivas, las que para ser consumidas requieren un tratamiento previo; en el caso de las semillas de lupino; además de los alcaloides, se han detectado otras sustancias antinutritivas como son: los glucósidos cianogenéticos, hemoglutininas, inhibidores de tripsina y taninos, los cuales están en cantidades mínimas y no producen problemas en las aves (Cassienello y Martínez, 1982; Carrillo, 1995).

5.5.1.-Alcaloides

El nombre alcaloide significa "semejante a los alcalis" y se refiere a las sustancias nitrogenadas básicas que están ampliamente distribuidas en muchas plantas (Carrillo, 1995).

Este género de leguminosas posee alcaloides, que son compuestos proteicos derivados quinolizidínicos de variada complejidad, que le confiere el sabor amargo según la cantidad de ellos que posea la semilla (Ramos, 1992). Se han encontrado en lupinos 41 alcaloides, de los cuales la mayor parte, 34, son del grupo quinolizidínicos (Mena, 1994). De los *Lupinus albus* que se cultivan en el país se ha encontrado que el que se presenta en mayor cantidad es la Lupanina, seguida de la 13-Hidroxilupanina, Angustifolina, Afilina y esterés de la Lupanina (Gädicke, 1996).

Caracteriza fundamentalmente al grupo alcaloides del lupino el anillo estructural conocido como quinolizidina que en la literatura también se ha denominado norlupinano, octahidropyridocolino y/o 1 -azabicyclo(4.4.0)decano (Cárdenas, 1977).

Tabla n°2.-Contenido de alcaloides totales y porcentajes de componentes alcaloides en tres especies de lupino.

	L. luteus	L. angustifolius	L. albus
Alcaloide total (g/kg.)	0,4 -19,0	0,0 -15,0	0,0 -38,0
Lupinina (%)	35,2 -100,0	-----	-----
Epilupinina (%)	-----	-----	-----
Lupanina (%)	-----	21,8 - 66,6	80,7 - 98,7
Esparteina (%)	0,0 -2,5	-----	-----
Angustifolina (%)	-----	20,2 - 49,5	0,0 - 0,8
Gramina (%)	0,0 -11,0	-----	-----

(Mac-Auliffe, 1996).

5.6.- CUADROS TOXICOS ASOCIADOS A LA SEMILLA DE LUPINO

Se han descrito dos tipos de intoxicaciones por lupino en animales domésticos. El primero de ellos, es un cuadro agudo que afecta al sistema nervioso central y ha sido denominado "Intoxicación por Lupino"; el segundo es denominado "Lupinosis", a pesar de que no es causado por el lupino en si, sino más bien por la contaminación de la planta y/o sus semillas por hongos del género *Phomopsis*, principalmente *Phomopsis leptostromiformis* y *Phomopsis rossiana*, capaces de producir hepatotoxinas (Gartner y col., 1970; Blood y col., 1988; Merk, 1988). Este cuadro se caracteriza por ser de curso crónico (Robinson, 1962; Blood y Radostits, 1992) y afectar al hígado, órgano que desarrolla una severa

degeneración grasa, que avanza hasta la fibrosis, pudiendo provocar la muerte por insuficiencia hepática (Jubb y Kennedy, 1974; Blood y col., 1988; Klein, 1995).

La "Intoxicación por Lupino" es un cuadro producido por la acción directa de los alcaloides sobre el organismo. Los efectos de los alcaloides sobre los diferentes tejidos y órganos, en general, no están bien dilucidados. Se conoce que los efectos tóxicos están muy correlacionados con las dosis de alcaloides ingeridas. En dosis tóxicas, son capaces de producir depresión respiratoria, tienen acción hipotensora, inhiben la transmisión neuromuscular y producen fibrilación (Ramos, 1992).

Se ha comprobado que la acumulación de alcaloides en el organismo es altamente improbable, ya que su eliminación a través de la orina y fecas es rápida (50% de la lupanina es eliminada en 24 horas). En cuadros agudos se ha observado una reducción drástica en el consumo de alimento especialmente en animales jóvenes, además de un efecto antimetabólico que reduce la eficiencia alimentaria (Rosas, 1998).

5.7.- UTILIZACION EN ALIMENTACION AVIAR

Numerosos autores han utilizado semillas de lupino en alimentación de aves, la mayoría de ellos, han trabajado con variedades dulces, esto debido a la presencia de los alcaloides en los amargos y su posible efecto tóxico.

Guerra (1979), utilizó *Lupinus albus* en reemplazo de soya en pollitas desde 1 día de edad hasta las 20 semanas y no encontró diferencias productivas al comparar resultados con los del grupo testigo (soya).

López y col.(1996) al utilizar semilla de *lupino amargo*, con 2,63% de alcaloides totales, incorporada en un 10% de la ración de gallinas ponedoras durante su primera fase de postura, no origina efectos nocivos en la salud.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Riofrio y Cubillos (1996), al incluir *Lupinus albus* (cultivares dulces y amargos) en raciones para pollas Isabrown durante la recría, permiten alcanzar parámetros productivos similares e incluso superiores a los obtenidos con afrecho de soya.

Gädicke (1996) al alimentar aves reproductoras con *Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius*, no afectó notoriamente las variables reproductivas en aves Isabrown, durante la primera fase de postura.

La utilización de hasta un 12% de *Lupinus albus* dulce y amargo, en las raciones alimenticias de ponedoras de la línea Isabrown, durante la primera y segunda fase de postura, no afectó en forma significativa los niveles productivos de postura estudiados (Burrows, 1996).

A su vez Carrillo (1995) incorporó semillas de lupino con diferentes porcentajes de alcaloides en la ración de pollos broilers durante 7 semanas, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en las variables de consumo de alimento, conversión alimenticia, peso promedio y rendimiento de menudencias y despojos; pero si hayo en el peso de las aves y la ganancia de peso semanal.

En Chile, la utilización de *Lupinus albus* ha sido puesta en práctica con resultados ampliamente satisfactorios por la empresa Ariztía (Mora, 1980).

Conocedores de que el uso de la soya implica el consumo de un elemento importado de mayor costo que el lupino nacional, es importante realizar todas las investigaciones para poder facilitar su uso.

Pensando en que el lupino es un producto de bajo costo y en las posibles ventajas productivas que pueden determinar su uso, es que se proyectó el presente trabajo, siempre teniendo en cuenta las posibles limitaciones que podría provocar su uso.

5.8.- OBJETIVOS

El estudio tiene por finalidad investigar los efectos productivos y posibles cuadros patológicos que pudiera producir la adición de uno de los alcaloides del lupino en la ración de pollos broilers. Esto porque pese a que en el mercado existen semillas de lupino dulce sin alcaloides, éstas provienen de selecciones genéticas de semillas de lupino amargo con alcaloides, pudiéndose dar el caso de que las primeras en condiciones de terreno, puedan revertir al amargor, con lo cual el avicultor al comprarlas no siempre se encuentra sólo con semillas dulces.

Con este trabajo se pretende medir, por medio de la observación y cuantificación, el efecto de la incorporación de lupanina (principal alcaloide del lupino) en un décimo de la DL₅₀, en el aumento de peso, consumo de alimento, peso final de la canal, peso de menudencias y despojos. Además determinar posibles lesiones macroscópicas y microscópicas, en distintos tejidos y, la identificación del alcaloide en ciertos tejidos de deposito. A fin de aportar más información a los avicultores sobre las ventajas de la utilización de esta leguminosa como fuente de proteína vegetal en reemplazo de la soya, y crearle una mayor seguridad al utilizar lupinos en los cuales se tenga la certeza de ciertos tenores de alcaloides.

Como hipótesis se plantea "La lupanina afecta los índices productivos y la salud del animal".

6. MATERIAL Y METODO

La fase experimental de la investigación se realizó en el Pabellón Experimental de Ensayos Biológicos, perteneciente al Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile, con un periodo de duración de 14 semanas, una experiencia con una repetición, entre 4 de noviembre y 23 de diciembre de 1998 y entre 28 de abril y 16 de junio de 1999, respectivamente.

En total se utilizaron 80 pollos Broilers (machos y hembras), de 1 día de edad, los que fueron mantenidos en baterías eléctricas, con temperatura controlada durante las primeras 4 semanas, después de las cuales se les retiró las campanas eléctricas de calefacción.

Las aves fueron alimentadas con concentrado comercial, tanto de iniciación (1-40 días) como de termino (41-49 días).

TABLA N° 3

INGREDIENTES Y COMPOSICIÓN DEL CONCENTRADO COMERCIAL UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO.-

	CONCENTRADO DE INICIACIÓN (0- 40 DIAS)	CONCENTRADO DE TERMINACIÓN (41- 49 DIAS)
INGREDIENTES	Maíz- Afrecho de soya- Fosfato bicálcico Triguillo- Maravilla- Conchuela- Harina de pescado- Afrechillo- Sal.	Maíz- Afrecho de soya- Fosfato bicálcico Triguillo- Maravilla- Conchuela- Harina de pescado- Afrechillo- Sal.
ANÁLISIS PROXIMAL SEGÚN EMPRESA	Proteína cruda no menos de 21% Extracto etéreo no menos de 3,5% Fibra cruda no más de 6%	Proteína cruda no menos de 18% Extracto etéreo no menos de 3,5% Fibra cruda no más de 7%
Vitaminas completas	A- B2- B6- B12- D3- K- Pantotenato de Calcio- Niacina- Ácido Fólico- Cloruro de Colina.	A- B2- B6- B12- D3- K- Pantotenato de Calcio- Niacina- Ácido Fólico- Cloruro de Colina.
Sales Minerales	Manganeso- Hierro- Cobre- Yodo- Zinc- Selenio	Manganeso- Hierro- Cobre- Yodo- Zinc- Selenio
Antioxidantes	Sí	Sí
Coccidiostático	Si	Sí

Fuente: Alimentos Concentrados Cisterna.

El perclorato de Lupanina empleado fue obtenido de el Laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Concepción, el cual fue administrado a nivel de ingluvia, a través de una sonda, a las aves por 5 días seguidos, entre los 15 y 19 días de edad, al grupo tratado. Al grupo control se le realizó un manejo similar, pero administrando agua destilada.

TABLA N° 4

DISTRIBUCIÓN AL AZAR DE GRUPOS EXPERIMENTALES.-

Grupos Experimentales		Inoculados con:		DL50
N°	N° de aves	Agua destilada/ 100 gr peso corporal	0,5 ml DL50 Lupanina/ 100 gr. de peso corporal	(1117 mr/kg.) LUPANINA
1	40	0,5	---	---
2	40	---	1/10	12,48mr./100gr.

Las aves al llegar fueron pesadas e identificadas con un autocrotal numerado de color azul en el ala derecha, distribuyéndose al azar, en las baterías, en 2 grupos de 20 pollos, por tratamiento.

El agua y el alimento fue suministrado *ad libitum* durante todo el ensayo. La luz fue constante para todos los tratamientos y durante todo el ensayo, empleándose luz artificial las 24 horas del día. Adicionalmente, al llegar los pollitos, se trataron en forma preventiva, por una semana, con oxitetraciclina* furaltadona en el agua para reducir las infecciones que se podrían presentar por estrés del transporte.

El pesaje de los pollos se realizó en forma individual el primer día, y semanalmente usando una pesa electrónica marca SOEHNLE con sensibilidad de 1 gramo (de 0-1000gr.) y de 2 gramos (de 1000-2000 gr.) para los pollos de 1 día hasta los 35 días de edad. Luego se utilizó una balanza marca ELCA con una sensibilidad de 5 gramos.

Se midió el consumo de alimento por cada grupo, cada semana, pesando la cantidad diariamente entregada y restándole al final de la semana el sobrante en los comederos. Se llevó un registro de la mortalidad, efectuándose en cada caso la correspondiente necropsia.

*laboratorio Drag Pharma Invetec.

El sacrificio de las aves se realizó a los 49 días de edad, previo ayuno de 12 horas.

Todas las aves se pesaron *in vivo* en forma individual previo al sacrificio, luego fueron sacrificadas, desangradas, desplumadas. Posteriormente se procedió a tomar las muestras para histopatología (hígado, bazo, riñón, cerebro). Se pesaron las canales en caliente (individualmente) y los despojos (hígado, estómago muscular, cuello y patas) por grupo. Según un promedio se pudo estimar el rendimiento de despojos por individuo.

Se tomaron muestras de músculo pectoral y grasa a la totalidad del grupo tratado para la identificación de los residuos del alcaloide. Las muestras fueron analizadas por la técnica de Cromatografía de Gas Capilar, en el Departamento de Análisis Instrumental de la Facultad de Química y Farmacia, de la Universidad de Concepción.

El estudio histopatológico correspondió a las muestras de hígado, bazo, riñón y cerebro, de 5 individuos del grupo control (por cada experimento) y la totalidad de los individuos tratados. La técnica aplicada en el procesamiento de las muestras fue la fijación en formalina tamponada al 10%, inclusión en parafina, cortes de 5-6 micras y tinción en base a Hematoxilina-Eosina, realizada en el Laboratorio de Histopatología del Instituto de Patología Animal, de la Universidad Austral de Chile.

6.1.- PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Los valores de las variables obtenidas del estudio se expresaron como medias aritméticas y su error típico. Al analizar las diferencias entre los grupos se utilizó como nivel de significancia el 5%.

Se realizaron pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con el fin de comprobar la normalidad de los datos, y de homocedasticidad de Bartlett, con el fin de comprobar que las varianzas entre los tratamientos eran homogéneas.

El programa computacional utilizado para el análisis estadístico fue Graph Pad Prism (versión 2.0), complementado con Excel 5.0.

7. RESULTADOS

Los resultados del presente estudio se presentaran a continuación de acuerdo a un esquema que a continuación se indica:

Variables Productivas

- 7.1.-Peso vivo.
- 7.2.- Ganancia de peso.
- 7.3.- Consumo de alimento.
- 7.4.- Conversión alimenticia.
- 7.5.- Peso y rendimiento de canal.
- 7.6.- Menudencias y despojos.

Variables Patológicas

- 7.7.- Mortalidad.
- 7.8.- Estudio macro y microscópico.
- 7.9.- Residuos de Lupanina en la canal.

7.1.- PESO VIVO

El gráfico 1 muestra el peso vivo promedio por semana de los grupos, grupo control y grupo tratado (Anexo 1.a).

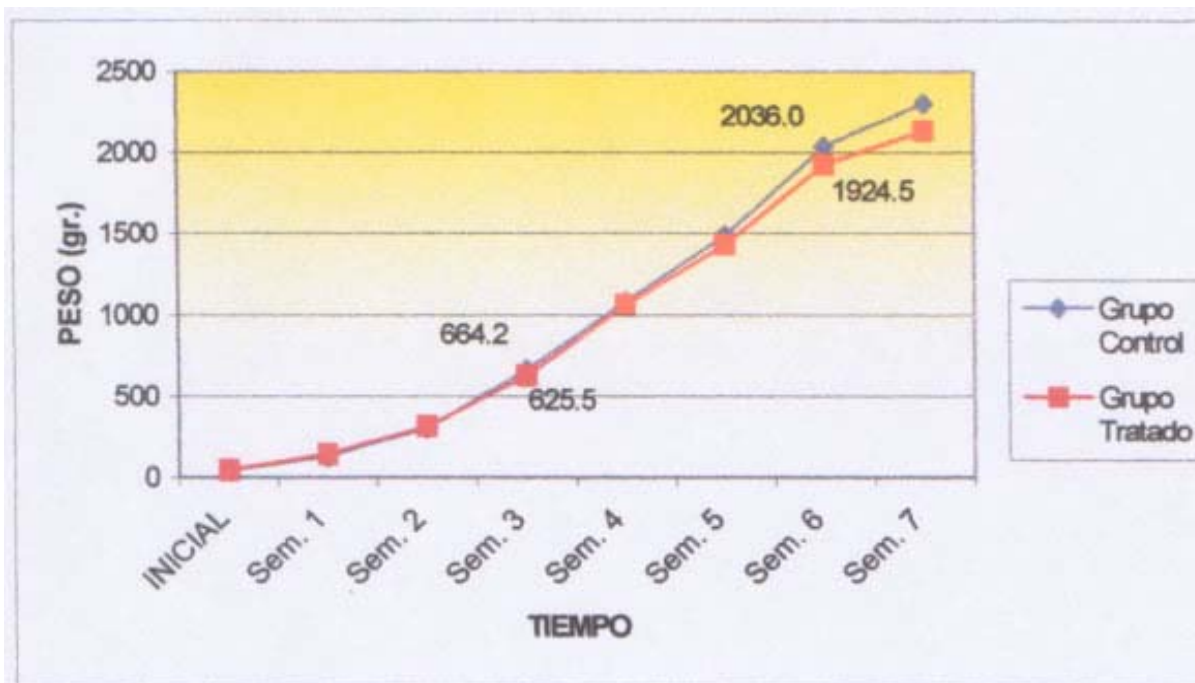


GRÁFICO 1. PESO VIVO PROMEDIO (gr.) SEMANAL DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES DURANTE TODO EL PERIODO

En el gráfico 1 se pueden apreciar diferencias en las semanas 3, 6 y 7 pero solo estadísticamente significativa son las semanas 3 y 6 ($P=0,0371$ y $P=0,0132$ respectivamente), no obstante al analizar todo el periodo no hay una diferencia significativa ($P=0,913$). (Anexo 1.b).

7.2.- GANANCIA DE PESO

El gráfico 2 muestra la ganancia de peso promedio por semana, enfrentando los dos grupos experimentales. Estas cifras se obtuvieron calculando las diferencias entre los pesos vivos de cada pesaje (Anexo 2.a.).

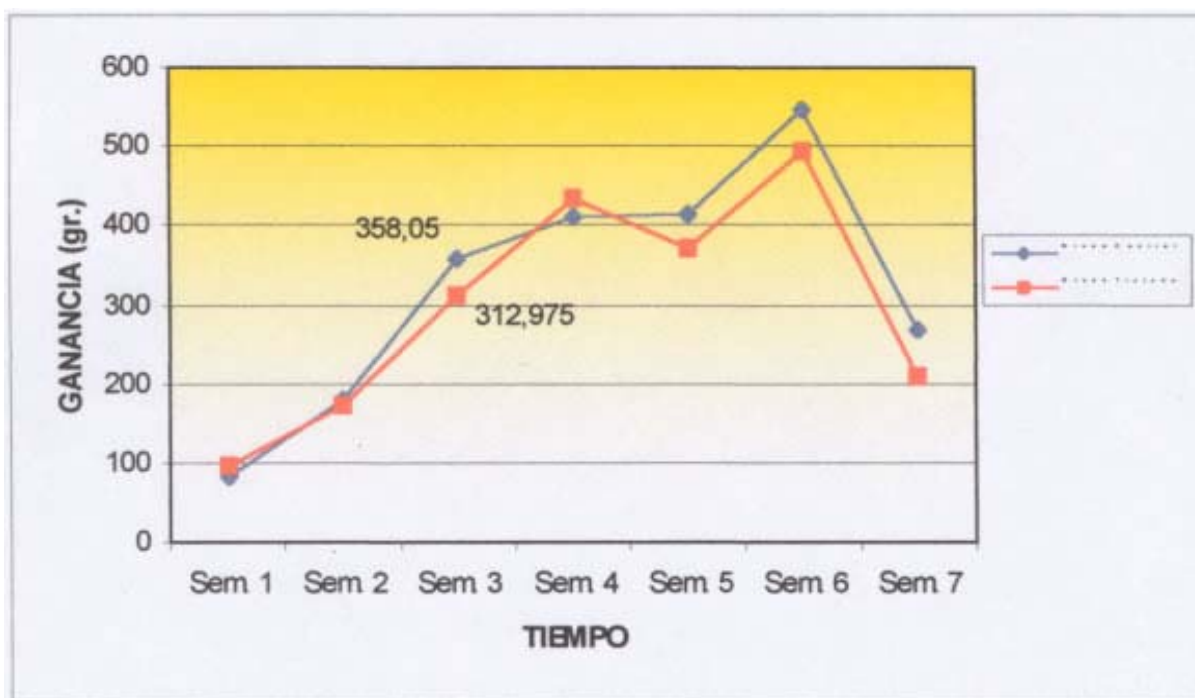


GRÁFICO 2. GANANCIA DE PESO PROMEDIO SEMANAL POR GRUPO EXPERIMENTAL

En la ganancia de peso se pueden apreciar diferencias en las semanas 3, 4, 5, 6 y 7 pero solamente se observa significancia estadística en la semana 3, con un $P=0,0018$. A su vez al ser analizado en conjunto en base al promedio semanal por grupo, tampoco se encontró diferencias significativas ($P=0,7721$). (Anexo 2.b).

7.3.- CONSUMO DE ALIMENTO

El gráfico 3 presenta el consumo de alimento semanal por grupo, durante el periodo que duró la experiencia (Anexo 3).

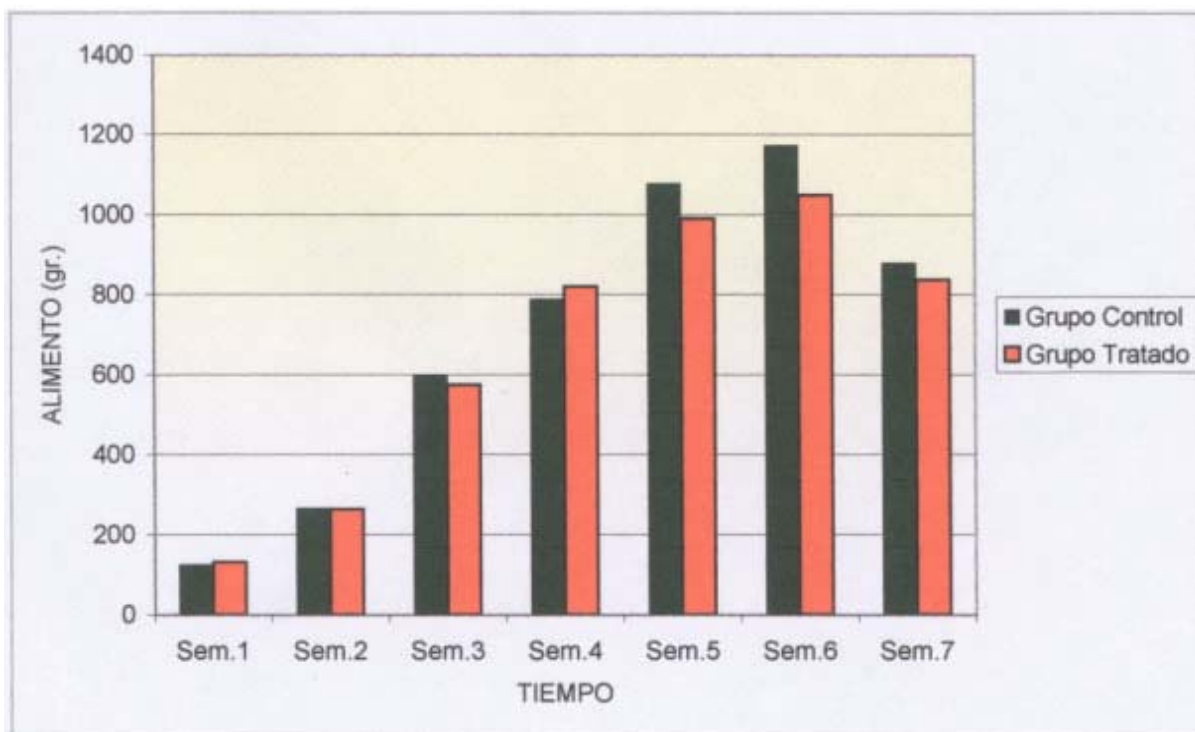


GRÁFICO 3. CONSUMO DE ALIMENTO PROMEDIO SEMANAL EN GRAMOS POR GRUPO EXPERIMENTAL

De acuerdo al análisis realizado, por grupo y semanal, aunque se aprecian diferencias relativas en todas las semanas, siendo más marcado en la semana 5 y 6, no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$), con un $P = 0,9372$.

7.4.- CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La conversión alimenticia promedio por semana y por grupo, se muestra en el gráfico 4. Esta cifra se sacó a través de la relación entre gramos de alimento consumido por gramo de aumento de peso corporal (Anexo 4).

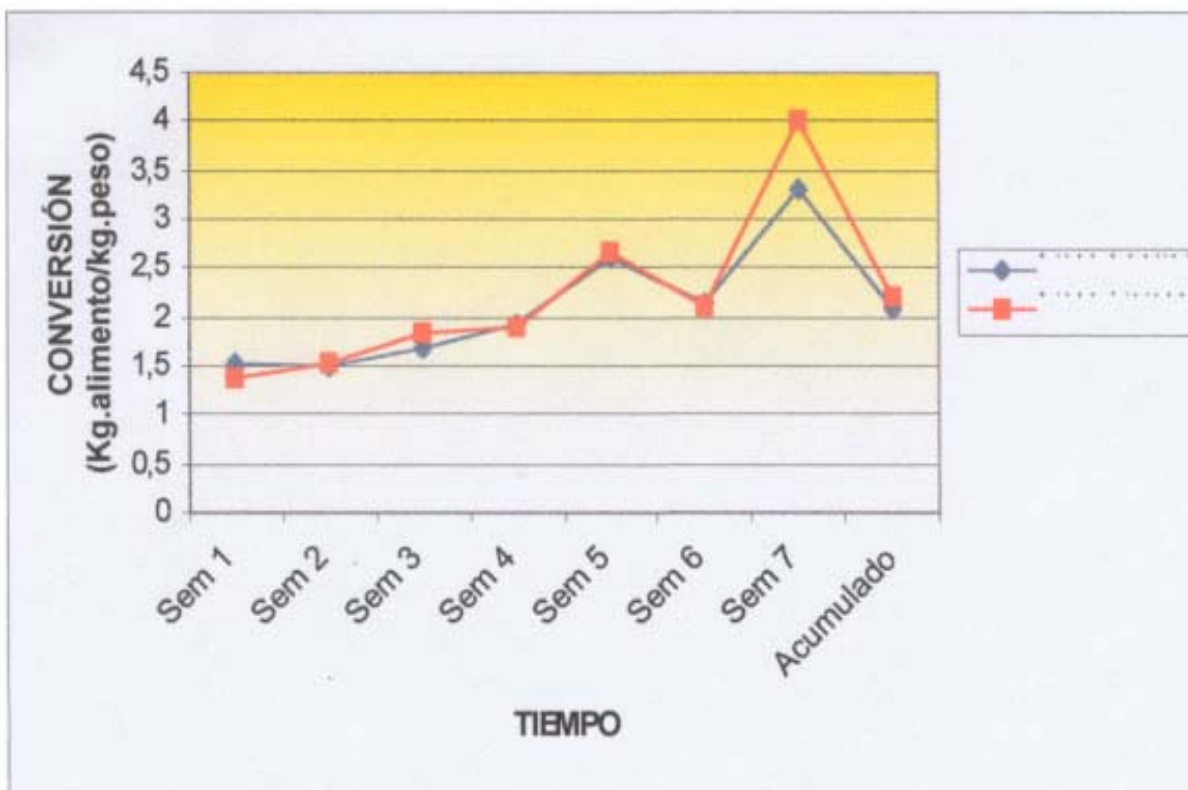


GRÁFICO 4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA PROMEDIO SEMANAL Y ACUMULADA POR GRUPO EXPERIMENTAL

En el gráfico 4 se aprecia una marcada diferencia en la semana 7, pero que no afecta mayormente el total promedio acumulado. Al ser analizado todo el periodo, de acuerdo con el análisis estadístico, no sería una diferencia significativa ($P > 0,05$), ya que tiene un $P = 0,7633$.

7.5.- PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL

El gráfico 5 muestra el peso vivo junto al peso de la canal, en promedio por grupo. Las carcasas fueron pesadas inmediatamente finalizado el faenamiento, en caliente. El gráfico n°6 muestra el rendimiento de la canal del grupo control *versus* el grupo tratado (Anexo 5).

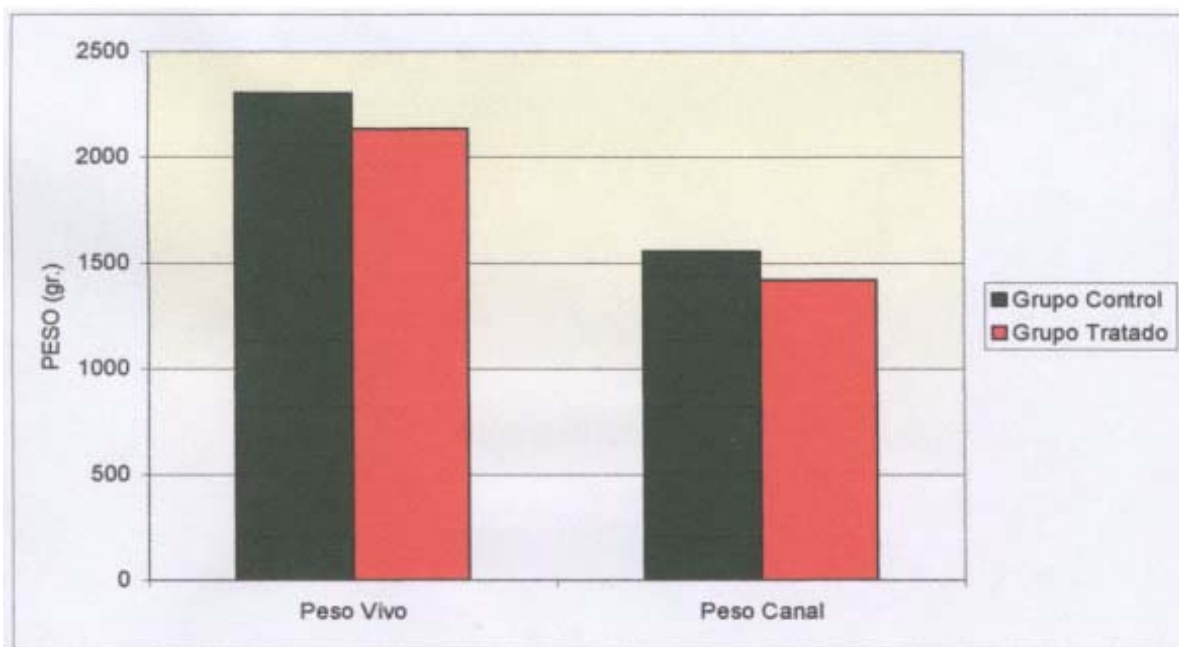


GRÁFICO 5. PESO VIVO Y PESO CANAL PROMEDIO (grs).

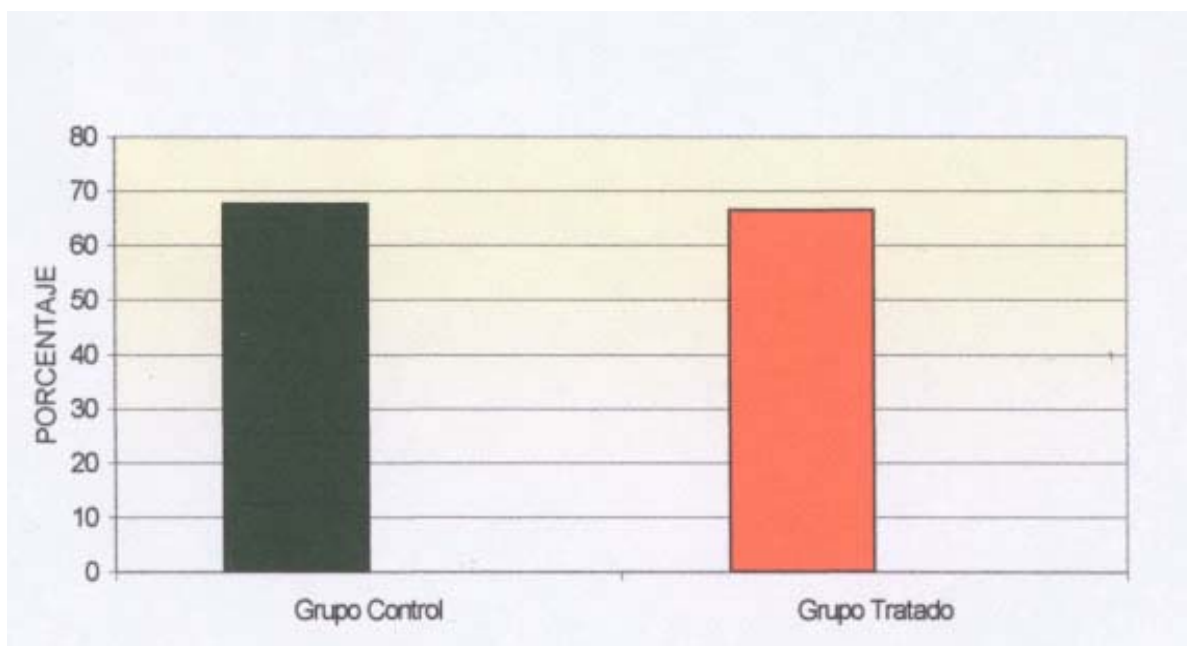


GRÁFICO 6. RENDIMIENTO PORCENTUAL DE CANAL CALIENTE DE LOS GRUPOS CONTROL Y TRATADO.

Como se aprecia en los gráficos anteriores, tanto el peso de la canal como el rendimiento de canal fue mayor en los controles que en los tratados, pero estas diferencias no son estadísticamente significativas ($P > 0,05$). Teniendo un $P = 0,1048$ para el enfrentamiento del peso de las canales y un $P = 0,28$ para el rendimiento de canal.

7.6.- PROYECCIÓN DEL RENDIMIENTO PROMEDIO DE MENUENCIAS Y DESPOJOS PARA EL NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS

La proyección del rendimiento promedio de menudencias y despojos para el número de individuos por grupo experimental se presenta en el gráfico 7 (Anexo 7).

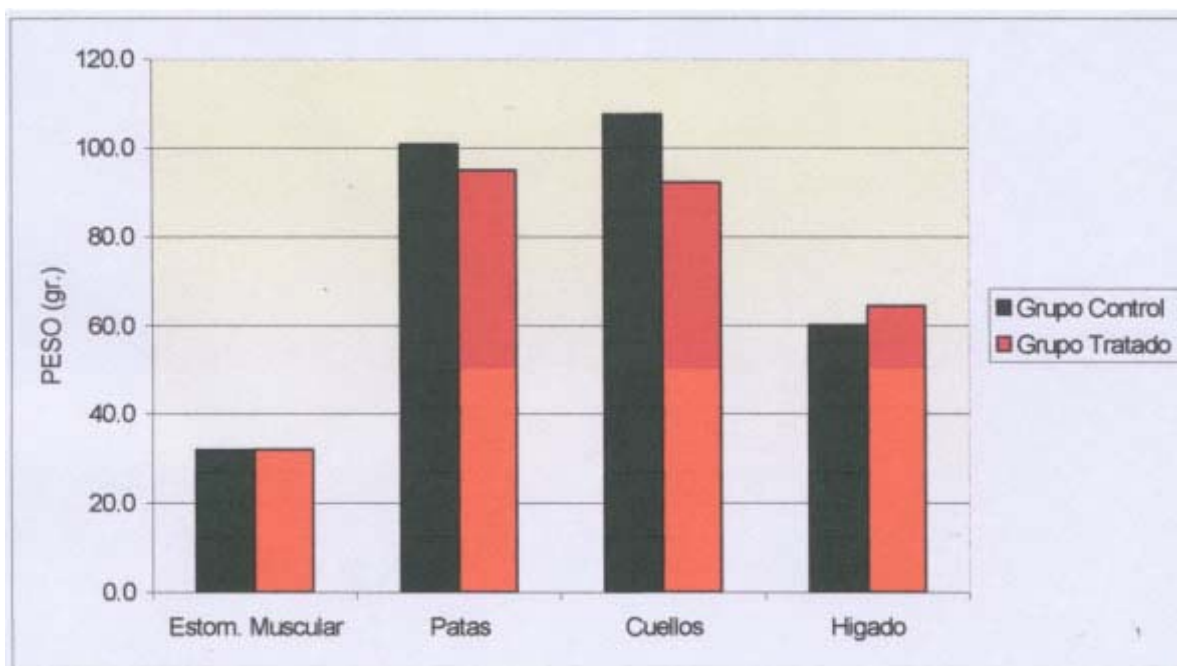


GRÁFICO 7. RENDIMIENTO DE MENUENCIAS Y DESPOJOS (grs).

En este gráfico podemos observar que no se aprecia diferencia entre el peso de los estómagos musculares.

En el peso de las patas se ve una diferencia que favorece a el grupo control.

En el peso de los hígados se produce una diferencia que favorece al grupo tratado.

7.7.- MORTALIDAD

En la tabla n°3 se presenta las principales causas de muertes, durante todo el periodo de estudio. Se indica el grupo experimental al que pertenecían.

TABLA N° 5

PORCENTAJE TOTAL DE MORTALIDAD SEGÚN CAUSA Y NUMERO DE AVES.

CAUSA DE MUERTE	NUMERO DE AVES		Porcentaje del total de individuos
	CONTROL	TRATADO	
Peritonitis	0	1	1.25
Ascitis	5	5	12.50
Problemas hepáticos	4	3	8.75
Problemas respiratorios	3	3	7.50
Pericarditis	1	2	3.75
TOTAL	13	14	33.75

7.8.- ESTUDIO MAGRO Y MICROSCOPICO

Por una contaminación ocurrida a los pollos experimentales con una cepa de *E. Cali*, que producía alteraciones en los órganos que fueron considerados en el estudio, es decir, hígado, bazo, riñon y cerebro, en los cuales produce alteraciones histopatológicas que no se podrían diferenciarse de los daños histopatológicos producidos por el alcaloide investigado, por lo tanto, no fueron considerados en este estudio.

No obstante, vale la pena mencionar que los daños histopatológicos encontrados, no son diferenciales entre los grupos, tratado y control, lo cual haría suponer que a 1/10 de DL₅₀ de Lupanina, no produce daño en estos órganos, pero esto es sólo una especulación que debería ser sometida a corroboración.

7.9.- RESIDUOS DE LUPANINA EN TEJIDOS

En la Tabla N°4 se muestra el análisis realizado a los tejidos, músculo y grasa, que es donde se acumula la mayor cantidad de estos alcaloides. La lectura de este alcaloide se realizó en el Departamento de Análisis Instrumental, Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de Concepción.

TABLA N°6.

RESIDUOS DE LUPANINA EN GRASA Y MUSCULO (mg/100gs)

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	DOSIS	CONCENTRACION LUPANINA mg/100g
Grasa	17-junio-1999	1/10 DL ₅₀ lupanina	trazas
Músculo	17-junio-1999	1/10 DL ₅₀ lupanina	0,4

n.d.: No detectado

Límite de detección: 0,06mg/100g

Límite de cuantificación: 0,20mg/100g

8. DISCUSIÓN

8.1.- PESO DE LAS AVES

. De acuerdo a los análisis realizados se encontraron diferencias significativas solamente en las semanas 3 y 6. Al evaluar todo el periodo, los promedios semanales no presentan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), (Ver gráfico 1, anexo 1).-

Los resultados de este estudio concuerdan con los obtenidos por Carrillo (1995), donde incluyó semilla de lupino con diferentes porcentajes de alcaloides en la ración de pollos broilers, aquí se encontraron diferencias en los pesos pero que no fueron estadísticamente significativas, y que fueron levemente menores a las recomendaciones de la línea Hubbard, utilizada.

Rodríguez (1980), al reemplazar el aporte energético del maíz/afrecho de raps, por *Lupinus albus* (dulce)/avena nuda, en broilers machos y hembras de la misma línea (Hubbard), tampoco obtuvo diferencias estadísticamente significativas en los pesos promedios durante las 8 semanas del ensayo, pero él observó mayores promedios de pesos en el grupo tratado que en el control.

Mége (1982), trabajando con 3 especies de lupinos dulces en alimentación de broilers, no encontró diferencias estadísticamente significativas en los pesos de los pollos.

Con un estudio en pollitas de postura de 1 a 10 semanas de edad reemplazando el 100% del aporte de soya de la ración por lupinos amargos (0,455% y 1,28% de alcaloides), Klein (1995) no encontró diferencias estadísticamente significativas durante ninguna semana.

En general se pudo observar que todos los trabajos no cuantifican los alcaloides que aportaba el lupino, lo que no ocurre en esta investigación.

8.2.- GANANCIA DE PESO

De acuerdo al análisis realizado se pudo determinar que sólo hubo diferencias estadísticamente significativas en la semana 3. Pero al ser analizado el periodo completo se encontró un $P = 0,7721$, lo cual demuestra que no hay diferencias estadísticamente significativas.

Rosas (1998), al estudiar los aspectos tóxicos y productivos al incorporar diferentes porcentajes de esparteina en raciones de broilers, en machos y hembras, encontró diferencias significativas para el grupo que contenían 1/5 de DL_{50} de alcaloide, tuvo menor ganancia de peso, después de haberle administrado el alcaloide en los diferentes grupos (semana 3) pudiendo atribuirse al acostumbamiento.

Carrillo (1995), al incorporar semilla de lupino con distintos porcentajes de alcaloides a la ración de broilers, encontró una diferencia significativa en las 3 primeras semanas, donde el valor menor fue para el grupo con mayor cantidad de alcaloides, situación que se revierte a partir de la 4 semana donde se equiparan los grupos. Es así como al comparar los grupos en el total del período no se encontró diferencias significativas, a excepción del grupo D de hembras.

Bertín (1983), al incorporar lupinos amargos en la alimentación de broilers, también encontró diferencias significativas en las semanas 1 y 3 de su ensayo, pero no se presentaron desde la semana 4 a la 7, y tampoco en la ganancia total. Este autor también obtuvo menores ganancias de peso en el grupo con mayor porcentaje de alcaloides en las primeras 3 semanas, para luego mejorar e incluso superar al control (afrecho de raps) en las últimas semanas.

8.3.- CONSUMO DE ALIMENTO

Aunque se apreciaron diferencias entre los grupos, en todas las semanas, y en el consumo total, éstas al ser analizadas, arrojó un $P=0,9372$, lo cual demuestra que no son estadísticamente significativas las diferencias.

Bertín (1983), al incorporar *Lupinus mutabilis* y *Lupinus albus* amargos en raciones para broilers, señaló un menor consumo en el grupo con mayor contenido de alcaloides (*Lupinus mutabilis*) en las 3 primeras semanas, pero al final del estudio no se observó diferencias estadísticamente significativas en el consumo entre los grupos.

Carrillo (1995), al incorporar semilla de lupino con diferentes porcentajes de alcaloides en la ración de broilers, no encontró diferencias significativas, pero sí revela un menor consumo, sobre todo en las primeras 4 semanas, en los grupos con un mayor porcentaje de alcaloides, para luego ir aumentando e incluso superando al grupo control.

Muchos autores han señalado este fenómeno, atribuyéndolo a un rechazo por parte de las aves al sabor amargo de los lupinos, lo que requiere un período de acostumbramiento para normalizar el consumo (Bertín, 1983; Carrillo, 1995; Klein, 1995; Rodríguez, 1980; Rosas, 1998). Esto se debe a que, a pesar de que las papilas gustativas en las aves están poco desarrolladas, el sabor amargo es detectado fácilmente, aún cuando el elemento que lo produce se encuentre en pequeñas cantidades en el alimento o el agua (Sturkie, 1976).

8.4.- CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Se apreciaron diferencias en todas las semanas, siendo más marcado en la semana 1, 3 y 7, pero al ser analizado el período completo, no obstante en los

promedios hay una diferencia de 112 gr (2.094 versus 2.206), el $P=0,7633$, lo cual demuestra que la diferencia no es estadísticamente significativa.

Bertín (1983), al incorporar lupinos amargos en la alimentación de broilers, tampoco obtuvo diferencias significativas en la conversión alimenticia promedio total, con valores de 2,68 para el control, 2,75 para *Lupinus mutabilis* y 2,83 para *Lupinus albus*, valores que refleja un mal aprovechamiento de los alimentos.

Carrillo (1995), al incorporar semilla de lupino con diferentes porcentajes de alcaloides en la ración de broilers, no encontró diferencias estadísticamente significativas al final del ensayo, 42 días.

8.5.- PESO Y RENDIMIENTO DE LA CANAL

Al comparar el peso de la canal, las medias, se obtiene 126 gr. de diferencia (1557 versus 1421) favorable al grupo control, pero que al ser analizado se ve que no es estadísticamente significativa, con un $P=0,1048$. Esta diferencia se corresponde con la diferencia apreciada en el peso vivo en la semana 7.

Los rendimientos de canal tienen una diferencia de 1,06% (67,55% versus 66,39%), lo cual no es estadísticamente significativa, con un $P=0,28$.

Carrillo (1995), al incorporar semilla de lupino con diferentes porcentajes de alcaloides en la ración de broilers, no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, en tanto en el peso de la canal, las hubo, sólo entre el grupo control y el grupo más amargo, en las hembras, pero debe apreciarse que lo mismo ocurrió en el peso vivo previo al sacrificio.

Bertín (1983), al incorporar *Lupinus mutabilis* y *Lupinus albus* amargos en raciones para broilers, no encontró diferencias estadísticamente significativas. ,

8.6.- RENDIMIENTO PROMEDIO DE MENUDECENCIAS Y DESPOJOS

El grupo control presentó un mayor peso en las patas y cuellos, lo que corresponde con lo encontrado por Rosas (1998).

El peso de los hígados fue mayor en el grupo con alcaloide, lo cual también hace mención Carrillo (1995).

Carrillo (1995), muestra que el mayor valor de peso de los hígados lo tiene el grupo con lupino semiamargo. También muestra que el peso de las patas es el mayor en el grupo de semiamargo. En general los grupos con menor contenido de alcaloides tienen levemente menores rendimientos porcentuales totales.

Rosas (1998), no encontró diferencias entre los pesos de todos los despojos. El grupo con mayor cantidad de alcaloides logró el menor valor en el peso de los cuellos.

8.7.- MORTALIDAD

La mortalidad presente en esta experiencia fue muy elevada, 33,75%, lo cual es atribuible principalmente a problemas de tipo infeccioso (Tabla n°5). No obstante, la muertalidad que hubo no es atribuible a la acción del alcaloide.

La mortalidad aceptada normalmente en la crianza de pollos broilers, fluctúa entre un 4-6% (Giarvarini, 1971; Torrijos, 1976).

Hasta los 49 días que duró el estudio no hubo mortalidad ni signos clínicos atribuibles a la presencia de alcaloides. Esto coincide a lo reportado por diversos autores al incorporar lupino en raciones aviares (Klein, 1995; Riofrío, 1995).

López (1987), en un estudio con la incorporación de *Lupinus albus*, 12 % de la ración, con metionina y virgimicina, observó una mortalidad del 10%, causada mayoritariamente por perosis.

Bertín (1983), tampoco observó signología clínica relacionada con el lupino y determinó un 12,9% de mortalidad, lo que atribuyó principalmente a un brote de vómito negro.

Carrillo (1995), obtuvo 5% de mortalidad y un 5% de eliminación por problemas óseos, sin embargo, tampoco encontró asociación entre éstos y signología debida a lo alcaloides del lupino.

8.8.- RESIDUOS DE LUPANINA EN TEJIDOS

Se detectó residuos de Lupanina en músculo, en cantidades de 0,4mg/100g, y trazas en grasa con un límite de detección de 0,06mg/100g., equivalente a 0,00006gr%.

Esto no concuerda con lo encontrado por Riofrío (1995), donde incorporó *Lupinus angustifolius* con distintos niveles de alcaloides, no detectando residuos de éstos, utilizando un límite de detección de 0,00005gr%.

Klein (1995), en pollos de 10 semanas de edad, determinó la presencia de 0,0004gr % y 0,0003gr % en el grupo con *Lupinus angustifolius* amargo, además, en este último grupo se determinó 0,0008gr% en tejido hepático.

Los valores obtenidos y mencionados por estos autores son bajos, considerando que para consumo humano el nivel máximo permitido es de 0,02gr% de alcaloides totales (Culvenor y Peterson, 1986).

8.9.- CONCLUSION GENERAL

Los resultados obtenidos permiten concluir que en el porcentaje en que fue incluido el alcaloide, lupanina, y por el lapso de tiempo en que se realizó la experiencia no produjeron muertes, ni alteraciones en los índices productivos atribuibles a la acción de la lupanina. A excepción de la semana 3 y 6 en el peso vivo donde si se encontraron diferencias a igual que en la semana 3 que se encontraron diferencias en la ganancia de peso semanal, que podrían ser atribuidas a la acción del alcaloide, pero no obstante no se vieron estas diferencias al analizar el periodo completo.

Por lo tanto, la hipótesis planteada de que "La Lupanina afecta los índices productivos y la salud de los animales", es rechazada.

9. BIBLIOGRAFIA

AGROANALISIS, 1995. Informe Económico. N°125.

AGROANALISIS, 1999. Edición especial Carne y Leche (Informe Económico).

BERTÍN, S. 1983. Estudio de la Incorporación de Lupinos Amargos en la Alimentación de Broilers. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.

BLOOD, D. Y O. RADOSTITS. 1992. Medicina Veterinaria. 7ª Edición. Nueva Editorial Interamericana. México.

BURROWS, C. 1996. Efectos de la Incorporación de Semillas de *Lupinus albus* Dulce versus *Lupinus albus* Amarga en Gallinas Isabrown". Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.

CARDENAS, B. 1977. El Cultivo del Lupino en Chile. 1ª Reunión de Trabajo, Fundación Chile. Situación, Análisis y Perspectivas del Lupino en Chile. Santiago-Chile.

CARRILLO, J. 1995. Estudio de la Incorporación de la semilla del Lupino con diferentes Porcentajes de Alcaloides en las Raciones de Pollos Broilers. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.

CASSINELLO, R. Y M. MARTINEZ. 1982. Aislamiento y Fraccionamiento de los Taninos en Semillas del Género *Lupinus*. Actas de la II Conferencia Internacional del Lupino. Torremolinos-España.

CUBILLOS, A.; RIOFRIO, A.; KLEIN, E.; MOLINA, I. Y D. von BAER. 1996. Utilización de *Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius* (Variedades Dulces y Amargas) como Fuente Proteica en Raciones de Pollas de Reposición. Revista Archivos de Medicina Veterinaria, Valdivia-Chile.

CULVENOR, C. Y D. PETERSON. 1986. Lupin Toxin-Alcaloids and Phomopsin. IV International Lupin Conference. Geraldton, Western Australia.

DIAZ, Y.; CORNEJO, S.; HAARDT, E.; LOPEZ, A.; POKNIAK, J. Y A. SKOKNIC. 1977. Lupino como Recurso Proteico en Nutrición Animal. 1ª Reunión de Trabajo, Fundación Chile. Situación, Análisis y Perspectivas del Lupino en Chile. Santiago-Chile.

- GADICKE, P. 1996.** Estudio de Aves Reproductoras Alimentadas en Base a Lupinos con Distintas Cantidades de Alcaloides. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- GARTNER, R.; CLARKE, E. Y M. CLARKE. 1970.** Toxicología Veterinaria. 3^{era} Edición. Acribia, Zaragoza-España.
- GIARVARINI, I. 1971.** Tratado de Avicultura 1^{era} Edición, Editorial Omega S.A. Barcelona-España.
- GUERRA, J. 1979.** Sustitución de Afrecho de Soya por Semilla de *Lupinus albus* var. *Multolupa*, en Alimentación de *Gallus gallus*. I Crianza y Recría. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- JUBB, K Y P. KENNEDY. 1974.** Patología de los Animales Domésticos. 1^{era} Edición en Español. Labor. Barcelona-España.
- KLEIN, B. 1995.** Utilización de Semillas de Lupino Dulce versus Amargo como Fuente Proteica en la Crianza de Pollitas de Postura. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- LOPEZ, A, 1987.** Efectos de la Adición de Metionina y Virginamicina en Raciones que Contienen *Lupinus albus* var. *Moltolupa* en Alimentación de Broilers. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- LOPEZ, J.; CUBILLOS, A.; CUBILLOS, V.; BOHMWALD, H. E I. MOLINA. 1996.** Utilización de Lupino Amargo en Gallinas Ponedoras: Efectos en su Salud. Avances de Investigación en Lupino. Serie Carrillanca N°51. INIA Carrillanca-Chile.
- Mac-AULIFFE, T. 1996.** Lupino en la Alimentación de Monogástricos en Chile. Avances de Investigación en Lupino. Serie Carrillanca N°51. INIA Carrillanca-Chile.
- MEGE, R. 1982.** Estudio de la Incorporación de Semilla de Lupino Dulce (*Lupinus albus*, *Lupinus luteus* y *Lupinus angustifolius*) en Alimentación de Broilers. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.

- MENA, C. 1994.** Estudio de la Incorporación de Semilla de Lupino con Diferentes Porcentajes de Alcaloides en la Ración de Gallinas Ponedoras. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- MERK. 1988.** El Manual Merk de Veterinaria. 3^{era} Edición en Español. ASA Mays. Madrid-España.
- MORA, S. 1980.** Adaptación, Producción y Utilización del Lupino en Chile. Agrosur n°8.
- RAMOS, O. 1992.** Uso de Lupino en Alimentación de Broilers. 1^{era} Conferencia Nacional de Lupino. Universidad de la Frontera. Temuco-Chile.
- RIOFRIO, A, 1995.** Efecto de la Incorporación de *Lupinus albas* y *Lupinus angustifolius* con Diferentes Niveles de Alcaloides en Raciones de Pollo Durante la Recría. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- RIOFRIO, A. Y A. CUBILLOS. 1996.** Incorporación de *Lupinus albas* (Cultivares Dulces y Amargos) en la Ración de Pollas de Reposición. Avances de Investigación en Lupino. Serie Carrillanca N°51. INIA Carrillanca-Chile.
- ROBINSON, D. 1962.** Leguminosas Forrajeras. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- RODRIGUEZ, V. 1980.** Utilización de *Lupinus albus*/Avena Muda como Principal Fuente Energética en Reemplazo de Maíz/Afrecho Raps en Pollos Broilers. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- ROMERO, O. 1993.** Uso de Lupino en Alimentación Animal. Seminario "Lupino: Una Alternativa de Progreso". Temuco-Chile.
- ROSAS, A. 1998.** Aspectos Tóxicos y Productivos al Incorporar Diferentes Porcentajes de Esparteina en Raciones de Pollos Broilers. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile.
- STURKIE, P. 1976.** Avian Physiology. 3^a Ed. Sprieger, Verlag. New York-USA:
- TORRIJOS, J. 1976.** Cría de Pollo de Carne Broilers. 2^{da} Edición. Editorial Aedo, Barcelona-España.

- VILLAGRA, R. 1996.** Estudio Comparativo de Semillas de *Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius* en la Alimentación de Ponedoras desde Inicio de postura hasta Semana 47 de Producción. Tesis para optar al grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile,
- von BAER, D. 1991.** Normas de Calidad del Lupino, Informe Final. Fondo de Desarrollo Productivo, CORFO, Proyecto FDP N° 11066, Universidad de Concepción-Chile.

10. ANEXOS

ANEXO 1.a

GRUPO CONTROL

CUADRO N° 1 .- Peso de pollos sin tratamiento a lo largo de las 7 semanas.

NUMERO	PESO INICIAL	PESO SEM. 1	PESO SEM. 2	PESO SEM. 3	PESO SEM. 4	PESO SEM. 5	PESO SEM. 6	PESO SEM. 7
1	50	140	380	798	1260	1612	2060	0
2	55	145	340	646	1100	1606	2140	2720
3	52	143	350	718	1188	1684	2200	0
4	56	160	317	670	1120	1544	1960	2000
5	42	138	340	685	1152	1766	2500	3200
6	56	148	339	669	1150	1586	2100	2500
7	51	143	343	705	1148	1634	2160	2000
8	53	160	355	770	1018	965	0	0
9	53	152	311	628	1080	1584	2100	1500
10	36	120	275	578	1014	1348	0	0
11	48	135	348	711	1214	1786	2300	2920
12	37	100	255	582	960	0	0	0
13	50	151	352	705	1270	0	0	0
14	51	153	329	615	1016	895	0	0
15	51	149	293	616	804	906	0	0
16	47	143	355	724	0	0	0	0
17	49	145	320	658	1030	1434	1860	2300
18	48	140	358	765	1282	1584	2060	2600
19	53	120	323	646	1078	1544	1980	2160
20	53	140	352	748	752	0	0	0
21	43	155	354	768	1197	1603	2070	2275
22	39	118	279	664	1110	1574	2025	2412
23	46	132	369	659	1195	1395	1643	1905
24	45	121	331	744	1262	1423	1775	1970
25	42	137	301	712	1179	1682	2306	2658
26	39	108	267	610	1000	1401	1567	0
27	42	106	273	645	1131	1705	2279	2100
28	38	97	179	505	945	1492	1926	2056
29	39	114	301	725	1075	1560	2167	2630
30	43	127	321	727	1080	1516	0	0
31	49	98	251	632	1095	1650	2240	2816
32	39	84	200	481	822	1240	1699	2129
33	36	79	176	374	622	930	1279	1606
34	41	97	233	568	968	1431	1965	2332
35	42	102	282	581	972	1349	1882	2145
36	44	137	322	807	1285	1795	2367	1746
37	41	107	272	604	986	1429	1919	2290
38	42	135	331	777	1223	1788	2318	0
39	41	121	285	699	1159	1706	2240	2805
40	39	117	283	648	1028	1497	2030	2403
MEDIA	45,525	127,925	306,125	664,175	1076,1538	1490,111	2036,032	2302,8889

GRUPO TRATADO**CUADRO N° 2.- Peso de pollos tratados a lo largo de sus 7 semanas de vida .**

NUMERO	PESO	PESO FIN	PESO FIN	PESO FIN	PESO FIN	PESO FIN	PESO FIN	PESO FIN
	INICIAL	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7
1	53	154	315	578	1020	0	0	0
2	36	120	323	570	1060	1509	0	0
3	54	180	380	655	1156	1620	2280	2960
4	49	132	310	552	868	914	1080	1320
5	47	147	318	593	1004	1413	1800	0
6	51	141	334	600	1080	1420	1880	0
7	50	149	339	598	1116	1648	2240	2500
8	41	121	283	541	1000	1340	0	0
9	56	147	317	575	1038	1478	1960	2440
10	38	142	300	535	1010	1408	1920	1700
11	42	120	308	573	1048	1440	1860	2360
12	47	148	320	576	978	1310	1700	2040
13	45	144	329	569	1060	1548	2100	1520
14	54	165	356	620	1078	1504	1960	2280
15	58	451	347	633	1126	1472	0	0
16	39	141	320	512	948	1306	1800	2300
17	53	160	356	602	1004	752	0	0
18	50	160	364	595	1064	1386	1840	2260
19	55	162	369	573	986	1360	0	0
20	52	121	313	597	1130	1484	2100	2500
21	47	133	338	758	1202	1800	0	0
22	46	134	338	752	1171	1617	1777	2032
23	40	125	318	730	1160	1548	1615	0
24	40	127	291	653	849	1254	1659	1129
25	47	113	282	688	1141	1092	0	0
26	47	114	266	633	1092	1581	2036	1842
27	41	123	317	737	1091	1388	1627	2068
28	43	141	342	735	1134	1516	1950	2474
29	43	136	337	740	1242	1495	1004	0
30	41	118	297	650	1080	1513	1890	0
31	45	126	311	685	1108	1570	2035	2459
32	40	113	164	444	759	1245	1845	2255
33	45	134	318	706	1183	1737	2139	1621
34	40	90	241	523	960	1370	1908	2167
35	42	130	332	705	1164	1701	1725	1579
36	40	114	269	626	1005	1405	1840	2248
37	48	125	267	638	1056	1468	1950	2356
38	44	118	276	631	1075	1613	2163	2648
39	40	123	301	673	1085	1581	2052	2437
40	36	126	295	666	1084	974	0	0
MEDIA	45,625	141,7	312,525	625,5	1060,375	1430,256	1924,5	2134,4231

ANEXO 1.b.

Los resultados obtenidos fueron: semana 1, $P=Q_{j1349}$, donde se encontraron diferencias significativas estadísticamente fue al analizar las varianzas de los datos que tenían un $P<0,0001$; semana 2, $P=0,5233$, con varianzas estadísticamente iguales ($P=0,0557$); semana 3, $P=0,0371$, lo cual representa una diferencia significativa, las varianzas de los datos fueron estadísticamente iguales con un $P=0,1156$; semana 4, $P=0,5804$, pero con varianzas estadísticamente distintas con un $P<0,0043$; semana 5; $P=0,2637$, con varianzas estadísticamente iguales, con un $P=0,2293$; semana 6, $P=0,0132$, lo cual es una diferencia estadísticamente significativa, con varianzas iguales con un $P=0,3481$; semana 7, $P=0,1526$, y con varianzas iguales con un $P=0,3733$

ANEXO 2.a

CUADRO N° 3 .- Ganancia de peso para el grupo sin tratamiento.

SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7
90	240	418	462	352	448	0
90	195	306	454	506	534	580
91	207	368	470	496	516	0
104	157	353	450	424	416	40
96	202	345	467	614	734	700
92	191	330	481	436	514	400
92	200	362	443	486	526	-160
107	195	415	248	-53	0	0
99	159	317	452	504	516	-600
84	155	303	436	334	0	0
87	213	363	503	572	514	620
63	155	327	378	0	0	0
101	201	353	565	0	0	0
102	176	286	401	-121	0	0
98	144	323	188	102	0	0
96	212	369	0	0	0	0
96	175	338	372	404	426	440
92	218	407	517	302	476	540
67	203	323	432	466	436	180
87	212	396	4	0	0	0
112	199	414	429	406	467	205
79	161	385	446	464	451	387
86	237	290	536	200	248	262
76	210	413	518	161	352	195
95	164	411	467	503	624	352
69	159	343	390	401	166	0
64	167	372	486	574	574	-179
59	82	326	440	547	434	130
75	187	424	350	485	607	463
84	194	406	353	436	0	0
49	153	381	463	555	590	576
45	116	281	341	418	459	430
43	97	198	248	308	349	327
56	136	335	400	463	534	367
60	180	299	391	377	533	263
93	185	485	478	510	572	-621
66	165	332	382	443	490	371
93	196	446	446	565	530	0
80	164	414	460	547	534	565
78	166	365	380	469	533	373
82,4	178,2	358,05	411,978846	413,957265	545,921147	266,856631

CUADRO N° 4.- Ganancia de peso para el grupo con tratamiento.

SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7
101	161	263	442	0	0	0
84	203	247	490	449	0	0
126	200	275	501	464	660	680
83	178	242	316	46	166	240
100	171	275	411	409	387	0
90	193	266	480	340	460	0
99	190	259	518	532	592	260
80	162	258	459	340	0	0
91	170	258	463	440	482	480
104	158	235	475	398	512	-220
78	188	265	475	392	420	500
101	172	256	402	332	390	340
99	185	240	491	488	552	-580
111	191	264	458	426	456	320
393	-104	286	493	346	0	0
102	179	192	436	358	494	500
107	196	246	402	-252	0	0
110	204	231	469	322	454	420
107	207	204	413	374	0	0
69	192	284	533	354	616	400
86	205	420	444	598	0	0
88	204	414	419	446	160	255
85	193	412	430	388	67	0
87	164	362	196	405	405	-530
66	169	406	453	-49	0	0
67	152	367	459	489	455	-194
82	194	420	354	297	239	441
98	201	393	399	382	434	524
93	201	403	502	253	-491	0
77	179	353	430	433	377	0
81	185	374	423	462	465	424
73	51	280	315	486	600	410
89	184	388	477	554	402	-518
50	151	282	437	410	538	259
88	202	373	459	537	24	-146
74	155	357	379	400	435	408
77	142	371	418	412	482	406
74	158	355	444	538	550	485
83	178	372	412	496	471	385
90	169	371	418	-110	0	0
96,075	170,825	312,975	434,875	369,88141	494,24359	209,923077

ANEXO 2.b.

Los resultados fueron los siguientes: semana 1, $P=0,1113$, pero donde las varianzas fueron estadísticamente distintas con un $P<0,0001$; semana 2, $P=0,4562$, con varianzas estadísticamente distintas con un $P=0,0043$; semana 3, $P=0,0018$, lo cual es estadísticamente significativa, siendo las varianzas estadísticamente iguales, con un $P=0,0663$; semana 4, $P=0,2675$, con varianzas estadísticamente distintas $P=0,0010$; semana 5, $P=0,3397$, con varianzas iguales estadísticamente, con un $P=0,3589$; semana 6, $P=0,0742$, con varianzas estadísticamente distintas, con un $P=0,0302$; semana 7, $P=0,5313$, con varianzas estadísticamente iguales, con un $P=0,3505$.

ANEXO 3**CUADRO N° 5 .- Consumo de alimento**

	Grupo Control	Grupo Tratado
Sem.1	125,825	132,405
Sem.2	267,365	263,655
Sem.3	597,38	573.86
Sem.4	789,425	821,31
Sem.5	1078,77	990,395
Sem.6	1173,69	1050,28
Sem.7	878,22	838,74
ACUMULADO	4910,675	4670,645

ANEXO 4**CUADRO N° 6.- CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

	Grupo Control	Grupo Tratado
Sem 1	1,527002427	1,378142077
Sem 2	1,500364759	154342163
Sem 3	1,668426197	1833564981
Sem 4	1,916178482	188861167
Sem 5	2,605993641	2,677601449
Sem 6	2,149925876	2.125025032
Sem 7	3,290980619	3.99546354
Acumulado	2,094124571	2.205975768

ANEXO 5

CUADRO N° 7.- Peso y rendimiento de la canal para el grupo control.

PESO VIVO	PESO CANAL	RENDIMIENTO	
2720	1934	71,10294118	
2000	1384	69.2	
3200	1790	55.9375	
2500	1728	69,12	
2000	1328	66,4	
1500	895	59,66666667	
2920	2100	71,91780822	
2300	1538	66,86956522	
2600	1858	71,46153846	
2160	1468	67,96296296	
2275	1638	72	
2412	1606	66,58374793	
1905	1294	67,92650919	
1970	1310	66,49746193	
2658	1769	66,55379985	
2100	1410	67,14285714	
2056	1400	68,09338521	
2630	1847	70,22813688	
2816	1909	67,79119318	
2129	1453	68,24800376	
1606	1063	66,18929016	
2332	1635	70,11149228	
2145	1507	70,25641026	
1746	1114	63,80297824	
2290	1555	67,90393013	
2805	1907	67,98573975	
2403	1607	66,87473991	
2302,888889	1557,296296	67,62359677	PROMEDIO

CUADRO N° 8.- Peso y rendimiento de la canal para el grupo tratado.

PESO VIVO	PESO CANAL	RENDIMIENTO	
1320	862	65,3030303	
2500	1680	67,2	
2440	1778	72,86885246	
1700	1156	68	
2360	1674	70.93220339	
2040	1470	72.05882353	
1520	1018	66,97368421	
2280	1582	69,38596491	
2300	1626	70,69565217	
2260	1600	70,79646018	
2500	1784	71,36	
2032	1268	62.4015748	
1129	688	60,93888397	
1842	1183	64,22366992	
2068	1350	65.28046422	
2474	1710	69,11883589	
2459	1649	67,0597804	
2255	1423	63,10421286	
1621	992	61,1967921	
2167	1440	66,45131518	
1579	942	59,6580114	
2248	1516	67,43772242	
2356	1534	65,11035654	
2648	1721	64,99244713	
2437	1664	68,28067296	
2134,423077	1420,923077	66,57176322	PROMEDIO

ANEXO 6**CUADRO N° 9.- Rendimiento promedio de menudencias y despojos**

	Estom. Muscular	Patas	Cuellos	Higado
Grupo Control	31,9	100,8	107,5	60,0
Grupo Tratado	32,1	95,0	92,1	64,5

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todos los que hicieron posible la realización de esta investigación, especialmente:

DRA. Aida Cubillos, por su comprensión, por su paciencia y su desinteresada ayuda.

Al financiamiento entregado por FONDECYT al proyecto N° 1970404.

Dr Jorge Ulloa, por su calidez humana y su deferencia hacia mi persona.

Sra. Irma Molina, por su asesoría estadística prestada.

A don Dani e Ivan por la importante ayuda prestada.

A Gloria y Paula por su simpatía y comprensión.

A Andrea, por la importante colaboración