

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA



*NORBERTO MATZER BALVANERA*

GUATEMALA, OCTUBRE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

ESPARTEINA COMO FACTOR LIMITANTE EN EL USO  
DE LUPINO EN ALIMENTACIÓN DE POLLAS DE  
REEMPLAZO.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

*NORBERTO MATZER BALVANERA*

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE  
MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, OCTUBRE 2011

# JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

<b>DECANO:</b>	Med. Vet. Leónidas Ávila Palma
<b>SECRETARIO:</b>	Med. Vet. Marco Vinício García Urbina
<b>VOCAL I:</b>	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
<b>VOCAL II:</b>	Mag. Sc. Med. Vet. Dennis Sigfried Guerra Centeno
<b>VOCAL III:</b>	Med. Vet. y Zoot. Mario Antonio Motta González
<b>VOCAL IV:</b>	Br. Javier Enrique Baeza Chajón
<b>VOCAL V:</b>	Br. Ana Lucía Molina Hernández

## ASESORES

DR. NORBERTO MATZER OVALLE

DR. FEDERICO RICHTER MARTÍNEZ

MED. VET. GABRIEL ESPINO GALICIA

MED. VET. CONSUELO BEATRIZ SANTIZO CIFUENTES

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de tesis titulado:

ESPARTEINA COMO FACTOR LIMITANTE EN EL  
USO DE LUPINO EN ALIMENTACIÓN DE POLLAS  
DE REEMPLAZO.

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
PREVIO A OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

MÉDICO VETERINARIO

## TESIS Y ACTO QUE DEDICO

A: DIOS Y LA VIRGEN MARÍA

A MIS PADRES: BLAS NORBERTO MATZER OVALLE  
GRACIELA BALVANERA DE MATZER

A MIS HIJOS: NORBERTO, EDUARDO Y MIRANDA

A MIS HERMANOS: RONY Y DENNISSE

## AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA POR PERMITIR REALIZAR MIS ESTUDIOS EN ELLA.

A TODOS LOS CATEDRATICOS DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA POR BRINDARME SUS CONOCIMIENTOS Y APOYO.

A MIS ASESORES: DR. BLAS NORBERTO MATZER O., DR. FEDERICO RICHTER, DR. GABRIEL ESPINO, DRA. CONSUELO BEATRIZ SANTIZO.

AL LABORATORIO BIOVET Y SU PERSONAL.

# ÍNDICE

I.	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
II.	<b>HIPÓTESIS</b>	3
III.	<b>OBJETIVOS</b>	4
3.1	General	4
3.2	Específicos	4
IV.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	5
4.1	Antecedentes del Lupino (esparteína)	5
4.2	Características Agro-Botánicas	7
4.3	Composición nutricional de la semilla	8
4.4	Proteína	8
4.5	Energía Metabolizable	9
4.5.1	Carbohidratos	9
4.5.2	Fibra	10
4.5.3	Vitaminas	10
4.5.4	Minerales	10
4.6	Alcaloides	10
4.7	Usos de lupino	11
4.7.1	Alimentación humana	11
4.7.2	Alimentación animal	12
4.8	Estudios de Toxicidad	13
V.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	15
5.1	Material	15
5.1.1	Material Biológico	15
5.1.2	Material Farmacológico	15
5.1.3	Material de Laboratorio	15
5.1.4	Tablero de campo abierto	15
5.1.5	Laberinto en cruz elevado	15
5.2	Método	16
5.2.1	Prueba de campo abierto	16
5.2.1.1	Variables estudiadas	16
5.2.2	Prueba del laberinto en cruz elevado	17
5.2.2.1	Variables a estudiar	17
5.3	Diseño Experimental	17
5.4	Diseño estadístico	18
VI.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	20
6.1	Prueba de campo abierto	20
6.1.1	Líneas shaver cross	20
6.1.1.1	Duración de la inmovilidad	20
6.1.1.2	Número de cuadrados avanzados	21

6.1.1.3	Tiempo en decúbito	22
6.1.1.4	Número de defecaciones	24
6.1.1.5	Número de vocalizaciones	25
6.1.2.2	Número de cuadrados avanzados	26
6.1.2.3	Tiempo en decúbito	27
6.1.2.4	Número de defecaciones	28
6.1.2.5	Número de vocalizaciones	29
6.2	Prueba de laberinto en cruz elevado	31
6.2.1	Línea shaver cross	31
6.2.1.1	Número de entradas en brazos abiertos	31
6.2.1.2	Tiempo de permanencia en los brazos abiertos	32
6.2.1.3	Tiempo de permanencia en zona intermedia	33
6.2.1.4	Número de entradas en los brazos cerrados	34
6.2.1.5	Tiempo de permanencia en los brazos cerrados	35
6.2.2	Línea Isabrown	36
6.2.2.1	Número de entradas en los brazos abiertos	36
6.2.2.2	Tiempo de permanencia en los brazos abiertos	37
6.2.2.3	Tiempo de permanencia en zona intermedia	38
6.2.2.4	Número de entradas en los brazos cerrados	39
6.2.2.5	Tiempo de permanencia en los brazos cerrados	40
	ANALISIS DE RESULTADOS	42
VII.	CONCLUSIONES	49
VIII.	RECOMENDACIÓN	50
IX.	RESÚMEN	51
X.	BIBLIOGRAFÍA	53
XI.	ANEXOS	57
	Anexo 1	58
	Anexo 2	59
	Anexo 3	60
	Anexo 4	61
	Anexo 5	62
	Anexo 6	63
	Anexo 7	64
	Anexo 8	65
	Anexo 9	66

## I. INTRODUCCIÓN

Guatemala posee una existencia de 21,518,212 millones de aves de postura de acuerdo a los resultados obtenidos en el último Censo Agropecuario, realizado por el Instituto Nacional de estadística en el año 2003; esto permite, a nivel nacional, contar con una producción de huevos altamente significativa de unidades al año. En Guatemala, el subsector pecuario de la producción de huevos se encuentra altamente desarrollado, esta producción viene registrando un crecimiento acelerado a pesar de la competencia de oferta ilegal internacional. Sobre todo proveniente de México. En la industria avícola los gastos en insumos para la alimentación constituyen la parte más importante de los costos, representando, aproximadamente, el 55,4 %.

Hasta hace un tiempo atrás, la proteína no era limitante en producción pecuaria y se usaba de preferencia harina de pescado, harina de carne, germen de trigo, y harina de soya. Sin embargo, existe una demanda insatisfecha por proteína vegetal, la que se suple con importaciones. Actualmente ingresan toneladas de soya (materia prima tradicional en alimentación de aves), teniendo en nuestro país un costo más alto que en países vecinos y USA (Mc -Auliffe, 1996).

Los requerimientos proteicos de las aves en crianza son altos: 20-22 %, por lo que para lograr estos porcentajes se recurre comúnmente a incorporar harina de soya en las raciones. La productividad de una gallina depende de la cantidad de proteínas y aminoácidos que ingiere diariamente. Entre el 80 y 85 % de éstos son directamente utilizados para la producción del huevo; cualquier deficiencia en este sentido, acarrea una producción más reducida (Isabrown, 2003). El tamaño de los huevos y la producción están relacionados al consumo de proteína, en términos generales, un mayor consumo de proteína estimularía un mayor tamaño de los huevos (Shaver, 2004).

Constantemente se busca bajar los costos de alimentación en aves, especialmente la proteína, siendo en general, la de origen vegetal la de menor costo; dentro de estas alternativas, surgen con gran interés los insumos de granos. El valor energético y la calidad proteica de éstos son factores

importantes de considerar al formular raciones óptimas para aves, ya que los granos constituyen un componente mayoritario de las fórmulas.

Al respecto, 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 Guatemala por variadas causas. Entre otras, por ser un rubro competitivo del frijol y no se adaptan bien a algunas regiones por ser afectados por heladas.

A nivel mundial, el grueso de la producción del lupino se cultiva en Rusia, Polonia, Australia África del Sur y otros países europeos (Lees, 1978); siendo Australia el principal productor de semillas de lupino en el mundo (Trugo y Von Baer, 1998). Cabe señalar que durante 1997, a nivel mundial se sembraron más de 1,4 millones de hectáreas, las que se concentraron en un 89 % en Oceanía, especialmente en Australia (Agro análisis, 1998b).

En Guatemala se dan condiciones de invierno húmedo, verano seco y suelos ácidos, que hacen del lupino un cultivo muy bien adaptado a las condiciones climáticas del país.

La demanda de lupino en el mercado interno proviene, principalmente, de las fábricas de alimentos para cerdos y aves.

Guatemala requiere cada día de nuevas fórmulas que permitan hacer frente a la crisis alimentaria provocada por el alto nivel de pobreza, muy marcada en determinadas regiones, y el bajo poder adquisitivo de muchas familias. Tal situación exige soluciones inmediatas. Por otra parte el grado de desnutrición a falta de alimentos indispensable como lo son los huevos, conlleva una serie de factores negativos que inciden en el bajo desarrollo no solo de la persona sino de la población general.

El presentar una solución al problema, justifica el contenido del presente trabajo, como una propuesta viable y positiva para minimizar los problemas alimentarios en lo que al campo avícola compete.

## **II. HIPÓTESIS**

El lupino es un sustituto seguro y económico de la soya en la preparación de alimentos para aves

### **III. OBJETIVOS**

#### 3.1 General

Demostrar la importancia del Lupino (Esparteína) como sustituto en la preparación de alimento de aves y su incidencia en la baja de costos en el sector avícola.

#### 3.2 Específicos

Establecer los requerimientos básicos para su estandarización.

Demostrar los beneficios al sector avícola

Demostrar los beneficios al consumidor final.

Estructurar las estrategias para su cultivo permanente.

Orientar al sector avícola sobre las propiedades del cultivo y su consumo.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### Aspectos generales.

Se enfocan todas las características del sector avícola y sus experiencias en lo referente a la alimentación de las aves de postura, sus beneficios, sus costos y limitaciones, ante el uso de sustitutos que en determinado momento les han llegado a afectar. Así mismo, se reseña sobre las características de la producción avícola y las ventajas del uso de la esparteína en Guatemala.

#### 4.1. Antecedentes del lupino (esparteína)

Versa sobre el análisis de la esparteína y su fuente de obtención (El lupino) sus componentes y cultivo. Áreas de producción y sus características agro botánicas, composición nutricional de la semilla. Proteínas y energía metabolizable. Por otra parte se analizan sus carbohidratos, fibras y minerales y se profundiza en los alcaloides para concluir con la exposición de la esparteína., y sus diversos usos.

El lupino, altramuz (España), o Tremocos (Portugal), está clasificado dentro de la familia Leguminosae, subfamilia Papilionaceae, género *Lupinus* (Robinson, 1962). El nombre para este género fue dado por Toumefort, en 1694 y se encuentra incluido dentro de los cultivos prehistóricos del mundo (López-Bellido y Fuentes, 1986).

El nombre latino de *Lupinus*, provendría de la palabra *Lupus* cuyo significado es "lobo", debido a que en la antigüedad se creía que esta planta le robaba los nutrientes al suelo (Planchuelo, 1978).

Miembros de éste género están distribuidos, tanto en América del Norte, como en América del Sur (Planchuelo y Wink, 1993).

En 1753, Linnaeus describió 6 especies de lupino (*L. perennis*, *L. albus*, *L. varius*, *L. hirsutos*, *L. Angustifolius* y *L. luteus*) (López-Bellido y Fuentes, 1986).

Casi todas las especies de lupino de grano grande de importancia agrícola son de origen Mediterráneo. Sin embargo, otro centro importante de diversidad genética del género *Lupinus* se encuentra en el Nuevo Mundo. Se han descrito más de 150 especies de lupino desde las Costas occidentales de Norteamérica, hasta las llanuras del Mar del Plata y Chile (Mora, 1980).

El lupino en sus formas amargas (debido a la presencia de alcaloides), fue conocido por los egipcios, griegos y romanos en la cuenca del Mediterráneo. En América pre-colombina los lupinos amargos ocupaban el primer lugar entre los cultivos tradicionales (áreas andinas de Ecuador y Perú), sin embargo, después de la llegada de los españoles el cultivo del lupino descendió al segundo lugar, perdiendo dichas culturas una importante fuente proteica (Cárdenas, 1977).

Aunque el lupino es un cultivo comercial relativamente nuevo, se le conoce desde antaño como fuente alimenticia. Históricamente, ha sido cultivado desde hace 3.000 años o más, tanto en el Viejo, como Nuevo Mundo (Lees, 1978).

Entre las especies cultivadas en el Viejo Mundo se encontraba *L. albus* y en civilizaciones pre-colombinas, *L. mutabilis* (López-Bellido y Fuentes, 1986).

El lupino, planta dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas (papilionáceas), está representado por más de 300 especies. Sin embargo, sólo cuatro de ellas son cultivadas: *Lupinus albus* L., *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L., todas de origen mediterráneo, y *Lupinus mutabilis* Sweet que es de origen sudamericano. Todas estas especies originalmente existieron en forma amarga, pero a través del mejoramiento genético se obtuvieron lupinos denominados dulces, que corresponden a

aquellos en que el contenido de alcaloides es menor a 0,05%; los tipos amargos, en tanto, presentan de 1 a 2% de alcaloides.

El principal uso del lupino se relaciona con la alimentación de animales rumiantes, especialmente bovinos, ya sea en forma de forraje verde o de grano introducido en la dieta como suplemento proteico. El lupino también se utiliza en la nutrición humana, aprovechando sus altos contenidos de proteína y aceite, y en menor medida, como abono verde, contribuyendo a mejorar la estructura del suelo e incrementando los contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo.

#### 4.2. Características agro-botánicas.

El lupino es una planta leguminosa semi-arbustiva, de tallos suculentos, hojas compuestas, con flores agrupadas en inflorescencias racimosas, su fruto recibe el nombre de legumbre. La raíz es pivotante y profundizadora, por lo general, con abundantes nodulaciones debida a la asociación con bacterias del género *Rhizobium*, tanto en la raíz principal, como en las laterales (Cárdenas, 1977; López, 1977).

Su cultivo presenta diversas ventajas, siendo las más importantes:

- 1 - Eficiente fijación de Nitrógeno.
- 2 - Movilización de Fósforo fijado.
- 3 - Conservación del suelo.
- 4 - Valioso aporte energético-proteico.
- 5 - Resistencia a heladas.
- 6 - Fácil de cosechar.
- 7 - No compite con otros cultivos.
- 8 - Buena adaptación a la zona Centro-Sur del país, (von Baer, 1983).
- 9 - Por su raíz profundizadora, es más resistente a la sequía que otras leguminosas (Larraín 1978).

#### 4.3. Composición nutricional de la semilla.

Los monogástricos son animales que poseen un estómago simple cuya función se basa en una digestión enzimática como las aves de postura, aves de carne, cerdo y peces. Resulta muy útil para ser eficiente conocer fehacientemente la composición nutricional de los alimentos a suministrar (Gómez, 1998).

La composición química para la especie de lupino de que se trate es esencialmente la misma, aunque pueden presentarse ciertas variaciones debidas a las condiciones de cultivo (Mora, 1980).

#### 4.4. Proteína.

Múltiples análisis indican la importancia de esta leguminosa por su alto contenido de proteína en la planta y principalmente, en el grano, siendo casi tan alto como el de la soya (von Baer, 1972; Cárdenas, 1977).

Lupinos con alto contenido de proteínas, tales como *L. mutabilis* y *L. luteus* muestran contenidos de proteína de alrededor de 40 %, lo que es mayor que todas las leguminosas de grano comerciales y *L. angustifolius* sería la especie que presenta el menor contenido, con un 30 %, aproximadamente (Aguilera y Trier, 1978).

Se han realizado estudios de aceptación y de reemplazo del lupino en las raciones de animales domésticos y de laboratorio, coincidiendo, en general, en señalar que la proteína de lupino dulce tiene una alta digestibilidad, (Mora, 1980), que varía entre un 77 a 80 % (HUÍ, 1986).

La proteína de lupino tiene una composición aminoacídica bastante equilibrada, con excepción de los aminoácidos azufrados, principalmente metionina, lo cual es característica de todas las leguminosas (Cubillos 1977).

La suplementación con DL-metionina en concentraciones que van de 0,1 a 0,4 % de la dieta, produce una mejoría significativa en la calidad biológica de la proteína de lupino, siendo así comparable en calidad a la caseína (Ballester y col, 1980).

El lupino es el que tiene el mayor coeficiente de digestibilidad real de proteína, Usina, metionina, cistina, treonina y triptofano, respecto a otras leguminosas de grano, tales como soya, fríjol, habas, etc. (Isabrown, 1993).

#### 4.5. Energía Metabolizable.

El lupino posee un alto contenido de Energía Metabolizable, que para *L. albus* varía entre 2.991 y 3.300 Kcal/Kg, dependiendo de si se trata de cultivo primaveral o invernal, respectivamente (von Baer, 1986).

*L. albus*, a diferencia de *L. luteus* y *L. angustifolius*, contiene un mayor porcentaje de lípidos, haciéndolo muy interesante como aporte energético para broilers y aves de postura (von Baer, 1977).

El contenido de aceite del lupino es de aprox. 11 % en *L. albus*, en tanto que en *L. luteus* y *L. angustifolius* llega sólo a la mitad de esta cifra, a diferencia de la soya que posee alrededor de un 20 %, siendo la especie más parecida a ésta *L. mutabilis*, con aprox. un 19 % (López-Bellido y Fuentes, 1986). La principal característica del aceite de lupino es su alta calidad, siendo en ésta similar al aceite de maní (Cárdenas, 1977).

Los ácidos grasos presentes son moderadamente insaturados (Mora, 1980)

##### 4.5.1 Carbohidratos.

La semilla de lupino es de bajo contenido en carbohidratos, señalándose valores entre 7,5-8,7 % y 4,4 -5,5 % de carbohidratos totales para *L. albus* y *L. angustifolius*, respectivamente (Aguilera y Trier, 1978).

Las aves poseen una capacidad limitada para digerir los carbohidratos presentes en la cáscara, debido a que su colon es mucho más corto que el de los mamíferos (Fonnesbeck y col, 1974) y a que las bacterias cecales de las aves no presentan actividad celulolítica para digerir la pared celular. Debido a esto, las aves presentan un mecanismo de ingesta fraccionada, el cual sólo permite que las fracciones de carbohidratos solubles en agua y partículas muy finas de la ingesta entren en el ciego de las aves domésticas (Me Nab, 1973).

Además se ha establecido que la semilla de lupino virtualmente no contiene almidón (Cerning-Beroard y Filiatre-Verel, 1976).

#### 4.5.2. Fibra.

La fibra constituye uno de los mayores limitantes para el uso del lupino en aves, debido a la incapacidad de éstas para digerirla (Cubillos, 1977) lo que resulta en un valor energético relativamente bajo (Mora, 1980) pudiéndose superar, al descascarar la semilla (Mc-Ginnis, 1990).

El 74 a 86 % del total de fibra cruda presente en la semilla se encontraría en los cotiledones (Smulikowska y col, 1995).

Descascarando la semilla se podría disminuir la cantidad de fibra, aumentando así, el contenido de energía metabolizable (Mc-Ginnis, 1990).

#### 4.5.3. Vitaminas.

Las variedades de lupino dulce contienen un alto porcentaje de carotenos, que producirán finalmente vitamina A, favoreciendo el depósito de pigmentos, tanto en la piel de la canal de broilers, como en el color de la yema de los huevos (Cárdenas, 1977). Cantidades significativas de niacina, riboflavina, tiamina y especialmente colina, también están presentes en el grano de lupino (López- Bellido y Fuentes, 1986).

#### 4.5.4. Minerales.

La semilla de lupino puede contener promedios máximos de 0,3 % de calcio, 0,27 % de magnesio, 0,6 % de fósforo, 1,1 % de potasio, 1 % de sodio y elementos traza, tales como, aluminio boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc, estos contenidos varían de acuerdo a las distintas especies (López-Bellido y Fuentes, 1986)

#### 4.6. Alcaloides.

Dentro de las leguminosas que tienen importancia desde el punto de vista alimenticio por su alto contenido de proteína, existen diferentes factores tóxicos o anti-nutritivos que las pueden hacer poco aptas para el consumo humano y animal. Entre estos factores, los alcaloides son compuestos

termorresistentes que se encuentran principalmente en el género *Lupinus* (Muzquiz y col, 1993).

Este género representa el cultivo de leguminosa más importante económicamente, en el cual están presentes los alcaloides en cantidad significativa en las llamadas variedades amargas (Trugo y von Baer, 1998), los que representan uno de los mayores impedimentos para una amplia aceptación del lupino como grano o forraje (Muzquiz y col, 1993).

Definidos los alcaloides como productos nitrogenados no-proteicos, debe señalarse que el contenido depende de la especie y variedad. El grupo "alcaloides del lupino" se encuentra en una amplia variedad de plantas y arbustos: familia Leguminosae, Chenopodiaceae y Berberidaceae, caracterizándolo el anillo estructural conocido como quinolizidina (Cárdenas, 1977). En el caso del lupino (semilla y planta), el principal obstáculo para su uso en consumo animal son estos alcaloides quinolizidínicos (López-Bellido y Fuentes, 1986), reportándose en la literatura para este género cifras cercanas a los 100 alcaloides, los cuales al estar presentes en altas concentraciones le confieren al grano sabor amargo pudiendo ser tóxicos para varias especies animales que lo consumen (Cubillos y col. 1996b). Esta situación ha sido ampliamente superada con los lupinos dulces o con muy bajos porcentajes de alcaloides (von Baer, 1977).

Los alcaloides más importantes son lupanina, esparteína, lupinina, e hidroxilupanina (López-Bellido y Fuentes, 1986); siendo los dos primeros los más amargos (Ballester y col, 1980; Cheeke, 1985) y los más tóxicos (Aguilera y Trier, 1978), encontrándose en diferentes cantidades en el lupino, dependiendo de la especie que se trate.

#### 4.7. Usos del lupino.

Su utilización es muy versátil y diversificada, abarcando desde el consumo humano, mamíferos y peces, hasta el control de la erosión y producción de flores (Agroanálisis, 1992).

##### 4.7.1. Alimentación humana.

El lupino se ha constituido en un alimento para la humanidad desde tiempos remotos en ciertos países de América del Sur y de los pueblos del Mediterráneo (Mora, 1980). Es usado como extrusor de harina de trigo en la fabricación de pan, fideos, galletas, etc., para alimentación humana, por su alto aporte de proteínas (Larraín, 1978).

#### 4.7.2. Alimentación animal.

El grano de lupino es una interesante alternativa para raciones de animales, siempre que su contenido de alcaloides no sobrepase el 0,04 - 0,05 %. El uso del grano de lupino en la alimentación de monogástricos (aves y cerdos) y rumiantes, permite una reducción del costo de alimentación y menor dependencia de las fuentes proteicas tradicionales que generalmente se producen en otras zonas del país, aumentando los costos (Romero, 1993; Catrileo y Rojas, 1995). Es usado como sustituto de otros ingredientes ricos en proteínas, como harina de pescado y afrecho de soya, usados en los concentrados para alimentación de animales (Larraín, 1978).

El lupino dulce es un aporte importante para la alimentación de aves, por las siguientes razones, dadas por von Baer (1983):

- Alto aporte calórico, indispensable para la postura intensiva y crecimiento de broilers.
- El aporte proteico del lupino entero es ligeramente inferior al del afrecho de soya.
- El precio del lupino es inferior al del afrecho de soya.
- Por su alto contenido de lípidos el valor de Energía Metabolizable para aves es superior en el lupino que en el afrecho de soya.

*L. albus*, se diferencia de *L. luteus* y *L. angustifolius*, por su mayor contenido de lípidos, lo que lo hace interesante no sólo como aporte proteico, sino también como aporte calórico, importante para broilers y aves de postura (von Baer, 1983).

Se han realizado investigaciones en gallinas ponedoras, donde estas aves se han alimentado durante todo su ciclo de vida con raciones que

contenían hasta 20 % de *L. albus* amargo (0,31 % de alcaloides) y se obtuvo que produjeron menor cantidad de huevos, pero no se afectó el peso de éstos, ni la calidad externa e interna, ni los niveles residuales de los alcaloides en ellos (Cubillos y col, 1995).

#### 4.8. Estudios de toxicidad.

Cada día se van incrementando los estudios encaminados a descubrir las acciones de las sustancias en el Sistema Nervioso, enfocándose sobre el plano de su acción sobre el comportamiento y la conducta de los animales de experimentación, como reflejo de la posible influencia de las sustancias en la evolución de la vida (Jurado, 1989).

Es una norma de aceptación general que todo alimento no convencional, que tiene como objetivo final la alimentación humana o animal, debe ser sometido a rigurosos ensayos destinados a descartar toda posible toxicidad para las especies objetivos (Jurado, 1989).

Loomis (1982), divide en dos categorías los métodos para la evaluación toxicológica:

- Los ensayos generales, que comprenden las pruebas de toxicidad aguda, prolongada y crónica.
- Los ensayos específicos, que comprenden los ensayos de potenciación, teratogénicos, reproductivos, mutagénicos, de tumorigenicidad y carcinogenicidad, ensayos sobre el efecto de la aplicación directa sobre los ojos y finalmente estudios de comportamiento.

Dentro de los estudios de comportamiento, se cuenta con métodos como las pruebas de campo abierto y laberinto en cruz elevado, las cuales permiten valorar la acción depresora del SNC de algunos animales sometidos a tratamientos con ciertas sustancias (RIVAPLAMED, 1998).

La prueba de campo abierto es una de las más fáciles de realizar, que permite medir cuantitativamente diferentes variables (emotivas y motoras) (Loomis, 1982). Consiste en poner a un animal sobre una superficie plana, de tamaño variable, cuadrículado e intensamente iluminada, midiendo su

comportamiento durante un período de tiempo determinado. La mayoría de estos estudios se realizan con ratas, pero también existen estudios con monos, gatos y pollos (Candland y Nagy, 1969).

Otra prueba de comportamiento es el Laberinto en cruz elevado (Elevated plus - maze), el cual es un modelo animal usado extensivamente en el descubrimiento de agentes ansiolíticos y bases neuroquímicas de ansiedad (Dawson y Tricklebank, 1995); por otro lado, RIVAPLAMED (1998), indica que es uno de los modelos que mejor avalan la relación miedo-ansiedad. Este test permite medir actividad locomotora, en relación a variables como número de entradas en los brazos del laberinto y tiempo de permanencia en ellos (RIVAPLAMED, 1996).

Esta prueba consiste en poner a un animal en un laberinto, que cuenta con dos brazos cerrados, corriendo en eje Norte-Sur y dos brazos abiertos, corriendo en eje Este-Oeste, siendo estos dos últimos brazos intensamente iluminados, midiendo su comportamiento por un determinado tiempo (Dawson y Tricklebank, 1995).

Este trabajo tiene como objetivos realizar estudios para evaluar la toxicidad de la esparteína en aves de larga vida (ponedoras), de dos de las líneas de postura usadas en el país, evaluada como cambios en el comportamiento en las pruebas de campo abierto y laberinto en cruz elevado.

Resulta necesario realizar estudios de la toxicidad de los alcaloides del lupino, para así determinar la máxima cantidad de éste que se puede incorporar a las raciones alimenticias, sin correr riesgos de producir intoxicaciones o de obtener una producción poco eficiente.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Material

#### 5.1.1 Material biológico:

Para llevar a cabo la prueba de campo abierto, se utilizaron 150 pollitas de postura: 75 pollitas de la línea Shaver cross y 75 pollitas de la línea Isabrown, provenientes de una granja avícola.

En la prueba de laberinto en cruz elevado se utilizaron las mismas 150 pollitas empleadas en la prueba anterior.

En ambas pruebas se midió el comportamiento de 5 grupos de 15 pollitas, cada uno (Para cada línea de postura), asignadas al azar.

#### 5.1.2 Material farmacológico:

- Agua destilada.
- Sulfato de esparteína.

#### 5.1.3 Material de laboratorio:

- Jeringa de tuberculina.
- Sonda de polietileno.
- Pesa.

#### 5.1.4 Tablero de campo abierto:

El campo abierto empleado, consistió en un tablero de melamina blanca de 1x1 metro, cuya superficie se encuentra dividida en 25 cuadrados mediante líneas color verde.

Está rodeado por paredes blancas de 50 cms. de alto y es iluminado por 1 bombilla de 100 Watts, ubicada a 1 metro de altura del tablero.

#### 5.1.5 Laberinto en cruz elevado:

Este dispositivo consiste en un laberinto con forma de cruz, distanciado 90 cms. del suelo. Uno de sus pares de brazos está cerrado por muros no translúcidos de 50 cms. De altura (brazos cerrados) y el otro par de brazos está rodeado por vidrio (brazos abiertos), siendo cada uno de estos últimos brazos iluminados homogéneamente con bombillas de 100 Watts.

## 5.2 Método

Al momento de recibir las aves se procedió a distribuir las al azar, e identificarlas a cada una, en una de sus patas, con un color para cada grupo en estudio.

### 5.2.1 Prueba de campo abierto:

Esta prueba se realizó durante las tardes, en una sala acondicionada para tal efecto.

Al sacar cada pollita previa a la realización de la prueba, fue cubierta por una caja de manera que no tomó conocimiento de su entorno previamente. Al ser depositada en el centro de la superficie del campo abierto, se le retiró esta cobertura y se evaluó su comportamiento por espacio de 3 minutos, en condiciones de silencio y tranquilidad. Luego de concluida la medición el ave fue retirada del tablero de la misma manera en que se colocó, para ser sometida a la siguiente prueba. La superficie del campo abierto se limpió con alcohol al 20 % antes de colocar la siguiente pollita.

5.2.1.1 Variables estudiadas: De acuerdo a lo planteado por Jones y col (1995), se midieron las siguientes variables:

#### a) Motoras:

- Duración de la inmovilidad: Se tomó el tiempo que duró la inmovilidad del ave, desde que es colocada en el centro del tablero, hasta que realiza cualquier movimiento.

- Número de cuadrados avanzados: Se contabilizó el número de líneas que cada ave atravesó durante la prueba.

- Tiempo de permanencia en decúbito: Se registró el número de veces que el ave permanece en decúbito a lo largo de la prueba.

#### b) Emotivas:

- Número de defecaciones: Se contabilizó el número de veces que la pollita defecó en el tablero.
- Número de vocalizaciones: Se contabilizó el número de veces que el ave pió en el transcurso de la prueba.

#### 5.2.2 Prueba del laberinto en cruz elevado:

A continuación de la realización de la prueba de campo abierto, se realizó la prueba del laberinto en cruz elevado. Al ave se le colocó con una cubierta y se ubicó en la zona intermedia del laberinto. Posterior a esto, se retiró la caja y se comenzó la medición de su comportamiento por un periodo de tiempo de 3 minutos en condiciones de silencio. Luego de finalizada la medición, el ave fue retirada y la superficie del laberinto se limpió con alcohol al 20 %, antes de colocar la pollita siguiente.

5.2.2.1 Variables a estudiar. De acuerdo a lo planteado por RIVAPLAMED (1996), se midieron las siguientes variables:

- a) Número de entradas en brazos abiertos.
- b) Tiempo de permanencia en brazos abiertos.
- c) Número de entradas en brazos cerrados.
- d) Tiempo de permanencia en brazos cerrados.
- e) Tiempo de permanencia en la Zona intermedia.

#### 5.3 Diseño experimental:

Las 150 aves fueron distribuidas, al azar en 10 grupos de 15 aves cada uno (5 grupos para cada línea de postura), los cuales fueron mantenidos en iguales condiciones experimentales hasta el día 15 de edad. Desde esta fecha se les comenzó a administrar diariamente vía oral, mediante sonda el sulfato de esparteína o bien, agua en base a 100g de peso corporal, previo ayuno de 12 horas cada día. La DL50 de esparteína de estas líneas de postura correspondió a 603,7 mg./Kg. para la línea Shaver cross y a 929,3 mg./Kg. para la línea Isabrown.

Los grupos constituidos para la realización de las pruebas de comportamiento, en cada una de las dos líneas de postura estudiadas, fueron los siguientes:

- Grupos Administración
- Control no se efectuó
- Testigo negativo agua destilada
- 1/20 esparteína 1/20 de la DL50
- 1/10 esparteína 1/10 de la DL 50
- 1/5 esparteína 1/5 de la DL 50

La determinación de las variables, tanto de campo abierto, como de laberinto en cruz elevado, se realizaron en los siguientes momentos:

- Momento 1: 6 horas después de la última administración del sulfato de esparteína (19 días de edad).
- Momento 2: 5 días después de la última administración del sulfato de esparteína (24 días de edad).

#### 5.4 Diseño estadístico:

Los resultados que se obtuvieron a partir de las variables cuantitativas estudiadas, se expresaron como medias aritméticas y sus errores estándares de la media (SEM). Estas variables se sometieron a los siguientes análisis estadísticos:

- 1.- Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov: ésta se utilizó con el objeto de comprobar la normalidad de las variables estudiadas.
- 2.- Prueba de homocedasticidad de Bartlett: esta prueba se realizó con el fin de comprobar que las varianzas sean homogéneas.
- 3.- Análisis de varianza (ANDEVA) paramétrico a una vía: para comparar la media de 2 o más grupos.
- 4.- Prueba de comparaciones múltiples de Tukey: se usó en los casos en que ANDEVA paramétrico resultó significativo.
- 5.- ANDEVA no paramétrico de Kruskal-Wallis: se aplicó en caso de no cumplirse los requisitos de normalidad y/o homocedasticidad

6.- Prueba de comparaciones múltiples no paramétricas de Dunn: se utilizaron en los casos en que la prueba de Kruskal-Wallis resultó significativa. (Domenech, 1980; Sokal y Rohlf, 1981; Spiegel, 1991; Naranjo y Bustos, 1992).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis estadístico se inició comparando los grupos Control v/s Testigo negativo; no obteniéndose diferencias estadísticamente significativas entre ellos, en ninguna de las variables estudiadas, tanto en la prueba de Campo abierto, como en la prueba de Laberinto en cruz elevado, en ambas líneas de postura.

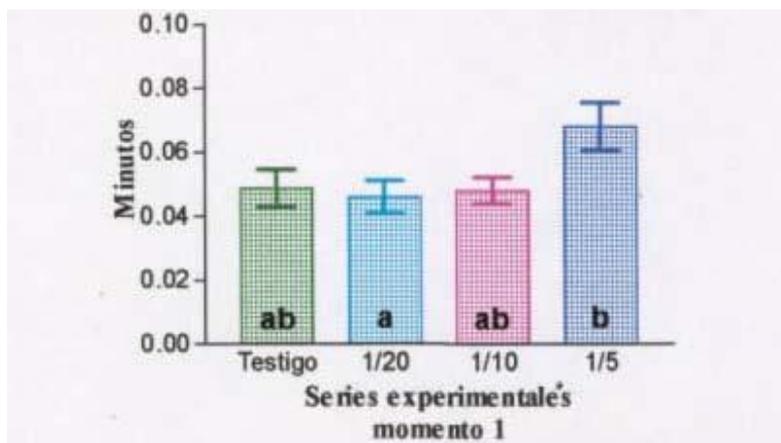
Debido a lo anterior, el análisis estadístico se realizó entre los Grupos Testigo negativo, 1/20, 1/10 y 1/5 de esparteína, obteniéndose los siguientes resultados:

### **6.1 Prueba de campo abierto**

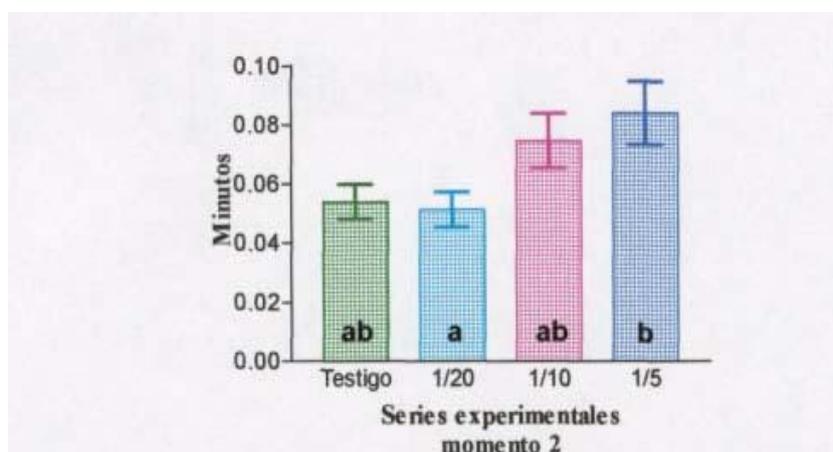
#### **6.1.1 Línea shavercross:**

##### **6.1.1.1 Duración de la inmovilidad:**

En el análisis estadístico intergrupo para esta variable, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el momento 1 de medición, entre el grupo 1/20 de esparteína ( $0,05 \pm 0,01$  minutos) y 1/5 de esparteína ( $0,07 \pm 0,01$  minutos). Además, en el momento 2 de medición, también se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre el grupo 1/20 de esparteína ( $0,05 \pm 0,01$  minutos) y 1/5 de esparteína ( $0,08 \pm 0,01$  minutos); en tanto, el análisis intragrupo no mostró diferencias estadísticamente significativas. El mayor tiempo de duración de la inmovilidad, se registró con la mayor dosis de esparteína (1/5 de la DL50), en el momento 1 y 2 de medición.



**Gráfico N° 1.** Duración de la inmovilidad (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la **DL50** de esparteína en momento 1 de medición, expresada como promedio y su error típico. Nota: Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

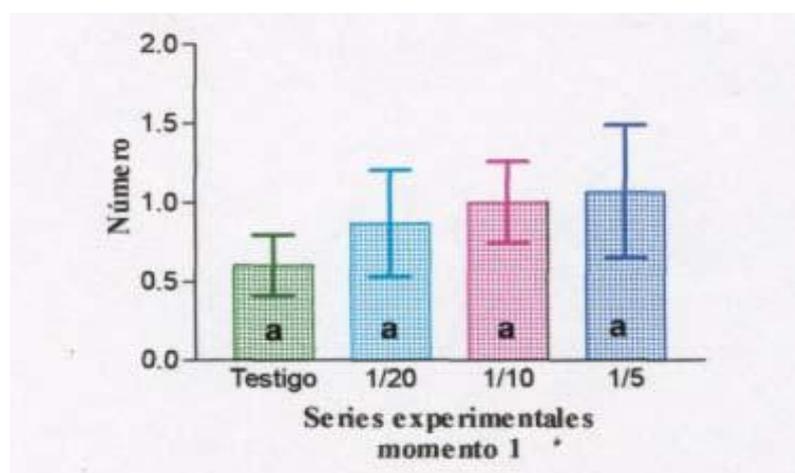


**Gráfico N° 2.** Duración de la inmovilidad (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la **DL50** de esparteína en momento 2 de medición, expresada como promedio y su error típico.

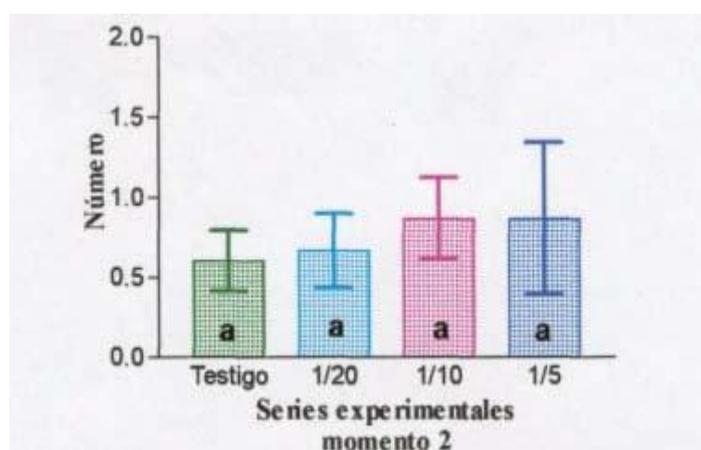
#### 6.1.1.2 Número de cuadrados avanzados:

El análisis estadístico del número de cuadrados avanzados intergrupo, no arrojó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de sus dos momentos de medición, al igual que el análisis intragrupo.

Sin embargo, cabe destacar que en el análisis intergrupo, en el momento 1 de medición, se observó un aumento gradual en el número de cuadrados avanzados, cuanto mayor fue la dosis de esparteína administrada.



**Gráfico N° 3.** Números de cuadrados avanzados por los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la **DL50** de esparteína en el momento 1 de medición, expresados como promedios y su error típico. Nota: Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

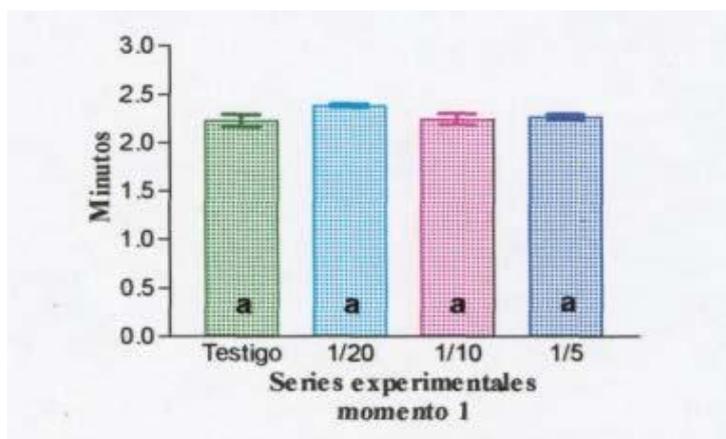


**Gráfico N° 4.** Número de cuadrados avanzados por los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la **DL50** de esparteína en el momento 2 de medición, expresados como promedios y su error típico.

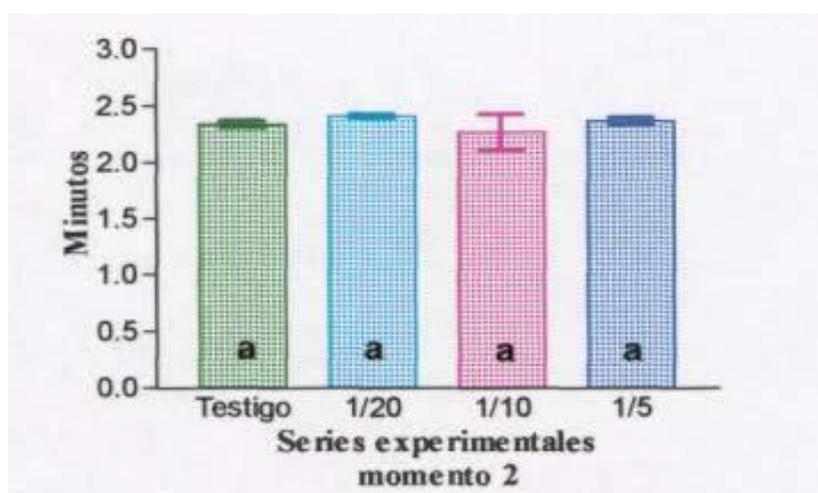
#### 6.1.1.3 Tiempo en decúbito:

El análisis intergrupo de esta variable no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de sus dos momentos de medición.

En tanto, el análisis intragrupo, arrojó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los grupos 1/10 de esparteína, entre los momentos 1 ( $2,24 \pm 0,06$  minutos) y 2 ( $2,27 \pm 0,16$  minutos) de medición; presentándose también diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el grupo 1/5 de esparteína entre el momento 1 ( $2,26 \pm 0,03$  minutos) y 2 ( $2,37 \pm 0,03$  minutos) de medición.



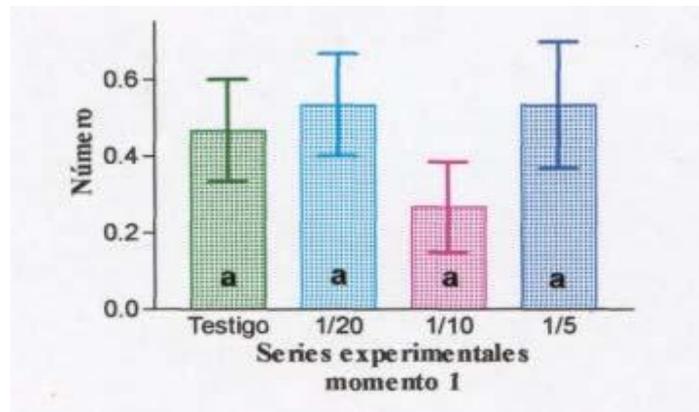
**Gráfico N° 5.** Tiempo de permanencia en decúbito (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 de esparteína en el momento 1 de medición, expresados como promedios y su error típico. Nota: Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).



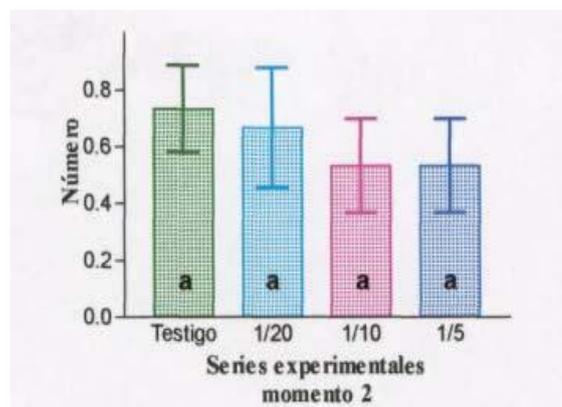
**Gráfico N° 6.** Tiempo de permanencia en decúbito (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

#### 6.1.1.4 Número de defecaciones:

El análisis estadístico del número de defecaciones, no presentó diferencias estadísticamente significativas, tanto en el análisis intergrupo, como en el intragrupo.



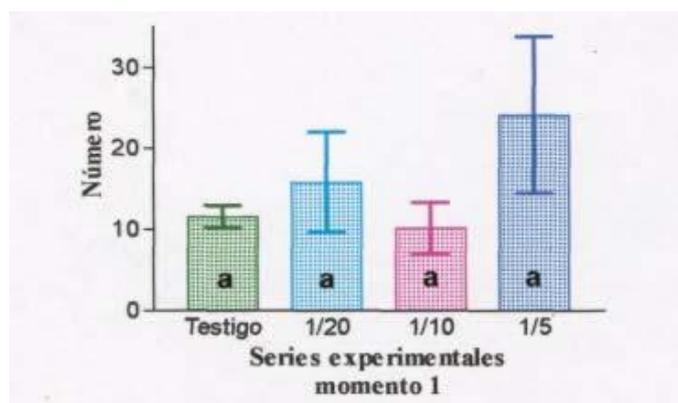
**Gráfico Nº 7.** Número de defecaciones de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico. Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).



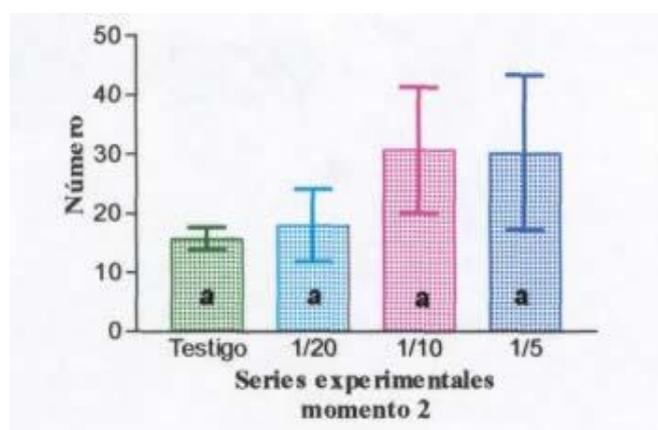
### 6.1.1.5 Número de vocalizaciones:

No se encontró diferencias estadísticamente significativas al realizar el análisis estadístico intergrupo, como tampoco en el intragrupo.

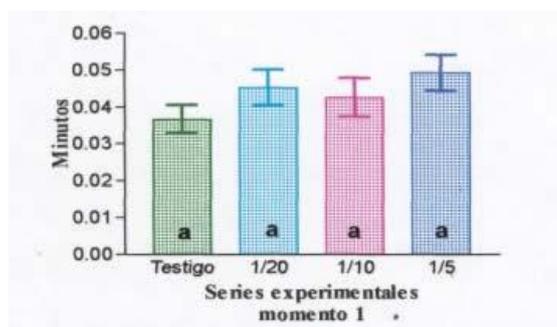
**Gráfico. No 8.** Número de defecaciones de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 2 de medición, expresadas como promedio y su error típico.



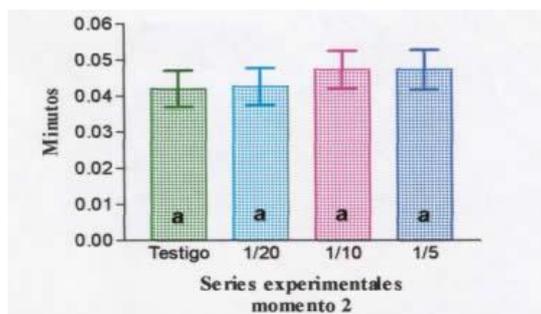
**Gráfico Nº 9.** Número de vocalizaciones de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico. Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ )



**Gráfico N° 10.** Número de vocalizaciones de los grupos de aves de la línea Shaver cross, significativas, al igual que el análisis intragrupo.



**Gráfico N° 11.** Número de la inmovilidad (min.) de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico. Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

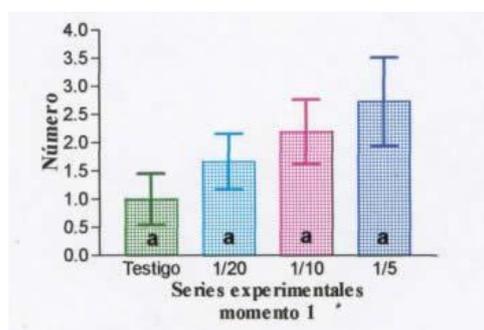


**Gráfico N° 12.** Número de la inmovilidad (min.) de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 2 de medición, expresadas como promedio y su error típico.

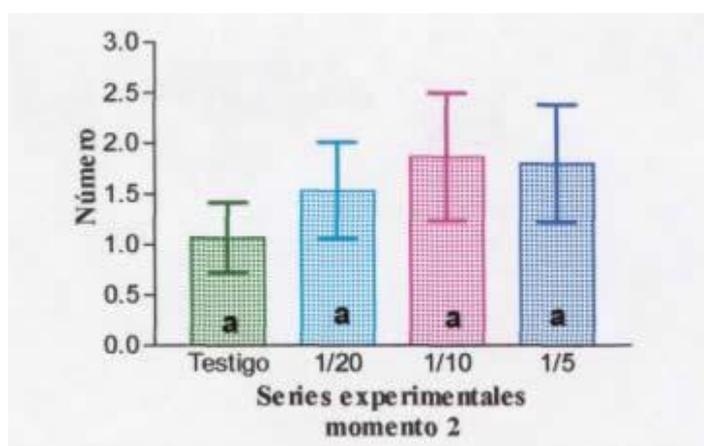
### 6.1.2.2 Número de cuadrados avanzados:

El análisis estadístico del número de cuadrados avanzados no presentó diferencias estadísticamente significativas en el análisis intergrupo, ni en el intra-grupo. Resulta necesario mencionar que se produjo un mayor número de cuadros

avanzados en el momento 1 de medición, cuanto más concentrada fue la dosis de esparteína administrada a los grupos.



**Gráfico N° 13.** Número de cuadros avanzados por los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico. Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

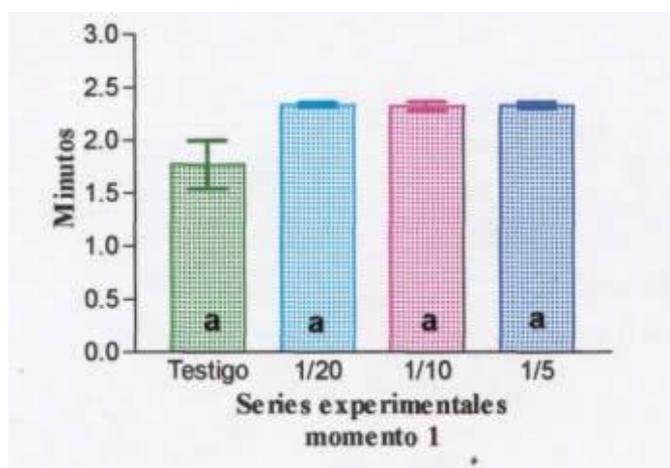


**Gráfico N° 14.** Número de cuadros avanzados por los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 2 de medición, expresadas como promedio y su error típico.

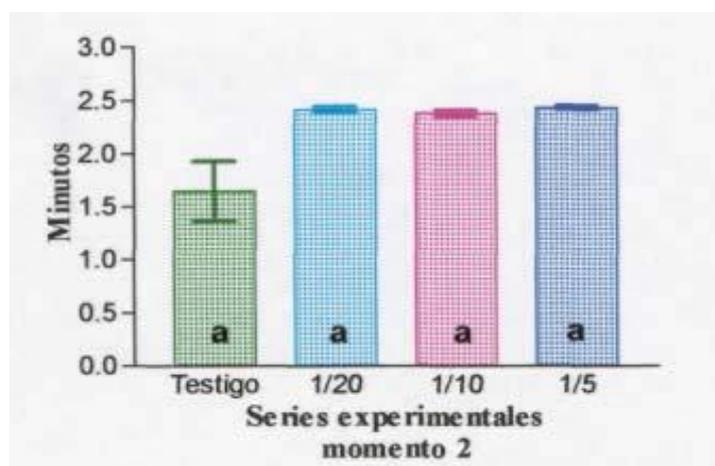
### 6.1.2.3 Tiempo en decúbito:

El análisis intergrupo de esta variable no presentó diferencias estadísticamente significativas, en cambio, el análisis intragrupo arrojó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en el grupo 1/20 de esparteína, entre el momento 1 ( $2,33 \pm 0,02$  minutos) y 2 ( $2,42 \pm 0,03$  minutos) de medición.

Además, se registró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en la serie 1/5 de esparteína entre el momento 1 ( $2,33 \pm 0,03$  minutos) y 2 ( $2,44 \pm 0,02$  minutos) de medición.



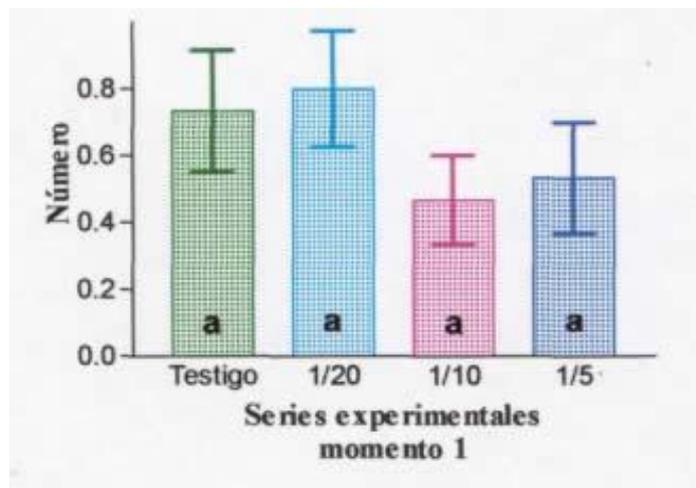
**Gráfico N° 15.** Tiempo de permanencia en decúbito (min.) por los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico. Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).



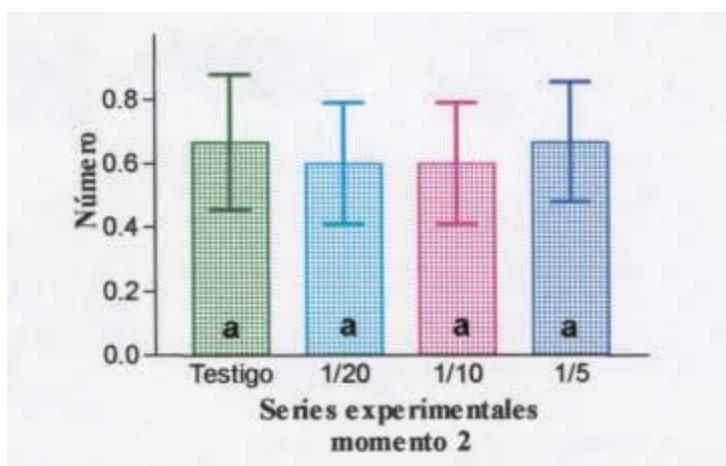
**Gráfico N° 16.** Tiempo de permanencia en decúbito (min.) por los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

#### 6.1.2.4 Número de defecaciones:

El análisis estadístico de esta variable no presentó diferencias estadísticamente significativas, tanto en el análisis intergrupo, como tampoco en el intragrupo.



**Gráfico N°17.** Número de defecaciones de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico. Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

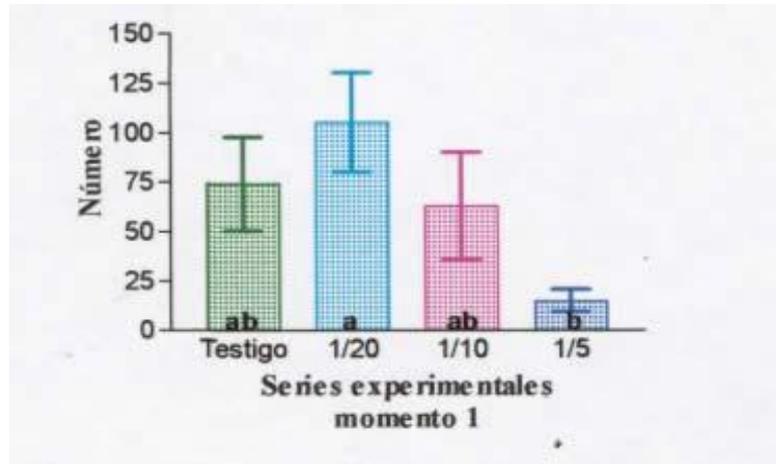


**Gráfico N° 18.** Número de defecaciones de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

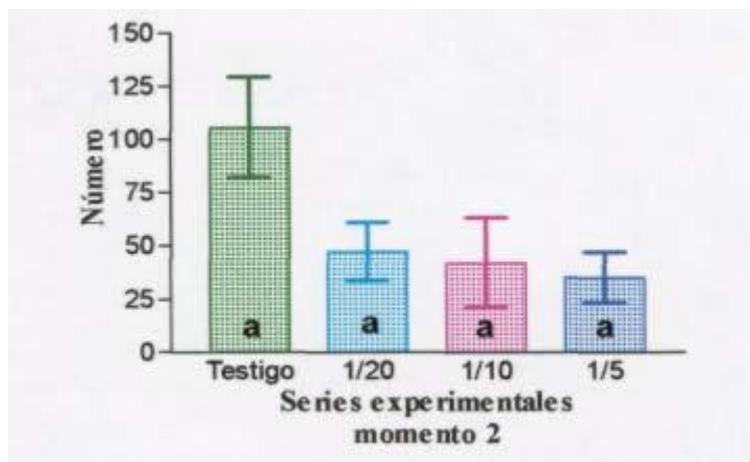
#### 6.1.2.5 Número de vocalizaciones:

El análisis estadístico intergrupo de esta variable arrojó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los grupos 1/20 de esparteína (105,3

$\pm 25,19$  vocalizaciones) y 1/5 de esparteína ( $15,07 \pm 5,75$  vocalizaciones), en el momento 1 de medición; en tanto, el análisis intragrupo no presentó diferencias estadísticamente significativas.



**Gráfico N° 19.** Número de vocalizaciones de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico. Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).



**Gráfico N° 20.** Número de vocalizaciones de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL50 esparteína en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

## **6.2. PRUEBA DE LABERINTO EN CRUZ ELEVADO**

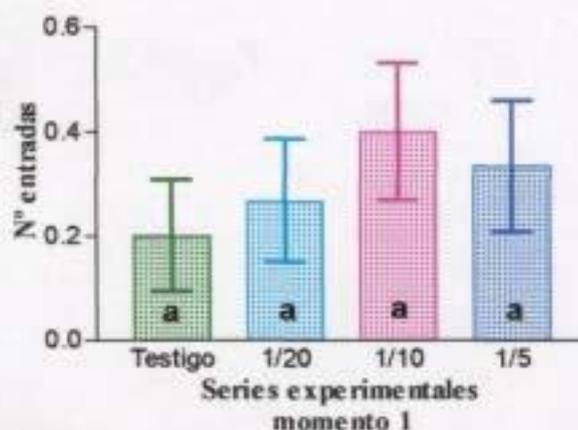
Para ambas líneas de postura estudiadas, se analizaron las siguientes variables:

- a) Número de entradas en los brazos abiertos.
- b) Tiempo de permanencia en los brazos abiertos.
- c) Tiempo de permanencia en zona intermedia.
- d) Número de entradas en los brazos cerrados.
- e) Tiempo de permanencia en los brazos cerrados.

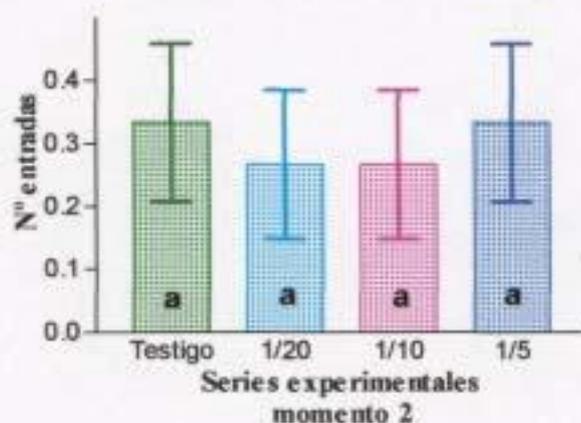
### **6.2.1 LINEA SHAVER CROSS**

#### **6.2.1.1 Número de entradas en brazos abiertos:**

El análisis estadístico de esta variable, no arrojó diferencias estadísticamente significativas, tanto en el análisis intergrupo, como tampoco en el intragrupo. Sin embargo, se pudo apreciar un mayor número de entradas en los brazos abiertos en los grupos en que se administró esparteína en el momento 1 de medición.



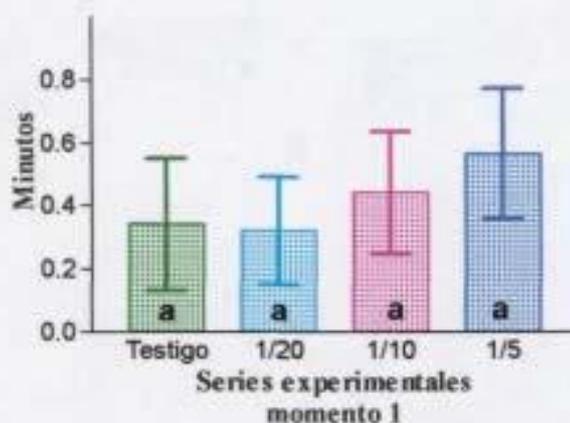
**Gráfico N°21.** Número de entradas en los brazos abiertos de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteína en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico.



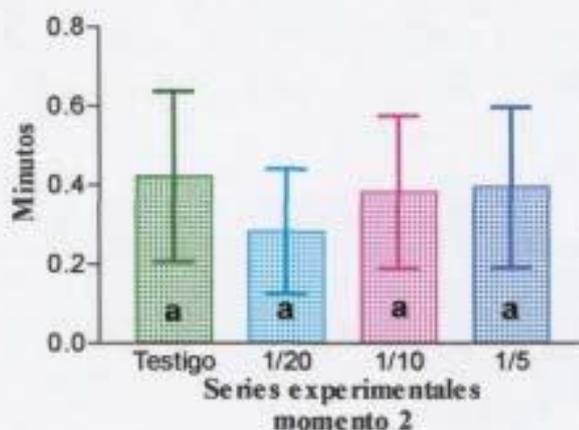
**Gráfico N°22.** Número de entradas en los brazos abiertos de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteína en el momento 2 de medición, expresadas como promedio y su error típico.

#### 6.2.1.2. Tiempo de permanencia en los brazos abiertos:

El análisis estadístico de esta variable, no arrojó diferencias estadísticamente significativas, en el análisis intergrupo, como tampoco en el intragrupo; aunque se pudo apreciar un mayor tiempo de permanencia en los brazos abiertos en los grupos 1/10 y 1/5 de esparteína en el momento 1 de medición, el que disminuyó en el momento 2, haciéndose más similares al grupo testigo.



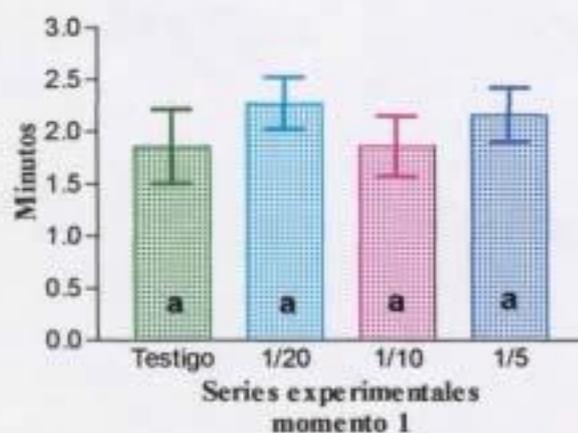
**Gráfico N° 23.** Tiempo de permanencia en los brazos abiertos (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico.



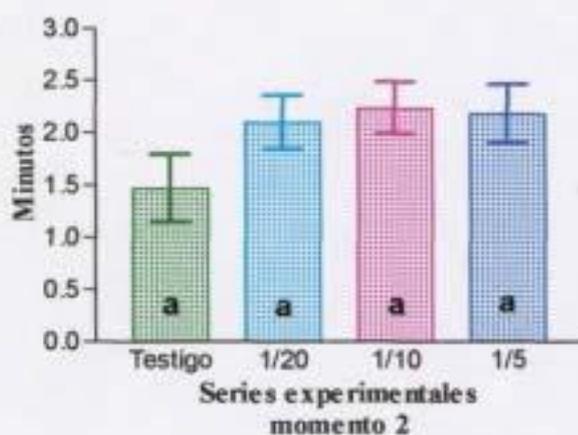
**Gráfico N° 24.** Tiempo de permanencia en los brazos abiertos (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

### 6.2.1.3. Tiempo de permanencia en zona intermedia:

No se observó diferencias estadísticamente significativas, tanto intergrupo, como intragrupo.



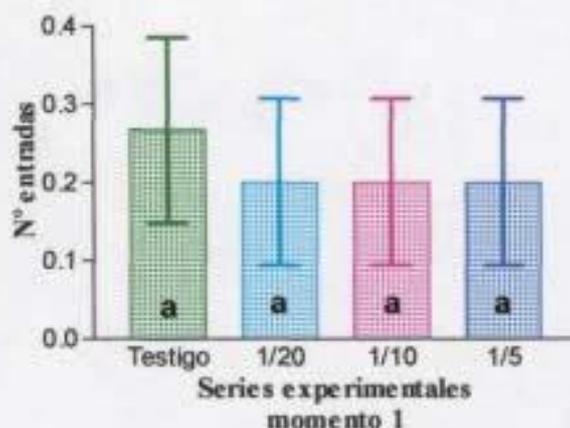
**Gráfico N° 25.** Tiempo de permanencia en la zona intermedia (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico.



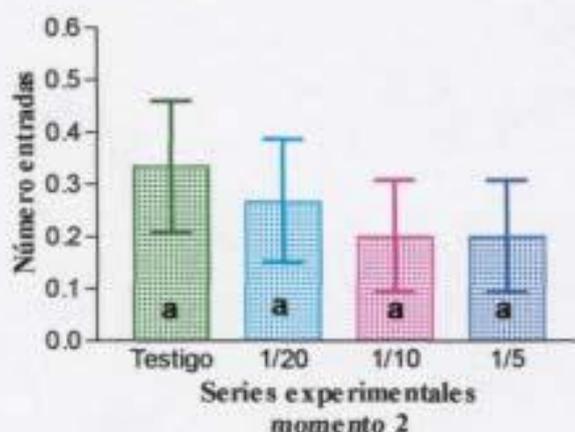
**Gráfico N° 26.** Tiempo de permanencia en la zona intermedia (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

#### 6.2.1.4 Número de entradas en los brazos cerrados:

En el análisis estadístico no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas, tanto en el análisis intergrupo, como en el intragrupo, presentando todos los grupos un número de entradas similar en los brazos cerrados.



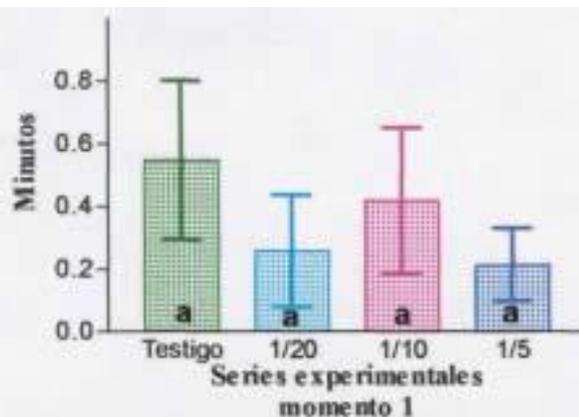
**Gráfico N° 27.** Número de entradas en los brazos cerrados (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteína en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico.



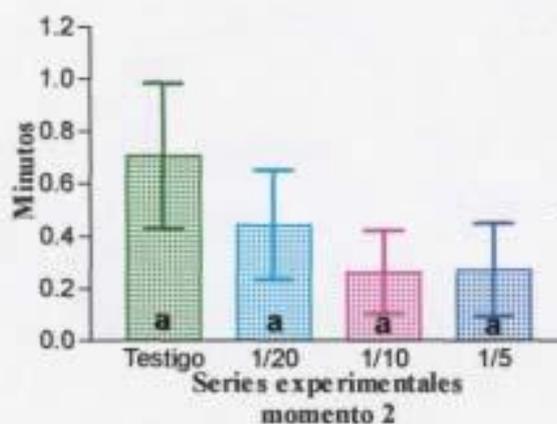
**Gráfico N° 28.** Número de entradas en los brazos cerrados (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteína en el momento 2 de medición, expresadas como promedio y su error típico.

#### 6.2.1.5 Tiempo de permanencia en los brazos cerrados:

El análisis estadístico intergrupo para esta variable no arrojó diferencias estadísticamente significativas, al igual que el análisis intragrupo. Sin embargo se pudo apreciar que los grupos que recibieron esparteína permanecieron menor tiempo en esta zona, al compararlos con el grupo testigo, tanto en el momento 1, como 2 de medición.



**Gráfico N° 29.** Tiempo de permanencia en los brazos cerrados (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico.

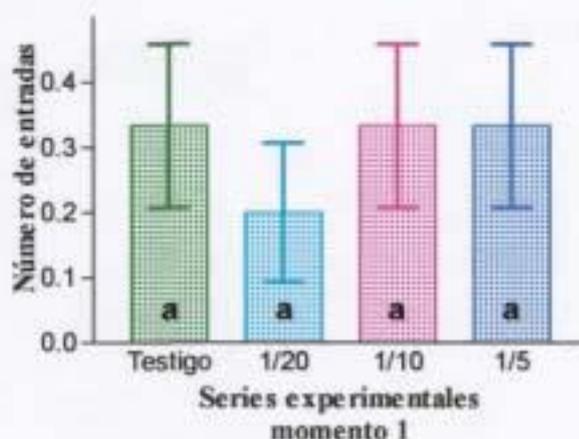


**Gráfico N° 30.** Tiempo de permanencia en los brazos cerrados (min.) de los grupos de aves de la línea Shaver cross, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

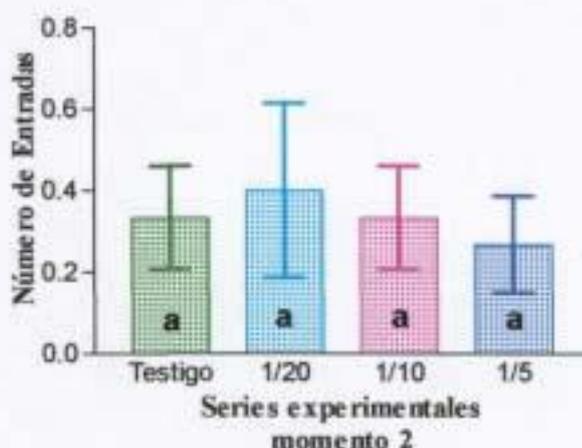
## 6.2.2 LINEA ISABROWN

### 6.2.2.1 Número de entradas en los brazos abiertos

El análisis estadístico interserie, como intraserie de esta variable, no arrojó diferencias estadísticamente significativas.



**Gráfico N° 31.** Número de entradas en los brazos abiertos de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteína en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico.

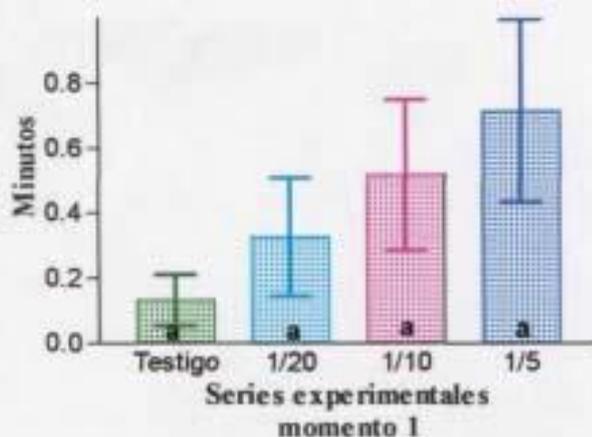


**Gráfico N° 32.** Número de entradas en los brazos abiertos de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteína en el momento 2 de medición, expresadas como promedio y su error típico.

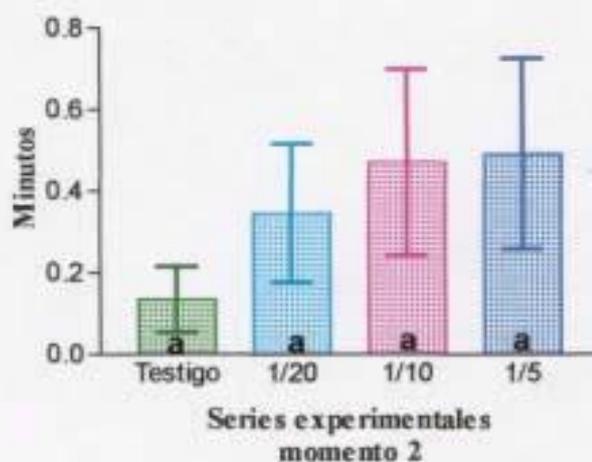


### 6.2.2.2 Tiempo de permanencia en los brazos abiertos:

Al realizar el análisis estadístico del tiempo de permanencia en los brazos abiertos, se pudo observar la no existencia de diferencias estadísticamente significativas, tanto interserie, como intraserie; aunque se pudo ver que los grupos que recibieron esparteína permanecieron mayor tiempo en este lugar en ambos momentos de medición, observándose que el tiempo de permanencia en los brazos abiertos de los grupos 1/10 y 1/5 de esparteína disminuyó en el momento 2 de medición.



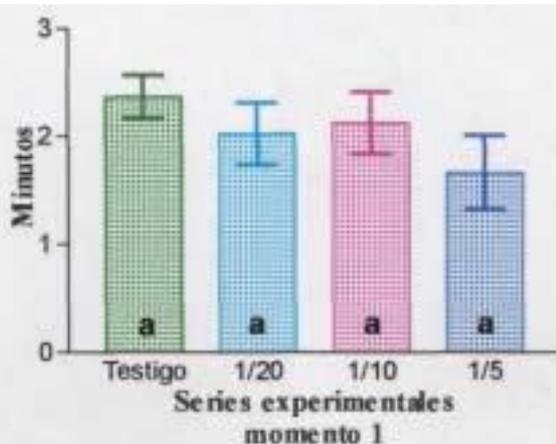
**Gráfico N° 33.** Tiempo de permanencia en los brazos abiertos (min.) de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico.



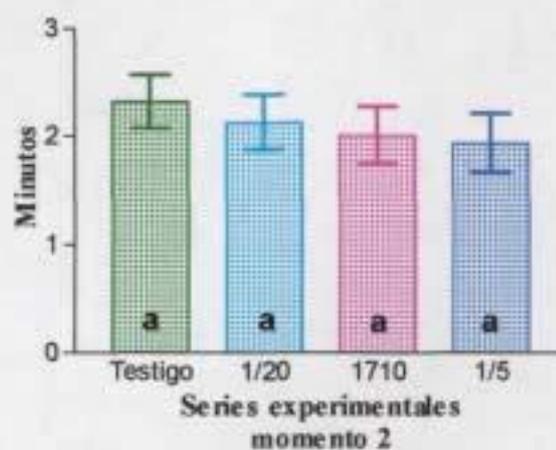
**Gráfico N° 34.** Tiempo de permanencia en los brazos abiertos (min.) de la línea Isabrown en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

### 6.2.2.3 Tiempo de permanencia en zona intermedia:

El análisis estadístico de esta variable no arrojó diferencias estadísticamente significativas, tanto en el análisis interserie, como intraserie.



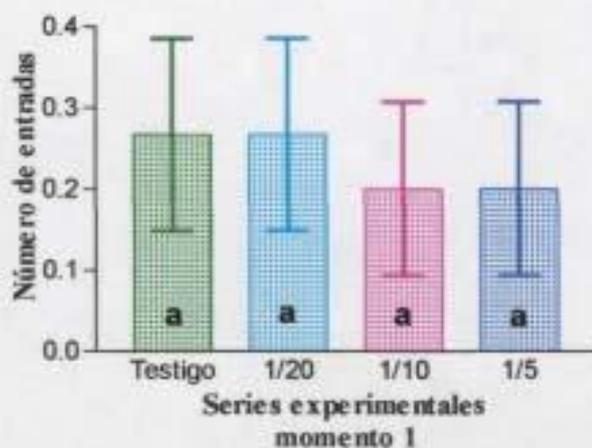
**Gráfico N° 35.** Tiempo de permanencia en la zona intermedia (min.) de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la  $DL_{50}$  de esparteina en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico.



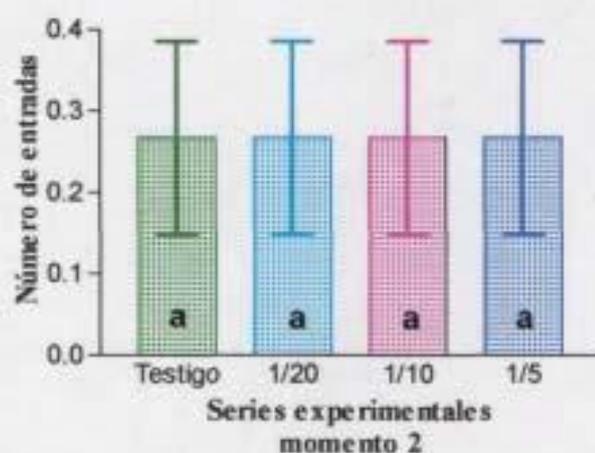
**Gráfico N° 36.** Tiempo de permanencia en la zona intermedia (min.) de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la  $DL_{50}$  de esparteina en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico.

#### 6.2.2.4 Número de entradas en los brazos cerrados:

El análisis estadístico de esta variable no arrojó diferencias estadísticamente significativas, tanto en el análisis interserie, como intraserie.



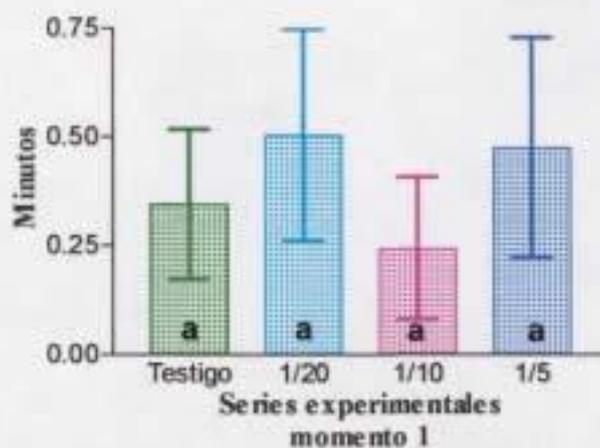
**Gráfico N° 37.** Número de entradas en los brazos cerrados de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 1 de medición, expresadas como promedio y su error típico.



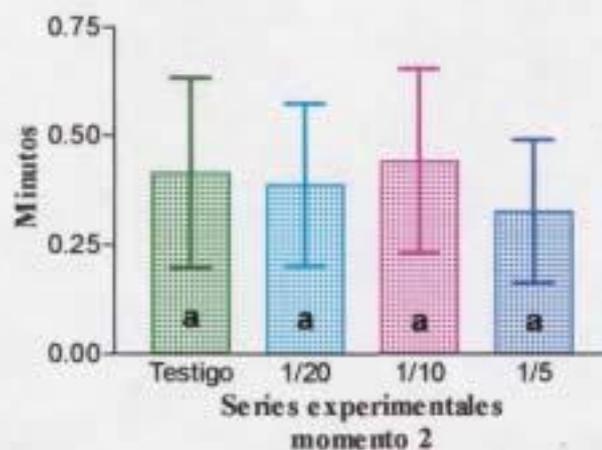
**Gráfico N° 38.** Número de entradas en los brazos cerrados de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la DL<sub>50</sub> de esparteina en el momento 2 de medición, expresadas como promedio y su error típico.

#### 6.2.2.5. Tiempo de permanencia en los brazos cerrados:

El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticamente significativas, tanto intergrupo, como intragrupo.



**Gráfico N° 39.** Tiempo de permanencia en los brazos cerrados (min.) de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la  $DL_{50}$  de esparteina en el momento 1 de medición, expresado como promedio y su error típico



**Gráfico N° 40.** Tiempo de permanencia en los brazos cerrados (min.) de los grupos de aves de la línea Isabrown, dosificados con diferentes fracciones de la  $DL_{50}$  de esparteina en el momento 2 de medición, expresado como promedio y su error típico

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Jones (1996), indica que esta prueba ha llegado a ser un instrumento ampliamente utilizado en muchos laboratorios desde su introducción hace 50 años, por su velocidad y facilidad con que pueden medirse patrones conductuales. Jones y col (1995), proponen que la respuesta de un animal a la prueba de campo abierto representa primariamente una combinación entre tendencias opuestas a reinstaurar el contacto con sus compañeros sociales y a evitar la detección por un potencial predador, coincidiendo con lo que indican Gallup y Suárez (1980). En esencia, la prueba involucra remover un animal desde su ambiente y exponerlo a uno nuevo (Jones, 1996).

Esta prueba ha sido usada primariamente para medir emotividad en roedores, pero desde hace poco tiempo, la conducta de aves en el campo abierto ha recibido especial atención.

Se procederá a discutir el comportamiento de las aves, ante las variables evaluadas en esta prueba:

### **Duración de la Inmovilidad Tónica.**

Jones y col (1995), indican que la inmovilidad tónica es una respuesta no aprendida, y su duración, es considerada positivamente como una medida de miedo en aves domésticas. Típicamente el ave lucha e intenta escapar, pero pronto adopta una postura inmóvil, la cual puede durar desde unos pocos segundos a varias horas. Según señalan Gallup y Suárez (1980), la inmovilidad tónica parece funcionar como defensa a un predador en las aves y es prolongada por la presencia de un observador humano.

La línea Isabrown no presentó diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se pudo observar que los grupos que recibieron esparteína, mostraron en el análisis intergrupo en el momento 1 de medición, una mayor duración de la inmovilidad, al igual como ocurrió en la línea Shaver cross, lo que coincide con lo obtenido por Valdés (1997) en una experiencia si-

milar con broilers, en los grupos que recibieron lupanina. Esto puede deberse a que el ser sometidos por primera vez a un ambiente desconocido, como el campo abierto, produjo en las aves un cierto grado de miedo, coincidiendo ésto con lo que indican Gallup y Suárez (1980), quienes obtuvieron un mayor tiempo de duración de la inmovilidad en aves donde se les aplicó como estímulo electricidad.

En cambio, en la línea Shaver cross se observó que el grupo 1/5 de esparteína permaneció mayor tiempo inmóvil respecto al grupo 1/20 de esparteína en forma significativa, tanto en el momento 1, como 2 de medición; pero no difiriendo del comportamiento de los otros grupos, lo que podría hacer suponer que la mayor dosis de esparteína produjo un mayor grado de miedo en el grupo 1/5 de esparteína.

Los resultados obtenidos para esta variable, se contraponen a la acción depresora del SNC descrita para esparteína por Wink (1994), la que debiera manifestarse con un menor grado de miedo en las aves, expresado como una menor duración de la inmovilidad tónica. De los resultados obtenidos, se presume que esparteína administrada en estas dosis, produce un cambio en el comportamiento de la línea Shaver cross, pero no de la línea Isabrown.

#### **Cuadrados avanzados.**

No se observó diferencias estadísticamente significativas, sin embargo se pudo apreciar que el número de cuadrados avanzados por las aves aumentó, cuanto más concentrada fue la dosis de esparteína administrada, lo que hace presumir que pudiera tener un efecto similar a un tranquilizante, que le permitiría una mayor deambulación por sentirse más tranquila. Esto coincide con lo expuesto por Denenberg, (1969) y RIVAPLAMED (1998), quienes indican que si se administra un tranquilizante, la actividad motora aumenta; pero no coincide con lo expuesto por Valdés (1997), quien administrando lupanina a broilers, encontró una respuesta muy cambiante en las aves para esta variable estudiada. Sin embargo, la no existencia de diferencias estadísticamente significativas, hace presumir que la esparteína no produce un cambio en esta variable.

**Decúbito.**

Murphy (1978), señala que las aves evidencian una respuesta de miedo cuando se encuentran en un ambiente extraño, en donde se echan y aparentan dormir. Esto fue lo que ocurrió con las aves en estudio durante gran parte de los 3 minutos que duró la prueba.

En la línea Isabrown se encontró diferencias estadísticamente significativas, en el grupo 1/20 de esparteína, entre el momento 1 y 2 de medición, al igual que en el grupo 1/5 de esparteína en los mismos momentos de medición. En la línea Shaver cross se registró diferencias significativas en el grupo 1/10 de esparteína entre los momentos 1 y 2 de medición, como también en el grupo 1/5 de esparteína entre los mismos momentos. En todos los grupos en que se encontró diferencias estadísticamente significativas, se obtuvo que el mayor tiempo de permanencia en decúbito se produjo en el segundo momento de medición; lo que podría hacer suponer que en esa oportunidad las aves de estos grupos sintieron mayor miedo que en la primera medición, pudiendo deberse a un efecto de esparteína el haber aminorado esta respuesta en aquella ocasión. Debido a los resultados obtenidos, se piensa que la esparteína administrada en estas dosis tiene efectos sobre esta variable.

**Defecaciones en el campo abierto.**

Según señala Denenberg (1969), una consecuencia de exponer a un animal a un estímulo es que éste va a desencadenar a menudo la actividad en el Sistema Nervioso Central, teniendo como resultado defecación. De manera similar, RIVAPLAMED (1998), señala que cuando un animal se expone a un ambiente extraño se produce una mayor defecación; en tanto que, una acción ansiolítica de un compuesto resulta en una menor defecación.

En este estudio, el número total de defecaciones fue similar en todos los grupos en estudio, de ambas líneas de postura y en ambos momentos de medición, coincidiendo con lo obtenido por Valdés (1997) en su trabajo con broilers, lo que hace presumir que no existe un efecto de la esparteína sobre esta variable.

### **Vocalizaciones en el campo abierto.**

Según señala Gallup y Suárez (1980), en pollos jóvenes, la respuesta de intentar restaurar el contacto social del ave, involucra las vocalizaciones. Estas son deprimidas ante estímulos tales como ruidos y presencia humana, ya que éstos indican predación para el ave; siendo ésta una forma de minimizar la detección por el predador, coincidiendo con Murphy (1978), quien señala que las vocalizaciones son descritas como una expresión de miedo.

Gallup y Suárez (1980), señalan además que las aves emiten casi invariablemente vocalizaciones previo a moverse en el campo abierto, siendo tales vocalizaciones precedidas por otras de menor intensidad, lo que puede deberse a estrategias adaptativas. Este tipo de conducta se produjo la mayoría de las veces en esta prueba.

En este trabajo se obtuvo diferencias estadísticamente significativas en la línea Isabrown, entre los grupos 1/20 y 1/5 de esparteína en el momento 1 de medición, presentando este último grupo un menor número de vocalizaciones, lo que podría hacer suponer que esparteína produjo en éste, un mayor grado de miedo en relación al grupo 1/20 de esparteína; contradiciendo el efecto depresor del SNC atribuido a esparteína por Wink (1994), el que debiera manifestarse como un mayor número de vocalizaciones de los grupos con mayor dosis de esparteína, respecto al grupo testigo, lo que se cumplió sólo para el grupo 1/20 de esparteína en el momento 1 de medición.

El número de vocalizaciones fue mayor en el segundo momento de medición para ambas líneas de postura y en la mayoría de los grupos en estudio, lo que coincide con lo señalado por Gallup y Suárez (1980), quienes señalan que la manipulación y pruebas repetidas disminuyen la respuesta de miedo en las aves hacia los humanos, ya que reducen la amenaza de predación, aumentando así la probabilidad de vocalizaciones. De los resultados obtenidos se presume que la esparteína administrada en estas dosis produce cambios sobre esta variable en la línea Isabrown.

## **PRUEBA DE LABERINTO EN CRUZ ELEVADO.**

Fernández (1997), señala que el laberinto en cruz elevado (LCE) es un modelo animal donde el repertorio conductual de roedores es usado para detectar efectos sobre la ansiedad; por lo que es un procedimiento usado a menudo para investigar agentes ansiolíticos y ansiogénicos y para estudiar la implicancia de los neurotransmisores en la ansiedad considerándose como una herramienta válida y segura para medir ansiedad (Morato y Brandao, 1997). A su vez, RIVAPLAMED (1998), indica que el laberinto en cruz elevado es uno de los modelos que mejor avalan la relación miedo-ansiedad.

Aunque en el presente estudio no se registraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables consideradas, se pudo observar algunas tendencias en algunas de ellas, que a continuación se mencionarán.

### **Número de entradas y Tiempo de permanencia en la Zona abierta.**

Las ratas evitan la zona abierta con la idea que ésta área les evoca una reacción de miedo más fuerte que la zona cerrada (Rodgers and Colé, 1994). Una rata explora tanto los brazos abiertos, como los cerrados, pero típicamente entrará más frecuentemente en los brazos cerrados (Morato y Brandao, 1997). Wolfman y col (1994), señalan que los compuestos con acción ansiolítica producen un aumento en el número de entradas en la zona abierta, como así también aumenta el tiempo de permanencia en ese lugar, lo que coincide con lo señalado por Fernández (1997) y RIVAPLAMED (1998).

La línea Shaver cross, evidenció un mayor número de entradas en la zona abierta, en aquellos grupos en que se administró esparteína, en el primer momento de medición, presentando un nivel de recuperación en la segunda medición. En relación al tiempo de permanencia en la zona abierta, se pudo observar que ésta fue mayor, cuanto más concentrada fue la dosis de esparteína administrada a los grupos en estudio, aunque sin manifestar diferencias estadísticamente significativas.

La línea Isabrown mostró un número de entradas en la zona abierta

similar entre los grupos estudiados en el momento 1 de medición; en tanto, en el momento 2 de medición se pudo observar que al ir aumentando la concentración de esparteína administrada a los grupos, el número de entradas en la zona abierta fue cada vez menor. En relación al tiempo de permanencia en la zona abierta, se obtuvo que este fue cada vez mayor cuanto mayor fue la dosis de esparteína que se administró en el momento 1 de medición, presentándose la misma tendencia en el momento 2. Esto igualmente coincidiría con lo mencionado por los autores anteriormente citados.

Al no existir diferencias estadísticamente significativas, se presume que esparteína no produce cambios en el comportamiento de las aves.

#### **Tiempo en Zona Intermedia.**

RIVAPLAMED (1998), señala que el tiempo que los animales permanecen en la zona intermedia equivale a una medida de tentativas, que puede ser asumido como un proceso relacionado a una decisión.

La respuesta a esta variable en ambas líneas de postura y en todos los grupos en estudio fue homogénea sin mostrar diferencias estadísticamente significativas, pasando todos ellos la mayor parte de los 3 minutos que duró la prueba en esta zona, lo que podría significar, según lo citado por el autor mencionado anteriormente, que las aves pasan mayor tiempo en esta zona para tomar la decisión de exponerse o no a un riesgo, suponiendo la presencia de un posible predador.

De acuerdo a los resultados obtenidos para esta variable en estudio, se piensa que esparteína en las dosis utilizadas, no produce cambios en el comportamiento.

#### **Número de entradas y tiempo de permanencia en la Zona Cerrada.**

RIVAPLAMED (1998), señala que el número de entradas en la zona cerrada es única y exclusivamente un factor relacionado con la exploración y es importante que sea registrado, a fin de sustituir el número total de entradas como índice de actividad motora.

La línea Shaver cross presentó un menor número de entradas en la zona

cerrada de forma homogénea para todos los grupos en que se administró esparteína, presentando en el momento 2 de medición una tendencia de disminuir el número de entradas en la zona cerrada, cuanto mayor fue la dosis de esparteína administrada a los grupos; aunque no se registró diferencias estadísticamente significativas.

Según lo señalado anteriormente por RIVAPLAMED (1998), esta variable indica actividad exploratoria, la que debiera aumentar si es que la esparteína tuviera acción depresora, hecho que no ocurrió en esta línea en estudio.

El tiempo que pasó la línea Shaver cross en la zona cerrada, mostró un comportamiento muy variable en el momento 1 de medición, mostrando cierta tendencia a permanecer menor tiempo en esta zona cuanto mayor fue la dosis de esparteína administrada a los grupos, sin mostrar diferencias significativas.

La línea Isabrown, en relación al número de entradas en la zona abierta, presentó resultados variables en el momento 1 de medición; en tanto, en el momento 2 la respuesta fue totalmente homogénea en todos los grupos estudiados. En relación a la variable tiempo de permanencia en la zona cerrada, se apreció una gran variabilidad en la respuesta en los grupos en estudio, en ambos momentos de medición, sin existir diferencias estadísticamente significativas.

En este trabajo, la dosis administrada de 1/20 de la DL50 de espártenla corresponde a 30,18 mg/Kg para la línea Shaver cross y a 46,46 mg/Kg para las pollitas Isabrown. Estos niveles de esparteína equivalen a 6,04 veces más para la línea Shaver cross y a 9,03 veces más para la línea Isabrown de lo que podrían llegar a consumir en su dieta diaria; considerando un 15 % de lupino en su ración, con un 1,7 % de alcaloides totales, de los cuales un máximo de 1% podrían corresponder a esparteína.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se observó leves cambios en la conducta de pollitas de línea de postura Shaver cross e Isabrown producto de la esparteína administrada, lo que sugiere un posible efecto depresor del Sistema Nervioso Central atribuido a este alcaloide, pero que no alcanza ser una estadística significativa.
2. Se descarta un posible efecto conductual posterior a la esparteína administrada a pollitas de reposición de las líneas estudiadas.

### **VIII. RECOMENDACIÓN**

1. Es recomendable estudiar el posible efecto de otros alcaloides en el organismo de aves de larga vida, como son las ponedoras, para tener así un mejor manejo de los alcaloides totales en las semillas de lupino, al realizar la formulación de raciones alimenticias.

## IX. RESUMEN

Se estudió el efecto de la esparteína sobre el Sistema Nervioso Central, al ser administrada a pollitas de líneas de postura Shaver cross (blancas) e Isabrown (café), por 5 días seguidos, a partir de los 15 días de edad, midiéndose su comportamiento mediante las pruebas de campo abierto y laberinto en cruz elevado.

Para la realización de ambas pruebas se utilizaron 150 pollitas: 75 blancas y 75 café, asignándose al azar a 5 grupos de 15 aves cada uno, los cuales fueron denominados de acuerdo al tipo de solución que se les administró: control (sin administración), testigo negativo (agua destilada), 1/20 (1/20 de la DL<sub>50</sub> de esparteína), 1/10 (1/10 de la DL<sub>50</sub> de esparteína) y 1/5 (1/5 de la DL<sub>50</sub> de esparteína). La administración se realizó por vía oral, en volumen de 0,5 ml/100 g de peso a cada ave.

Se realizaron 2 mediciones de comportamiento, siendo la primera a los 19 y la segunda a los 24 días de edad, para evidenciar en esta última, una recuperación de algún posible efecto de esparteína sobre las aves. En la prueba de campo abierto se evaluaron las siguientes variables: duración de la inmovilidad, cuadrados avanzados, tiempo en decúbito, número de defecaciones y número de vocalizaciones. En la prueba de laberinto en cruz elevado se midieron las siguientes variables: número de entradas en la zona abierta, tiempo de permanencia en la zona abierta, tiempo de permanencia en la zona intermedia, número de entradas en la zona cerrada y tiempo de permanencia en la zona cerrada.

La prueba de campo abierto registró diferencias estadísticamente significativas sólo en algunas de sus variables y en algunos de los grupos en estudio, de ambas líneas de postura; por otro lado, la prueba de laberinto en cruz elevado no arrojó diferencias estadísticamente significativas en ninguna de sus variables medidas.

De los resultados obtenidos en la prueba de campo abierto y en el laberinto en cruz elevado se puede concluir que la esparteína no produce cambios en el comportamiento y se descarta un posible efecto conductual posterior a la administración de esparteína, en las aves de las líneas de postura estudiadas.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Agro Análisis. 1992. N° 93. (Información Técnica). Junio.

\_\_\_\_\_ . 1998a. N° 167. (Informe Económico). Julio.

\_\_\_\_\_ . 1998b. Lupino y Cebada Cervecera: Costos de producción y rentabilidad temporada 1998/99. N° 167. p. 36-40.

Aguilera, JM; Trier, A. 1978. The revival of the lupin. Food Technology. 32 (8): 70 - 76.

Allen, JG. 1986. Lupinosis, a review. En: Proceedings of the IV International Lupin Conference, Geraldton Western Australia. p. 56-61.

Baer, E von 1972. El lupino dulce. Antecedentes generales de cultivo y de utilización en el Sur de Chile. Simiente. Sociedad Agronómica de Chile. 42 (1-3): 20-24.

\_\_\_\_\_ . 1977. Utilización del lupino dulce para alimentación de aves. En: I reunión de trabajo. Fundación Chile. Situación, análisis y perspectivas del lupino en Chile, Santiago, Chile

\_\_\_\_\_ . 1983. El cultivo del lupino. En: Tecnología y Agricultura. 5 (21): 21-23.

\_\_\_\_\_ . 1986. El cultivo del lupino. En: El campesino. 117 (6): 21

\_\_\_\_\_ .1993. Manejo del cultivo. En: Seminario El Lupino, una alternativa de progreso. Asociación Chilena del Lupino, Temuco, Chile. 47(1):1-3

Blood, DC; Radostits OM; 1992. Medicina Veterinaria. Vol. II. Interamericana. Interamericana. Mc Graw-Hill. México. P. 35-37.

Cárdenas, B. 1977. El cultivo del lupino dulce en Chile. En: I Reunión de Traba

bajo. Fundación Chile. Situación, análisis y perspectivas del lupino en Chile, Santiago, Chile, p. 27 - 35.

Catrileo, A; Rojas, C; 1995. Uso del lupino en producción animal. En: Revista tierra Adentro, 1 (4) p: 48- 49..

Cubillos, A. 1977. Empleo de semilla de lupino en alimentación aviar. En: I Reunión de trabajo. Fundación Chile. Situación, análisis y perspectivas del Lupino en Chile, Santiago, Chile pp. 57-61.

\_\_\_\_\_ . Riofrio, A; Klein, E; Molina, I; Von Baer, D. 1996a. Utilización de *Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius* (variedades dulces y amargas) como fuente proteica en raciones de pollas de reposición. En: Arch. Med. Vet. 28 (2): 41-53.

\_\_\_\_\_ . Mena, C.; Von Baer, D.; Molina, I.; Mardones, C. 1996b. Incorporación de semillas de *Lupinus albus* con concentraciones crecientes de alcaloides en dietas de gallinas ponedoras. Arch. Med. Vet. 28 (2): 51 -60.

Instituto de Planificación Agropecuaria (ODEPA, Chile). 1996. Nuestra Tierra en el Sur. Ministerio de Agricultura. Año 1 N° 3.

\_\_\_\_\_ . Cubillos, V.; Ulloa, J.; Molina I.; Mardones. 1995. Evaluación y optimización de la incorporación del lupino en las raciones de gallinas ponedoras. Informe final. Proyecto FONDECYT 1993/1995 N°1930371.

De Blas, C.; González, G. 1991. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Mundiprensa. Madrid, España. p. 75-79

Domenech, JM. 1980. Bioestadística. 3 ed. De. Herder. Barcelona, España

Gómez, E. 1998. Producción eficiente: Conozca sus alimentos. En: Revista Campo Sureño N° 748.

Informaciones Avícolas y Porcinas. 1997. Anuario de la producción avícola y porcina nacional. Chile. P. 40-45.

Jurado, R. 1989. Toxicología Veterinaria. Editorial Salvat, Barcelona, España. p. 19-22.

Kojakovic, J. 1995. Buen futuro para el lupino. En: El campesino. 126 (6): 49-50

Larrain, JL. 1978. Situación actual y perspectivas de desarrollo de este cultivo en Chile. En: El campesino. 109 (12): 24-41. Lees, P. 1978. Grano, Forraje, Hortaliza, Lupinos, Aceites, Féculas, Proteína. En: Agricultura de las Américas. 27 (3): 20 - 21, 44, 59.

Loomis, T. 1982. Fundamentos de toxicología. Editorial Acribia , Zaragoza, España. p. 62-64.

López, F. 1977. Incidencia económico-social del cultivo del lupino en la IX Región. En: I Reunión de trabajo. Fundación Chile. Situación, análisis y perspectivas del lupino en Chile, Santiago, Chile pp. 17 - 19.

Mc Auliffe, T. G. 1994. En: I Seminario Internacional de producción y patología aviar. 24 - 27 Octubre, Valdivia, Chile.

Merck. 1993. El manual Merck de Veterinaria. 4 ed. Océano/Centrum. Barcelona, España. p. 38-40.

Mora, S. 1980. Adaptación, producción y utilización del lupino en Chile. Agro Sur 8 (1):43 -56.

Muzquiz, M ; Burbano C; Cuadrado, C; De La Cuadra, C. 1993. Determinación de factores antinutritivos termorresistentes en leguminosas alcaloides. En: Investigación agraria. Producción y protección vegetales. 8 (3): 351-361.

Naranjo, C; Bustos, U.1992. Métodos en farmacología clínica. Métodos de ensayo clínico en medicamentos. Editorial OPS. Washington. USA. p.111- 115.

North, MO; Bell, DD. 1993. Manual de producción avícola. 4 ed. El Manual Moderno, S. A. de C. V. México, D. F. p. 89-97.

Peñaloza, E; Galdámez, R; Aguilera, A. 1995. Cultivar de hoja angosta: Nueva variedad de lupino en el Sur de Chile. En: Tierra Adentro 1 (1) p: 34-37.

\_\_\_\_\_. 1996. El lupino en los sistemas de producción. En: Avances de investigación en lupino. Asoc. Chilena del lupino. Serie Carillanca N° 51. Octubre, 1996.

Planchuelo, AM. 1978. Revisión bibliográfica del género *Lupinus*. Boletín Informativo del lupino N° 4.

Robinson, D. 1962. Leguminosas forrajeras. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 96-99.

Romero, O. 1993. Uso del lupino en alimentación animal. En: Seminario: El Lupino, una alternativa de progreso, Temuco, Chile, p. 8-10.

Shaver Starcross 288. 1993. Guía de manejo para la producción de huevos. Cambridge. Ontario, Canadá. p. 221-226.

Sokal R., Rohlf, FJ. 1981. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid, España. p. 136-138. Spiegel, M. 1991. Estadística. 2 ed. Mc Graw-Hill. Colombia. p. 77-81.

Valdés, P. 1997. Determinación de la DL50 de esparteína y estudio de su efecto en el comportamiento de pollos broiler al incorporarla a la dieta. Tesis, M. V. Universidad Austral de Chile, Fac. Cs. Veter. Valdivia, Chile. p. 26-31

# **XI. ANEXOS**

**ANEXO 1.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo Control en el momento 1, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>Nº Polla</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Decúbit.</b>	<b>Defecac,</b>	<b>Vocaliz.</b>
886	0,03	0	1,52	0	6
638	0,03	0	2,34	0	14
866	0,02	4	2,41	1	171
911	0,02	1	2,26	2	144
684	0,02	2	1,50	1	179
604	0,05	0	1,22	1	260
902	0,03	2	1,39	1	197
834	0,02	0	2,11	0	37
898	0,03	0	2,48	0	2
948	0,02	0	2,51	0	0
698	0,05	3	2,53	0	0
632	0,07	0	2,55	0	0
908	0,03	1	2,14	2	3
656	0,05	0	2,31	1	5
614	0,04	0	2,36	0	0
<b>Media</b>	<b>0,03</b>	<b>0,87</b>	<b>2,11</b>	<b>0,60</b>	<b>67,87</b>
<b>ESM</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>	<b>0,12</b>	<b>0,19</b>	<b>24,00</b>

**ANEXO 2.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo Testigo en el momento 1, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>Nº Polla</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Decúbit.</b>	<b>Defecac.</b>	<b>Vocaliz.</b>
961	0,02	0	1,14	0	86
960	0,03	0	1,06	1	189
637	0,03	0	2,35	1	13
969	0,02	0	0	0	145
907	0,05	1	1,26	0	19
819	0,02	0	2,18	2	79
903	0,02	4	2,31	1	8
924	0,06	2	2,28	0	5
857	0,05	0	2,49	1	2
605	0,03	0	0	1	202
612	0,06	1	2,09	1	39
891	0,05	1	2,18	2	19
977	0,05	0	2,14	1	12
858	0,03	0	2,54	0	0
865	0,03	6	2,51	0	191
<b>Media</b>	<b>0,04</b>	<b>1,00</b>	<b>1,77</b>	<b>0,73</b>	<b>73,93</b>
<b>ESM</b>	<b>0,00</b>	<b>0,46</b>	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>	<b>23,78</b>

**ANEXO 3.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo 1/20 de esparteína en el momento 1, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>N° polla</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Decúbit</b>	<b>Defecac.</b>	<b>Vocaliz.</b>
803	0,05	5	2,33	1	251
616	0,03	2	2,34	0	80
904	0,03	0	2,34	0	26
839	0,05	1	2,33	1	91
916	0,03	6	2,18	2	122
683	0,02	2	2,27	1	230
920	0,05	0	2,37	0	17
982	0,03	0	2,36	1	317
673	0,06	4	2,42	2	158
909	0,04	0	2,51	0	0
655	0,08	2	2,34	1	14
918	0,07	1	2,36	1	24
603	0,05	0	2,43	1	127
677	0,02	1	2,20	0	21
661	0,07	1	2,22	1	102
<b>Media</b>	<b>0,05</b>	<b>1,67</b>	<b>2,33</b>	<b>0,80</b>	<b>105,30</b>
<b>ESM</b>	<b>0,01</b>	<b>0,49</b>	<b>0,02</b>	<b>0,18</b>	<b>25,19</b>

**ANEXO 4.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo 1/10 de esparteína en el momento 1, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>N°</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Decúbit.</b>	<b>Defecac.</b>	<b>Vocaliz.</b>
<b>polla</b>					
863	0,03	0	2,13	0	56
952	0,03	3	2,24	1	172
681	0,05	5	2,54	1	27
675	0,03	2	2,46	1	199
880	0,03	0	2,08	0	370
609	0,04	5	2,48	1	4
874	0,07	6	2,12	1	17
910	0,02	0	2,38	0	0
663	0,08	4	2,26	0	5
889	0,05	0	2,17	0	35
996	0,08	0	2,28	0	0
844	0,05	3	2,40	0	9
957	0,02	0	2,36	0	3
607	0,02	1	2,51	1	45
<b>Media</b>	<b>0,04</b>	<b>2,20</b>	<b>2,32</b>	<b>0,47</b>	<b>62,93</b>
<b>ESM</b>	<b>0,01</b>	<b>0,57</b>	<b>0,04</b>	<b>0,13</b>	<b>27,10</b>

**ANEXO 5.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo 1/5 de esparteína en el momento 1, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>N" polla</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Decúbit.</b>	<b>Defecac.</b>	<b>Vocaliz.</b>
989	0,02	5	2,46	1	9
695	0,03	5	2,32	0	80
979	0,05	0	2,16	0	1
833	0,04	6	2,46	1	32
805	0,07	0	2,29	2	7
826	0,05	6	2,31	0	4
699	0,03	0	2,47	1	0
998	0,08	0	2,13	1	6
925	0,07	6	2,26	0	0
680	0,03	0	2,45	0	0
645	0,05	0	2,36	1	0
828	0,08	0	2,35	0	24
662	0,04	0	2,33	1	0
822	0,05	6	2,35	0	41
816	0,05	7	2,21	1	22
<b>Media</b>	<b>0,05</b>	<b>2,73</b>	<b>2,33</b>	<b>0,53</b>	<b>15,07</b>
<b>ESM</b>	<b>0,01</b>	<b>0,79</b>	<b>0,03</b>	<b>0,17</b>	<b>5,75</b>

**ANEXO 6.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo Control en el momento 2, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

N° polla	Variables				
	Inmóvil.	Cuadrad.	Decúbit.	Defecac.	Vocaliz,
886	0,02	0	0	0	5
638	0,05	3	1,14	2	202
866	0,03	0	2,14	1	57
911	0,02	3	0	2	266
684	0,05	0	2,36	0	77
604	0,03	0	0	0	223
902	0,04	0	0	1	163
834	0,05	3	0,2	2	86
898	0,08	0	2,37	0	8
948	0,03	0	0,35	1	238
698	0,07	1	2,48	0	46
632	0,06	0	2,49	0	12
908	0,05	1	0,90'	1	87
656	0,07	1	2,55	0	2
614	0,06	4	0	0	191
<b>Media</b>	<b>0,05</b>	<b>1,07</b>	<b>1,13</b>	<b>0,67</b>	<b>110,90</b>
<b>ESM</b>	<b>0,01</b>	<b>0,37</b>	<b>0,29</b>	<b>0,21</b>	<b>24,21</b>

**ANEXO 7.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo Testigo en el momento 2, para la línea Isabrown. en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>Nº polla</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Dccúbit.</b>	<b>Defecac.</b>	<b>Vocaliz.</b>
961	0,03	3	1,47	0	182
960	0,03	1	0	2	246
637	0,05	0	2,51	0	0
969	0,05	2	0	1	112
907	0,08	1	2,53	0	63
819	0,05	0	0	1	267
903	0,05	3	2,46	0	2
924	0,07	1	2,51	0	6
857	0,02	0	2,31	1	123
605	0,02	1	2,48	0	118
612	0,02	4	2,29	2	99
891	0,03	0	2,37	0	0
977	0,05	0	2,39	1	23
858	0,06	0	1,41	0	126
865	0,02	0	0	2	219
<b>Media</b>	0,04	1,07	1,65	0,67	105,70
<b>ESM</b>	0,01	0,35	0,28	0,21	23,60

**ANEXO 8.** Resultados, promedios y su error típico para el Grupo 1/20 de esparteína en el momento 2, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>N° polla</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Decúbit.</b>	<b>Defecac.</b>	<b>Vocaliz.</b>
803	0,20	3	2,46	1	123
616	0,06	0	2,47	0	52
904	0,02	1	2,48	0	14
839	0,08	0	2,48	0	5
916	0,07	6	2,35	2	103
683	0,05	2	2,43	1	91
920	0,03	0	2,39	1	24
982	0,04	4	2,29	0	176
673	0,03	3	2,11	0	19
909	0,03	0	2,51	0	0
655	0,05	0	2,38	1	2
918	0,02	2	2,50	2	25
603	0,03	2	2,52*	0	5
677	0,07	0	2,39	1	28
661	0,04	0	2,53	0	46
<b>Media</b>	<b>0,04</b>	<b>1,53</b>	<b>2,42</b>	<b>0,60</b>	<b>47,53</b>
<b>ESM</b>	<b>0,01</b>	<b>0,48</b>	<b>0,03</b>	<b>0,19</b>	<b>13,54</b>

**ANEXO 9.** Resultados, promedios y su error típico del Grupo 1/10 de esparteína en el momento 2, para la línea Isabrown, en la prueba de campo abierto.

<b>Variables</b>					
<b>Nº polla</b>	<b>Inmóvil.</b>	<b>Cuadrad.</b>	<b>Decúbit.</b>	<b>Dcfecac.</b>	<b>Vocal!/.</b>
863	0,03	1	2,42	1	31
952	0,03	0	2,49	0	17
681	0,03	2	2,33	1	49
675	0,05	2	2,48	0	0
880	0,03	1	2,12	2	301
807	0,05	7	2,52	0	3
609	0,03	0	2,41	0	0
874	0,03	4	2,47	0	0
910	0,07	0	2,37	0	3
663	0,05	0	2,38	1	13
889	0,05	0	2,43	1	88
996	0,03	0	2,37	1	0
844	0,08	5	2,31	0	0
957	0,06	6	2,51	0	0
607	0,09	0	2,10	2	130
<b>Media</b>	<b>0,05</b>	<b>1,87</b>	<b>2,38</b>	<b>0,60</b>	<b>42,33</b>
<b>ESM</b>	<b>0,01</b>	<b>0,63</b>	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>	<b>20,95</b>