

**Universidad Católica de Temuco.
Facultad de Recursos Naturales.
Escuela de Medicina Veterinaria.**



**“EFECTO DE LA ADICIÓN DEL ALGA *Macrocystis pyrifera* EN DIETAS DE
CODORNICES *Coturnix coturnix japonica* REPRODUCTORAS EN
POSTURA – RESULTADOS PRELIMINARES”**

Tesis de grado presentada como
parte de los requisitos para optar
al grado de Licenciado en
Ciencias Veterinarias.

CRISTIÁN PABLO LOZANO ESPINOSA.

TEMUCO, CHILE.

2005.

PROFESOR(A) GUIA : Dra. Nancy Ruiz Díaz. MV.
Médico Veterinario, M. Cs.

INFORMANTE INTERNO : Lic. Katherina González.
Licenciada en Biología, M. Cs.

INFORMANTE EXTERNO : Dr. Andrés Mansilla.
Biólogo, PhD., M. Cs.

PROFESOR INVITADO : Pablo Alister.
Ingeniero Agrónomo.

ÍNDICE.

Resumen.....	1-2
Summary.....	3-4
Introducción.....	5-7
Antecedentes bibliográficos.....	8- 43
Algas: importancia y utilización.....	8- 9
El alga <i>Macrocystis pyrifera</i>	10- 13
Utilización de las algas en la nutrición animal.....	13- 18
Ingredientes dietarios: características bromatológicas, utilización y restricciones en aves.....	19- 32
Maíz.....	23-24
Trigo.....	24
Harina de soja.....	24-25
Lupino.....	25- 28
Fosfato tricálcico.....	28- 29
Conchuela.....	29- 30
Sal.....	31
Harina de carne y hueso.....	31- 32
La codorniz japonesa.....	32- 42
Características del huevo de codorniz.....	42- 43
Hipótesis.....	44
Objetivos.....	44
Objetivo general.....	44
Objetivos específicos.....	44- 45

Duración.....	45
Localización.....	45
Material y método.....	46- 52
Material biológico.....	46
Infraestructura y equipamientos utilizados.....	46
Preparación de raciones utilizadas.....	46
Grupo control.....	46
Cuadro N° 1. Composición nutricional dieta control.....	47
Grupo experimental.....	47
Cuadro N° 2. Composición nutricional dieta experimental.....	48
Alimentación.....	49
Colección, pesaje y almacenamiento de huevos.....	49
Medición de la coloración de la yema.....	50
Incubación de los huevos.....	50
Análisis estadístico.....	51- 52
Resultados.....	53- 56
Porcentaje de postura.....	53
Cuadro N° 3 Porcentaje de postura diaria durante el tratamiento.....	53
Cuadro N° 4. Recolección de huevos.....	54
Pesaje de huevos.....	54
Cuadro N° 5. Pesos de huevos obtenidos durante el ensayo.....	54
Coloración de la yema.....	55
Consumo de concentrado.....	55
Cuadro N° 6. Consumo de concentrado para ambos grupos.....	55
Porcentaje de fertilidad.....	55

Cuadro N° 7. Porcentaje de fertilidad de huevos incubados Grupo control.....	56
Cuadro N° 8. Porcentaje de fertilidad de huevos incubados Grupo experimental.....	56
Discusión.....	57- 62
Conclusión.....	63
Anexos.....	64- 84
Cuadro N° 9. Estructura del huevo de codorniz.....	64
Cuadro N° 10. Composición mineral del huevo de codorniz.....	64
Cuadro N° 11. Composición de la yema del huevo de codorniz.....	65
Cuadro N° 12. Composición de la clara del huevo de codorniz.....	65
Cuadro N° 13. Requerimientos nutricionales de la codorniz reproductora.....	65
Cuadro N° 14. Efectos de la proteína en la precocidad de puesta.....	66
Cuadro N° 15. Influencia del nivel energético en los resultados de puesta de codornices japonesas con un pienso de 22% de proteína.....	66
Cuadro N° 16. Influencia del contenido en metionina + cisterna sobre el crecimiento.....	67
Cuadro N° 17. Comparación entre la codorniz y la gallina.....	67
Cuadro N° 18. Principales componentes del alga <i>Macrocystis pyrífera</i>	68
Cuadro N° 19. Contenido de macroelementos en el alga <i>Macrocystis pyrífera</i>	68
Cuadro N° 20. Contenido de microelementos en el alga <i>Macrocystis pyrífera</i>	69
Cuadro N° 21. Composición química de <i>Macrocystis pyrífera</i>	70
Cuadro N° 22. Contenido de vitaminas de <i>Macrocystis pyrífera</i>	71
Cuadro N° 23. Composición nutricional de los alimentos	

utilizados para la formulación de ambas dietas.....	71
Cuadro N° 24. Composición detallada dieta control.....	72
Cuadro N° 25. Composición detallada dieta experimental.....	73
Cuadro N° 26. Análisis proximal dieta control y experimental.....	74
Cuadro N° 27. Colección de huevos por semana según dieta.....	74
Cuadro N° 28. Porcentaje de postura semanal por dietas.....	75
Cuadro N° 29. Recolección diaria de huevos por dietas.....	76
Cuadro N° 30. Arcoseno porcentaje de postura diaria según dietas.....	77
Cuadro N° 31. Valoración del Abanico de Roche Yolk Color.....	78
Figura N° 1. Escala Roche Yolk Color.....	78
Cuadro N° 32. Consumo diario de alimento por grupo, durante el estudio.....	79
Figura N° 2 Porcentaje de postura durante la primera y segunda semana Para ambos grupos.....	80
Figura N° 3 Porcentaje de postura durante la tercera y cuarta semana para ambos grupos	81
Figura N° 4 Peso del huevo.....	82
Figura N° 5. Consumo de alimento.....	83
Bibliografía.....	84- 104

1.- RESUMEN.

El trabajo tuvo por objetivo el desarrollar una alternativa nutricional en el área de la avicultura no tradicional (producción de codorniz japonesa) adicionando harina de *Macrocystis pyrifera* en una proporción del 5% a raciones de reproductoras de *Coturnix coturnix japónica*. Para ello se alimentó 30 codornices hembras de 45 días y 10 codornices machos de 60 días por un periodo de 30 días. Finalmente se analizaron cuales fueron los efectos de la adición de harina de *Macrocystis pyrifera* sobre el porcentaje de postura, peso del huevo, coloración de la yema (pigmentación), consumo de alimento y porcentaje de fertilidad.

El porcentaje de postura promedio obtenido en el grupo 1 o control fue del 67,1% y para el grupo 2 o experimental fue del 36,4%. Lo que evidenció diferencias significativas entre ambas dietas ($p < 0,05$). Para el factor peso del huevo, este fue de 11,82 g para el grupo 1 o control y de 11,21 g en el grupo 2 o experimental, lo que indica que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$). Con respecto a la coloración de la yema, el grupo 1 o control tuvo una coloración 1 comparada con la cartilla de Roche en la primera medición y 2 en la segunda, mientras el grupo experimental tuvo una coloración 2 en la primera medición y 3 en la segunda. El consumo promedio de alimento del grupo 1 o control fue de 31,58 g/ave/día y el del grupo 2 o experimental fue de 25 g/ave/día. Dichos resultados presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) y finalmente el porcentaje de fertilidad del grupo 1 o control en promedio fue de 95% y el del grupo 2 o experimental fue de 91,7% lo que indica que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$). La inclusión de un 5% de harina de *Macrocystis pyrifera* en la dieta de codornices reproductoras

Coturnix coturnix japónica de 45 días no afecta el porcentaje de postura esperado para esa edad; no incide en el peso del huevo; la coloración de la yema del huevo no se ve modificada sustancialmente, el consumo de alimento es menor, y el porcentaje de fertilidad no es alterado.

Es posible utilizar harina de *Macrocystis pyrifera* como fuente energética en dietas de codornices, teniendo en consideración los altos niveles de yodo, sodio, fósforo y fibra, que son restrictivos.

Palabras claves: Codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*), *Macrocystis pyrifera*, porcentaje de postura, peso del huevo, coloración de la yema, consumo de concentrado y porcentaje de fertilidad.

2.- SUMMARY

The work had for objective developing a nutritional alternative in the area of the non traditional poultry keeping (Japanese quail) using for it the addition of the alga *Macrocystis pyrifera* in a proportion from 5% to portions of reproductoras of *Coturnix coturnix japónica* For she/he fed it 30 female quails of 45 days and male 10 quails of 60 days for a period of 30 days. Finally they were analyzed which were the effects of the experimental portion (*Macrocystis pyrifera*) on the posture percentage, weight of the egg, coloration of the yolk (pigmentation), I consummate of food and percentage of fertility.

The percentage of posture average obtained in the group 1 or control was of 67,1% and for the group 2 or experimental it was of 36,4%. what evidenced significant differences among both diets ($p < 0,05$). For the factor weight of the egg, this it was of 11,82 g for the group 1 or control, and of 11,21 g in the group 2 or experimental, what indicates that significant differences don't exist ($p > 0,05$). In what refers to coloration of the yolk, the group 1 or control had a coloration 1 compared with the note of Roche in the first mensuration and 2 in second o'clock, while the experimental group had a coloration 2 in the first mensuration and 3 in second o'clock. The consumption average of food of the group 1 or control was of 31,58 g/ave/día and that of the group 2 or experimental it was of 25 g/ave/día. This results present significant differences ($p < 0,05$) and finally the percentage of fertility of the group 1 or control on the average was of 95% in turn the index of fertility of the group 2 or experimental it was of 91,7% what indicates that significant differences don't exist ($p > 0,05$).

The inclusion of 5% of flour of *Macrocystis pyrifera* in the diet of quails reproductoras *Coturnix coturnix japónica* of 45 days doesn't affect the prospective posture porcenta,je for that age, it doesn't impact in the weight of the egg, the coloration of the yolk of the egg is not modified substantially, the food consumption is smaller; and the percentage of fertility is not altered.

It is possible to use *Macrocystis pyrifera* in diets of quails, having in consideration the high levels of iodine, sodium, match and fiber that are restrictive and not surpassing 10% of the portion.

Key words: Japanese quail (*Coturnix coturnix japónica*), *Macrocystis pyrifera*, posture percentage, weight of the egg, coloration of the yolk, consumption of concentrated and percentage of fertility.

3.- INTRODUCCIÓN.

Chile tiene una extensa costa marina y por ello dispone de una gran cantidad y diversidad de especies algales con potencial comercial para el consumo humano y animal (Goldzvieg y col., 1965).

Desde el punto de vista nutricional las algas han sido y siguen siendo utilizadas como fuentes alimenticias humana y animal, buscando de ellas distintos componentes como las proteínas dentro de la cual destaca la microalga *Espirulina* (Pringsheim, 1966), energía, minerales y vitaminas que son adquiridas principalmente de las especies *Fucales* (*Ascophyllum nodosum*, *Sargassum spp.* y *Pelvetia spp.*) y *Laminariales* como la *Laminaria hiperborea*, *Macrocystis pyrifera*, *Nereocystis luetkaena* y *Durvillea antartica* o cochayuyo (Vásquez, 1999 y Goldzvieg y col., 1965).

Como la digestibilidad de la proteína suele ser baja, las algas sirven principalmente como fuente de minerales, de vitaminas y calorías. El contenido de yodo es tan elevado, que una alimentación prolongada con grandes cantidades de algas puede producir síntomas de envenenamiento y su inclusión en grandes proporciones en la ración puede también afectar a la digestibilidad de los demás ingredientes de la misma (El Shazly y col., 1956 y Groenewald y col., 1971). A pesar de ello puede suplir algunos ingredientes energéticos en una ración pero tomando en cuenta sus restricciones alimenticias (Brooke, 2001).

Diversas áreas de la producción animal han introducido en las raciones distintos tipos de algas, Creupelandt *et al.* (1971) lo han utilizado en bovinos, experimentalmente en ovinos y en cerdos. Martínez y col. (1953) mencionan su

utilización en equinos. La acuicultura, por su parte contempla una importante área de investigación y desarrollo de macroalgas (Groenewald, 1971) para el uso e incorporación en raciones de peces, abalones, erizos y camarones, etc. (Cruz-Suárez *et al.*, 2000).

En la avicultura se han ocupado en distintas proporciones en gallinas y pollos de engorde, con buenos resultados como lo indican (Goldzvieg y col., 1965, Black, 1955 y Pérez, 2002) es por ello que su introducción en raciones de codornices parece prometedor, ya que la misma es una producción alternativa rápida, intensiva, con bastante potencial por la alta producción de huevos en un corto periodo de tiempo (Albino y col., 1998) en un espacio reducido (Reis, 1980).

La explotación de codornices tiene distintos objetivos como la producción de huevos y carne principalmente (Gorrachategui, 1996) así como la producción de aves de reemplazo. Esta actividad, aunque insipiente en Chile se ha ido ganando poco a poco un espacio dentro del mercado, dada las características nutricionales del huevo (Reis, 1980), la carne por su parte presenta bajos contenidos de grasa (Silva y col., 1989). Por otro lado se pueden utilizar todos los sub-productos de la explotación, como las heces en la floricultura y horticultura (Englert, 1986).

Las codornices por ser aves sumamente precoces y productivas, son altamente exigentes en proteína y energía, así como minerales (Ca y P) y vitaminas (Folck, 2002) requiriendo de fuentes o ingredientes ricos en dichos nutrientes. Esta exigencia se ve incrementada aún más cuando se encuentran en período reproductivo activo, dado por el aumento evidente en los requerimientos de producción específicos de dicho proceso.

Muchos trabajos mencionan la utilización de ingredientes no tradicionales como fuentes proteicas (Brooke, 2001) y energéticas (Armas, 2002 y Angulo *et al.*, 2002) en la alimentación de aves. La harina de *Macrocystis pyrifera* al igual que otras algas puede ser utilizada como fuente energética y mineral alternativa, pudiendo así abaratar los costos de mantenimiento de reproductores y la obtención de huevos incubables. Es importante tener en consideración que las necesidades de nutrientes de las aves dependen de la edad, raza, estado de salud, temperatura y humedad, sexo y estado reproductivo. El inicio de la puesta está asociado con un aumento sustancial del consumo de energía, proteínas y calcio para soportar la formación de la yema, el albumen y la cáscara del huevo. Las necesidades de cada uno de los aminoácidos potencialmente limitantes y el consumo de fósforo (P), sodio (Na) y cloro (Cl) están igualmente aumentados para satisfacer las necesidades de la formación del huevo (Etches, 1998). El mismo autor menciona que la ingestión apropiada de nutrientes para satisfacer las necesidades fisiológicas de mantenimiento y reproducción sin deposición de energía residual en forma de grasa, se puede satisfacer proporcionando grandes cantidades de pienso en el que la concentración de cada nutriente sea baja. Se recomienda restringir el consumo de pienso si se quieren evitar los efectos adversos del crecimiento rápido, gran tamaño del cuerpo y deposición excesiva de grasa sobre la producción de huevos y la fertilidad. El siguiente trabajo tiene por objetivo el desarrollar una alternativa nutricional en el área de la avicultura no tradicional (codorniz japonesa) utilizando para ello harina de *Macrocystis pyrifera* en una proporción del 5%.

4.- ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

4.1.- Algas: importancia y utilización.

Las algas son organismos fotosintetizadores preferentemente acuáticos que incluyen desde especies unicelulares de alrededor de 10 micrones hasta plantas enormes, como los huiros, que miden sobre 50 metros (Castilla *et al.*, 1976). Pérez *et al.* (1988) lo denominaron como el primer eslabón de la cadena trófica que más eficientemente aprovecha la energía radiante, la transforma y almacena en forma de energía molecular y la pone a disposición de otros niveles tróficos.

La importancia económica de las algas está dada por sus múltiples usos en diversos tipos de actividades humanas como la medicina, cosmética, gastronomía, industrias, etc. (Martí, 1975). Varias especies son utilizadas en alimentación, constituyendo en países como Japón hasta un 25 % de la dieta humana diaria (Castilla *et al.*, 1976). El principal productor a escala industrial de diferentes productos alimenticios obtenidos a partir de las algas es sin duda Japón (Martí, 1975). Seguido por otros países como Francia y Noruega (Goldzvieg *et al.*, 1967). Tienen un potencial de nutrientes en equilibrio natural, que permite su absorción, equilibrando las deficiencias, en diversos órganos y tejidos (Ringen, 1989).

Son bastante difundidas en la actualidad las aplicaciones de las algas en dermatología como cicatrizantes y antiseborréicas, para el tratamiento de lepra, thalassioterapia, y como componentes de dietas para adelgazar. Existe además gran cantidad de antecedentes de uso de algas en medicina veterinaria, en varios casos producidos por profesionales de esa especialidad pertenecientes a los cuerpos de caballería del ejército argentino. Controla la obesidad al disminuir el

apetito. Regula la glándula tiroides normalizando el peso corporal. Es perfectamente asimilable por el organismo. Reduce la flatulencia y la constipación aguda. Purifica y limpia las arterias eliminando los sedimentos de sus paredes. Limpia y purifica el colon, expulsando numerosas sustancias tóxicas que se adhieren a las paredes interiores del intestino. Es auxiliar contra todas las enfermedades producidas por deficiencia de sales minerales, así como un alimento que ayuda a la asimilación de sustancias esenciales (Ocampo, 1991).

Resulta un complemento alimenticio de especial interés en los siguientes casos:

- Dietas de control de peso. Por su aporte de fibra (saciantes) y bajo contenido de grasas.
- Dietas de control de colesterol. La fibra arrastra parte del colesterol junto con las heces, contribuyendo a reducir sus niveles en sangre.
- Estreñimiento. La fibra aumenta el volumen de las heces y facilita su evacuación.
- Prevención de bocio. Por su alto contenido de yodo (490 microgramos/100 gramos).
- Para aquellas personas que quieren enriquecer su dieta con nuevos sabores e ingredientes de buen valor nutritivo. Tal vez el único inconveniente que presenta es que dado su elevado contenido de sodio (3460 mg/100 g), su consumo no está aconsejado en caso de hipertensión y por su alto aporte de yodo, en personas que sufren de hipertiroidismo (Ocampo, 1991).

4.2.- El alga *Macrocystis pyrifera*

Macrocystis pyrifera pertenece al Orden de las Laminarias, es un alga de gran tamaño el cual llega a alcanzar 50 metros de longitud o más, está conformada por un conjunto de estipes que se fijan al sustrato preferentemente rocoso, por medio de un rizoide. De los estipes surgen los canuloides (ramas coriáceas), que cuentan con estructuras flotadoras llamadas neumatocistos, de aquí se despliegan las láminas. En conjunto estas estructuras forman una fronda. El hábitat de esta especie es la parte somera de la zona de mareas, y las mayores profundidades a las que se les ha encontrado corresponden a los 40.3 metros, áreas de fondo rocoso, formando mantos densos sobre grandes extensiones (Guzmán del Proo *et al.*, 1986). Se distribuye principalmente en el hemisferio Sur, excepto Antártica, (Sudamérica, Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda) y en las costas orientales del Pacífico Norte. En América se distribuye en Perú, Patagonia y Tierra del fuego al Sur y desde Santa Bárbara California a Punta San Hipólito México. Fue introducida en aguas asiáticas en 1978 por científicos Chinos (Liu *et al.*, 1984), también se ha cultivado en el Atlántico Norte en 3 ocasiones (North, 1987). Su distribución se ve afectada por la temperatura del agua, el sustrato, la exposición al oleaje e intensidad de luz en el fondo. Según Hernández (1996) cuenta con una tasa de crecimiento de hasta 14.7 cm/día en la primavera y 23.3 cm/día en el invierno, siendo su biomasa de 3 a 22 kg/m². Su ciclo de vida en promedio es de 6 meses y consiste en una alternancia de generaciones entre un esporofito asexual y un gametofito microscópico sexual.

Al alga *Macrocystis pyrifera* se le denomina comúnmente kelp, este nombre genérico utilizado para denominar a las algas cafés feófitas de los órdenes Fucales (*Ascophyllum nodosum*, *Sargassum spp* y *Pelvetia spp.*) y Laminariales (*Laminaria hiperborea*, *Macrocystis pyrifera* y *Nereocystis luetkaena*) (Vásquez, 1999), aunque hay algunos autores que solamente consideran dentro de este término, específicamente a las *Laminariales* (Vozzhinskaya y col., 1994 y Kloareg *et al.*, 1999).

Anualmente más de 4 millones de toneladas de kelp son cosechadas, principalmente de su cultivo comercial en China, Japón y Corea o de poblaciones naturales presentes en Europa, Norte y Sudamérica (Kloareg *et al.*, 1999). Comercialmente, las algas cafés son utilizadas en Asia principalmente para consumo humano y en Europa y América para la producción de harina de algas, especialmente para la producción de ficoloides (alginato), el cual genera anualmente US\$250,000,000 (Vásquez, 1999).

El uso de *Macrocystis pyrifera* a escala industrial ha requerido, para propósitos prácticos, de un análisis detallado de sus constituyentes químicos. Desde el punto de vista nutricional, las algas *Macrocystis* son productos bajos en calorías, con una alta concentración de minerales (Mg, Ca, P, K y I), vitaminas, proteínas, carbohidratos poco digestibles, fibra y bajo contenido en lípidos (Jiménez y col., 1999). La calidad de la proteína y de los lípidos es aceptable en comparación con otras fuentes vegetales principalmente debido al alto contenido de aminoácidos esenciales y altos valores relativos de ácidos grasos insaturados. El perfil de aminoácidos destaca por contener elementos esenciales para diversas especies, como alanina, leucina y lisina y no esenciales como ácido glutámico y ácido

aspártico, considerándose como una fuente de proteína complementaria, interesante por este aspecto. Los carbohidratos que se encuentran en esta alga son complejos o ficocoloides (40%), estos se presentan en forma de gomas: alginatos (18-26%), fucoidinas (polisacáridos sulfatados, glucuronoxiloglucan sulfatado) (0.5-2%), manitol (6-22%). Estos tienen la capacidad de retener agua (con sus minerales) en el alga para evitar la deshidratación (Rodríguez y col., 1991). Por su alto contenido de cenizas, la harina de algas es una fuente potencial de minerales como cloro, potasio, magnesio, yodo y otros minerales traza. Su fibra, constituida principalmente de polisacáridos solubles, difiere química y físico-químicamente de la fibra de plantas terrestres y por lo tanto induce diferentes efectos fisiológicos.

El principal uso de las algas cafés y en particular de *Macrocystis pyrifera*, parte del uso del mucílago localizado en la pared celular y en los espacios intercelulares, el cual al ser tratado con carbonato de sodio y posteriormente con ácido mineral, produce el ácido algínico; este es un compuesto poliurónico muy estable a la hidrólisis, que por si mismo es insoluble en el agua, pero tiene capacidad de absorberla y sus sales, excepto la del Ca, son solubles en agua. El mayor contenido de ácido algínico entre la feófitas lo presenta *Macrocystis pyrifera* (Villarreal, 1994).

Los alginatos se han empleado como aglutinante junto con el carragenano (otro polisacárido de origen marino) en alimentos microparticulados para la nutrición en larvicultura marina (Pedroza *et al.*, 2000), en alimentos experimentales y semicomerciales para engorda de camarones marinos y de agua dulce y de diferentes especies de peces (Houser y col., 1997). Sin embargo su utilización en

alimentos producidos a escala comercial en grandes volúmenes no es posible por el precio. Adicionalmente, en algunos estudios en peces se ha demostrado que su inclusión en niveles elevados disminuye la digestibilidad del alimento (Riaza, 1987).

4.3.- Utilización de las algas en la nutrición animal

Varios autores destacan las propiedades de algas en la alimentación de aves adicionadas a la dieta en forma de harinas. Martí (1975) afirma que el uso de algas produce un plumaje bastante brillante, aumento de peso, aumento de la viveza del ave y el porcentaje de huevos incubados también se incrementa.

El mismo autor señala que al incorporar a la dieta de pollos y ponedoras, harinas de algas en niveles de 1 a 3%, los resultados son buenos tanto para engorda como postura similares a los obtenidos al proporcionarles alfalfa. La composición de estas harinas utilizadas en la alimentación de pollos con buenos resultados es: agua 6.5%, cenizas 19.1%, extracto etéreo 2,8%, proteínas 7,0%, fibra cruda 6.2% y extracto no nitrogenado 58,5%.

Martí (1975) señaló que los niveles de incorporación para ponedoras no deben ser superiores a 10%, ya que van a incidir en la producción, peso, dureza e incubabilidad de los huevos, además de disturbios en el metabolismo. Otro aspecto interesante de las harinas de algas se debe a la presencia de ciertos pigmentos, los cuales son importantes en las aves, ya que influyen sobre la coloración de los productos obtenidos a partir de ellas, como son carne y huevos. Al hacer una comparación, se puede afirmar que las algas poseen una mayor eficiencia pigmentante sobre la yema del huevo que la alfalfa, harina de gluten de

maíz o maíz amarillo. La combinación de 11% de alfalfa y 1,5% de harina de algas, tuvo un excelente efecto sobre la coloración de la yema, no así en combinaciones de 11% de alfalfa y 3% de harina de algas.

Fontaine (1977) reporta un interesante estudio sobre la composición química de diversas especies de macroalgas de las costas del estado Sucre, señalando que ésta varía en función de la época del año, estado de crecimiento vegetativo y de las características ecológicas de la zona de recolección. Por su parte Pérez (2002) trabajando con harina de *Ulva fasciata*, reporta sobre el alto valor nutricional de esta especie cuando se incorpora a un nivel de 10% en dietas de iniciación para pollos.

El nivel óptimo en las raciones para las aves de corral se sitúa, más o menos, en un 6% con un efecto positivo en el color de la yema y en general, satisface las necesidades de vitamina A y al parecer, ayudan a combatir los parásitos intestinales (El Shazly y col., 1956, y Groenewald y col., 1971).

Particularmente para *Macrocystis pyrifera* se ha investigado su uso en la alimentación de pollos de engorda, gallinas de postura, ovejas, cabras y camarón con resultados que permiten su recomendación (Martí, 1975). En aves, aumenta los niveles de pigmentación de la yema del huevo (Strand *et al.*, 1998) y los niveles de ácidos grasos insaturados, especialmente el docohexaenoico. Es importante resaltar que cuando se utilizan en la alimentación de gallinas de postura, el huevo obtenido contiene menos colesterol y al mismo tiempo proporciona los ácidos grasos omega 3 y omega 6 por lo que se prevé un gran interés por los avicultores para su aprovechamiento (Herber y col., 1996), así mismo, en el caso de las ovejas y otros rumiantes su utilización contribuiría a

solucionar un problema que tiene el sector ganadero del estado que es la escasez de forraje en la época de secas, durante la cual esta alga alcanza su mayor abundancia (Castro et al., 1992).

El uso de algas deshidratadas como complemento alimenticio ha dado buenos resultados en bovinos y aves. Por ejemplo, *Ascophyllum nodosum* mejora en bovinos la eficiencia de utilización del alimento y la ganancia en peso, incrementa la producción de leche, minimiza la pérdida de producción durante los periodos de estrés, prolonga los períodos de lactación, aumenta el contenido de hemoglobina en sangre y produce una reducción en el contenido de grasa en la carne. La incorporación de este ingrediente ha logrado mejorar la calidad nutricional de ciertos productos, así por ejemplo, la inclusión de algas en alimentos para ganado lechero aumenta el contenido de los niveles de yodo y vitamina A en la leche (Castro et al., 1991).

El kelp también ha sido utilizado por cientos de años como fertilizante y como complemento nutricional en alimentos para ganado (Guzmán del Proo et al., 1986).

Desde hace mucho tiempo se han utilizado las algas para la alimentación del ganado, pero, en los climas cálidos, las investigaciones al respecto han sido pocas. Los resultados de alimentar con algas a especies de clima templado no son bastante estimulantes como para justificar los altos costos de producción y a pesar de que las existencias de algas son abundantes, nunca se han convertido en un pienso importante (El Shazly y col., 1956).

Las algas se han utilizado casi siempre en forma de harina desecada. La harina de calidad ha constituido, con buenos resultados, hasta el 10% de los piensos para

los bovinos y, experimentalmente, se han suministrado a los ovinos 35 gr diarios con una mayor ganancia en comparación con la de los animales testigo, es menos apropiada para los cerdos y, en algunos casos, puede dar a la carne un olor a pescado (Groenewald y col, 1971).

Las algas marinas se proponen como alternativas al uso de antibióticos como aditivos alimenticios en las dietas de los cerdos, debido a los problemas de salud que estos últimos pueden generar en el consumidor de carne de cerdo. Aunque son pobres en proteína, lípidos y carbohidratos digestibles, las algas marinas poseen una concentración alta de Mg, Ca, P, K y I, y vitaminas del complejo B (Castro *et al.*, 1992 y Allen *et al.*, 2001). La información relacionada con el efecto del uso de algas marinas en la alimentación de cerdos es muy limitada, pero resultados recientes muestran que las algas estimulan el crecimiento (Cervantes *et al.*, 2003a y b) y reducen la incidencia de diarreas en lechones recién destetados (Gómez *et al.*, 2003). El efecto de las algas marinas para promover el crecimiento (Cervantes *et al.*, 2003b) de cerdos en finalización estuvo asociado con una reducción en el espesor de grasa dorsal y un aumento en el área del músculo longísimus. Esto puede indicar algún efecto anabólico provocado por uno o varios compuestos contenidos en las algas marinas, el cual podría también afectar de manera positiva la producción de leche de las cerdas.

Desde hace un tiempo se ha planteado la necesidad de buscar nuevas fuentes nutritivas, especialmente de fuentes proteicas, a través de la utilización experimental de materiales de origen vegetal y animal, de modo de obtener información acerca de su contenido en nutrientes esenciales y su digestibilidad,

para incorporarlos en la alimentación de las distintas especies de camarones en cultivo (Hardy y col., 1991).

Por su parte, en nutrición de organismos acuáticos, *Macrocystis pyrifera* y *Ulva sp.* se han utilizado frescas y en alimentos extrudidos para el erizo de mar *Loxechinus albus* en Chile obteniendo buenos resultados en la formación de las gónadas especialmente con el alimento extruido conteniendo kelp (Lawrence *et al.*, 1997), en alimentos para el abalón, *Haliotis spp.* (Stuart y col., 1994, Marsden y col., 1996, González y col., 1996 y Fleming, 1998) y como attractante en la misma especie aunque en forma fresca (Viana y col., 1994). En Japón las algas también se han evaluado como aditivos en alimentos para peces, encontrándose que aceleran la asimilación de ácido ascórbico y mejoran las condiciones fisiológicas relacionadas a la acción de la vitamina C (Nakagawa, 1997). Consecuentemente, el metabolismo de lípidos, especialmente la lipólisis, es mejorado y el efecto dietario del alga sobre la mejoría del metabolismo de lípidos puede ser parcialmente explicado por el efecto sinérgico con la Vitamina C.

Por otro lado, se ha probado un efecto inmunoestimulante en alginatos de sodio de *Undaria pinnatifida* y *Macrocystis pyrifera* en contra de infecciones bacterianas (*Edwardsiella tarda*) en *Cyprinus carpio* L. (carpa común). Esta actividad se cree que está ligada a la relación M:G (Fujiki *et al.*, 1994) entre otros, ya que los alginatos del alga *Lessonia nigrescens* presentaron un efecto muy reducido. El laminarón sulfatado por su parte se ha encontrado que tiene propiedades inmunomodulatorias en los macrófagos *in vitro* del Salmón *Salmo salar* (Dalmo y col., 1995).

Recientemente, en camarones *Penaeus japonicus*, Takahashi *et al.* (1998) demuestran la eficacia de la administración oral de fucoidán, polisacárido sulfatado extraído del alga café *Cladosiphon okamuranos*, concluyendo que el fucoidán inhibe la adsorción del virus WSSV a las células del camarón, previniendo la infección, mecanismo previamente demostrado en virus de herpes simples, por Baba *et al.* (1988). Actualmente se comercializa fucoidán líquido extraído de algas cafés como aditivo inmunoestimulador para camarones marinos por varias compañías en el mundo.

En México, desde el inicio del año noventa, se ha utilizado la harina de *Macrocystis pyrifera* en alimentos experimentales y comerciales para abalón, y más recientemente desde mediados de 1998 en algunos alimentos comerciales para engorda de camarón como “agente aglutinante” y como “aditivo inmunoestimulante”. Esto, en algunas ocasiones a solicitud de los productores de camarón, pero en todos los casos basándose en recomendaciones técnicas aparentemente extrapoladas de las buenas experiencias reportadas en otras especies. Los resultados obtenidos en este año con el uso de estos alimentos en granjas intensivas han sido excelentes en términos de velocidad de crecimiento, tasa de conversión, y sobrevivencia en *L. vannamei* (Cruz-Suárez *et al.*, 2000).

Otras algas que se han investigado son *Ulva* y *Enteromorpha*, los resultados obtenidos permiten recomendarlas para la alimentación humana, con esto se contribuye a la diversificación de los alimentos, y a aportar elementos para su explotación.

4.4.- Ingredientes dietarios: características bromatológicas, utilización y restricciones en aves.

Las aves son animales de los que se tiene un buen conocimiento de sus requerimientos nutritivos, debido a la facilidad de la investigación por su corto ciclo de vida, el bajo costo de las raciones por la cantidad de alimento requerido y la baja demanda de espacio (Cañas, 1995).

Hablar de avicultura significa pensar de inmediato en el pollo de carne o en la gallina ponedora. Culturalmente España es un país de una importante tradición de consumo de carne de pollo como todos conocemos, pero no debemos olvidar que existe cierta producción de otras aves que se crían con muy diferentes objetivos. El pavo, el pato, el avestruz que se ha puesto tan de moda y lo que podríamos llamar, aunque no con todo el rigor, aves de caza: codorniz, faisán y perdiz, tienen sin duda cierto significado (Gorrrachategui, 1996).

El uso de diferentes ingredientes en la formulación de raciones, especialmente para aves, está limitado por la cantidad y disponibilidad de elementos nutritivos, la presencia de elementos tóxicos endógenos o exógenos y la disponibilidad física en el mercado (Maynard y col., 1998).

La temperatura ambiente también influencia sobre el consumo, el efecto depresor del consumo por las altas temperaturas se ve acrecentado con el aumento en el contenido energético de la ración. En periodos de alta temperatura se debe aumentar la concentración de la dieta con el objeto, que un menor consumo de ración logre cubrir sus requerimientos de mantención y producción. Las raciones de periodos calurosos deben tener menor contenido de fibra con el fin de

aumentar la concentración calórica y disminuir el incremento calórico que afecta al consumo de materia seca dietaria (North y col., 1993).

Para las aves de postura, se procura entregarles un alimento balanceado que produzca un crecimiento normal, sin excesos de gordura, basado en un balance de aminoácidos, vitaminas y minerales, con el nivel energético justo para obtener crecimiento y producción normales (Cañas, 1995).

Para obtener buenas tasas de crecimiento se necesita que una dieta no sólo supla los requerimientos cualitativos y cuantitativos de nutrientes, sino que también debe ser ingerida, digerida y absorbida en la cantidad adecuada (Cuenca y col., 1987, De La Higuera, 1987 y Akiyama *et al.*, 1991). Por esta razón, es esencial obtener información acerca de la digestibilidad de los ingredientes constituyentes, ya que una dieta puede parecer una excelente fuente de nutrientes debido a su composición química, pero ésta será de pequeño valor nutritivo a menos que pueda ser digerida y absorbidos los nutrientes por el animal (Akiyama *et al.*, 1991 y Sudaryono *et al.*, 1995).

El calcio constituye un nutriente muy importante en ponedoras para la formación del cascarón y su requerimiento está directamente relacionado con el nivel de producción. También se afecta por el nivel de consumo de alimento y grado de utilización intestinal, solamente el 50-60% del calcio es asimilable a nivel intestinal (Maynard y col., 1998).

En los planteles avícolas se usan fundamentalmente conc entrados, elaborados en base a alimentos de alta digestibilidad. Es común suministrar estos concentrados en forma peletizada, obteniéndose así importantes ventajas como son, menor desperdicio, menor selección del alimento, menor pérdida de elementos menores

(vitaminas minerales), mejor manejo del alimento (menor volumen, mejor funcionamiento de comederos) y un aumento de la digestibilidad de ciertos ingredientes como almidón, por acción de la temperatura y humedad utilizadas en el proceso. Quizás la única desventaja es que tiende a destruir o desestabilizar vitaminas por efecto de la temperatura, humedad y presión usada en su fabricación. Las características principales de los concentrados para aves son una alta densidad energética y proteica y bajo contenido de fibra, dadas básicamente por los granos de cereales, subproductos de oleaginosas y productos proteicos de origen animal (North y col., 1993).

Los granos de cereales se caracterizan por ser deficientes en algunos aminoácidos, ya que la proteína es deficitaria en lisina y en algunos casos en triptofano como ocurre con el maíz y en treonina, en el caso del sorgo y del arroz. Por lo tanto, cuando se usan en la alimentación de cerdos y aves, estas deficiencias deben recibir atención mediante la incorporación de un suplemento proteico, el que además de suplir los requerimientos de Proteína cruda, aporte los aminoácidos deficitarios (Maynard y col., 1998).

A diferencia del hombre y ciertos mamíferos que utilizan el sentido del gusto para regular la ingestión del alimento, las aves lo hacen fundamentalmente por el tenor energético de la dieta. Una dieta equilibrada en sus nutrientes es consumida hasta satisfacer una cierta cantidad de energía diaria. Por ello, es importante conocer el contenido de energía metabolizable de un alimento para determinar su aporte de energía, lo cual es fundamental para establecer el nivel de los otros nutrientes en la dieta. La energía como principal necesidad dietética del animal, se requiere para

mantenimiento y producción, por lo tanto, aunque el animal no esté produciendo, siempre tendrá un requerimiento de energía (Cañas, 1995).

Las aves utilizan bien el almidón debido al humedecimiento y temperatura en el buche, trituración en la molleja y posterior ataque enzimático por la amilasa pancreática. Las grasas son la fuente más concentrada de energía y las aves tienen gran capacidad para utilizarlas. El ácido linoleico es considerado esencial en las aves, para dicho efecto se agregan a la dieta grasas insaturadas de origen vegetal, dado que tienen mejor digestibilidad que las formas saturadas, también favorece la absorción de vitaminas liposolubles, reduce la polverulencia de la dieta y la torna más palatable y homogénea, mejora la eficiencia alimenticia y es utilizado como lubricante en el proceso de peletización. Las proteínas por su parte son una fuente ineficiente de energía cuya función principal es la de proporcionar los aminoácidos necesarios para cubrir los requerimientos en los diferentes estados de producción. Las fuentes proteicas pueden ser tanto de origen animal como vegetal y necesitan tener un buen balance de los aminoácidos que deben estar utilizables para el animal. La disponibilidad de fósforo depende del origen de este, por lo tanto en dietas de aves es necesario formularlas en base a fósforo disponible y no total (North y col., 1993).

Las aves son especialmente sensibles a elementos tóxicos de tipo endógeno, a los que responden con baja de producción, baja eficiencia alimenticia e incluso mortalidad (Cañas, 1995).

Como en el caso de otras especies avícolas, todos los trabajos realizados y referencias dadas se hacen en base a los valores de energía metabolizable medida en pollos, pero hay que plantearse si estos valores son utilizables en el

caso de la codorniz. Partiendo de la mayor velocidad de paso de los alimentos por el intestino en la codorniz y en consecuencia de su menor tiempo de retención, la hipótesis no parecería del todo correcta, en cambio los trabajos llevados a cabo por varios autores y entre ellos los de Sakurai (1978) demuestran que en la mayoría de las materias primas los valores son coincidentes.

4.41.- Maíz:

El maíz está considerado como uno de los mejores cereales para la alimentación si se aprovechan sus ventajas y se corrigen sus deficiencias. Es uno de los mejores alimentos para toda clase de ganado ya que se puede dar sin restricciones a bovinos, aves y cerdos. Es un alimento básico para el hombre y una importante planta forrajera para los animales. Constituye una fuente excelente de hidratos de carbono, el grano de maíz analizado tiene un 11% de proteínas y un 7% de grasas, por lo que la dieta debe complementarse con alimentos proteicos (Maynard y col., 1998).

En relación al maíz, el grano de trigo contiene algo menos de almidón (76% vs. 70%) y no difieren en su cantidad de fibra bruta (3%). Su contenido proteico, a pesar de ser bajo como todos los concentrados energéticos, resulta superior al de los demás cereales entre ellos al maíz (9,5% vs. 13%). También como todos los granos de cereales, tiene un muy bajo tenor de calcio (<0,1%) y es aceptable su concentración de fósforo (0,3-0,5%). La concentración energética (bovinos) expresada en Megacalorías de Energía Metabolizable (EM) por kg de materia seca (Mcal EM/kgMS) es de alrededor de 3,51. El grano de maíz tiene

aproximadamente 3,34 Mcal/EM/kg/MS por lo que en términos de energía, el grano de trigo resulta en promedio un 5% superior (Cañas, 1995).

4.4.2. - Trigo:

La disminución del tamaño de las partículas si bien aumenta la digestibilidad del grano de trigo en el tracto gastrointestinal total (99% para el grano de trigo aplastado versus 79-62% grano de trigo entero para dietas con 60% de almidón), también aumenta el riesgo de acidosis (Cañas, 1995).

El trigo es gelatinoso, cuando se tritura y se usa en grandes porcentajes tiende a “empastarse” en el pico de las aves. La pastosidad algunas veces puede producir necrosis de pico. Si el trigo incorporado en ración avícola es gruesamente triturado o si es peletizado se evitarán casi por completo estas dificultades. El trigo no tiene fuentes de vitamina A, ni propiedades pigmentarias. Desde el punto de vista de la energía metabolizable, 49 kg (109 lb.) de trigo equivalen a 45 kg (100 lb.) de maíz (North y col., 1993).

4.4.3. - Harina de soja:

La harina de soja es la fuente de proteína más importante en dietas de cerdos y pollos en la mayor parte del mundo. No es común encontrar una dieta para pollos que no contenga al menos un 10% de harina de soja, pudiendo llegar incluso a un 35%. La harina de soja es una de las fuentes de proteína de mayor calidad y menor variabilidad. Aun así, puede existir variabilidad en cuanto a la cantidad (análisis) y a la calidad (digestibilidad) de los nutrientes entre distintas muestras y fuentes de la harina. Dicha variabilidad se debe a las diferencias en la variedad de

la soja, condiciones de crecimiento y de almacenaje y a variaciones en el procesado. (Dudley y col., 2003).

Los mismos autores mencionan que la harina de soja con alto contenido en proteína (47,5-48,5) generalmente es la fuente más económica de nutrientes. Se separa la cascarilla de la soja de 44-45% de proteína y se obtiene la harina de alto contenido proteico, dado que la cascarilla tiene poca proteína y es de baja digestibilidad. La soja contiene factores antinutritivos (inhibidores de la tripsina, lecitina y otros). Los inhibidores de la tripsina interfieren con la acción de esta enzima, reduciéndose la digestibilidad de los aminoácidos. Muchos de los factores antinutritivos de la soja (harina y haba) son termolábiles con lo que deben someterse a un proceso térmico para su destrucción. Asimismo el calentamiento mejora la digestibilidad de todos los aminoácidos y la productividad. Sin embargo, un calentamiento excesivo o sobrecalentamiento destruye los aminoácidos y disminuye la digestibilidad de los mismos, sobre todo para los casos de la lisina y la cisteína. El objetivo es aplicar la cantidad óptima de calor para obtener el producto con mayor valor nutricional. Un calentamiento insuficiente influye negativamente sobre la digestibilidad de los aminoácidos porque los factores antinutritivos no se destruyen y un calentamiento excesivo destruye los aminoácidos y disminuye su digestibilidad.

4.4.4. -Lupino:

Dentro de las leguminosas de grano, el lupino constituye una interesante fuente proteica y energética en la producción avícola. La semilla de lupino presenta una composición considerable de proteínas, fluctuando el contenido de ella entre 30 y

45%, dependiendo del cultivo, selección genética y época del año (Mc Ginnis, 1990). Sin embargo, presenta deficiencia en aminoácidos azufrados, principalmente metionina, por otra parte, posee un elevado valor de energía metabolizable, el cual varía entre 2.991 a 3.280 Kcal/kg en *Lupinus albus* (Mora, 1980).

El lupino presenta sustancias antinutricionales, entre las que se encuentran los taninos, inhibidores de proteasas, hemaglutininas, alfagalactósidos y alcaloides, encontrándose los tres primeros en muy baja cantidad (Tapia, 1982). Especial importancia tienen los alcaloides presentes en las distintas variedades de *Lupinus* spp., los cuales se clasifican dentro del grupo quinolizidínico. Los alcaloides se ubican mayoritariamente en la semilla, como son: lupanina, 13-hidroxilupanina, esparteína, 4-hidroxi-lupanina, multiflorina y angustifolina, siendo el primero el de mayor proporción (Von Baer y col., 1992).

Algunos factores antinutritivos que se han encontrado en la semilla de lupinos en cantidades mínimas son inhibidores de la tripsina, saponinas, hemoaglutininas, vicinas, convicinas y taninos (Tapia, 1982). En cantidades más importantes están los alcaloides, compuestos nitrogenados no proteicos, la mayoría de ellos derivados quinolizidínicos de variada complejidad, que le confieren el sabor amargo a la semilla según la cantidad presente (Hill, 1986 y Von Baer y col., 1997).

La semilla del lupino es un excelente nutriente proteico - energético, de producción nacional, que se utiliza en la alimentación aviar. Sin embargo, en las variedades conocidas como amargas, su utilización se ve restringida por el alto contenido de alcaloides en sus granos (Tapia, 1982).

Los lupinos han sido clasificados, según el contenido de alcaloides, en “amargos” aquellos que poseen hasta un 3% y “dulces” aquellos que presentan un 0.05%. La especie *Lupinus albus*, según el porcentaje de alcaloides en la semilla, se clasifica en 4 tipos: dulce hasta 0.05%, semidulce 0.051% a 0.15%, semiamargo 0.151 a 0.30% y amargo más de 0.30% (von Baer y col., 1992).

El consumo de alcaloides del lupino se caracteriza por acción paralizante del sistema nervioso central, especialmente a nivel del centro respiratorio y vasomotor, los cuales son estimulados y luego paralizados. Este efecto origina fallas en la presión sanguínea, lenta frecuencia cardíaca, dilatación pupilar y muerte por asfixia asociada con convulsiones, cuadro conocido como “Intoxicación por lupino”, el cual se ha presentado en forma natural en caprinos, bovinos, ovinos, porcinos, equinos y ciervos (Jurado, 1989). Se describe además, un cuadro teratogénico producido por uno de los alcaloides del lupino, la anagirina, presente en *Lupinus caudatus* y *Lupinus séricus* (Keeler y col., 1980). Por lo general los alcaloides son considerados hepatotóxicos (Jones y col., 1983), sin embargo, estas sustancias quinolizidínicas no producen acciones nocivas sobre el hígado (Blood y col., 1988). No obstante, se describe un cuadro hepático de carácter crónico llamado “lupinosis”, el cual es producido por los metabolitos tóxicos del hongo *Phomopsis leptostromiformis*, parásito de la semilla (Culvenor y col., 1986).

Los cultivares dulces no presentan limitaciones para emplearlos en raciones de alimentación de aves, salvo en déficit de aminoácidos azufrados, especialmente metionina (Mc Ginnis, 1990). En el caso de las formas amargas de las semillas de *Lupinus albus*, como *Lupinus angustifolius*, las investigaciones en aves de carne:

patos o broilers (Cubillos y col., 1977), gallinas de reposición: período de crianza (Cubillos y col., 1996a), recría (Cubillos y col., 1996b) y postura (López y col., 1997), los resultados en general no señalaron efectos tóxicos (Cubillos y col., 1982) al incorporarlas hasta en un 25% en la crianza de patos y entre un 10 a 12% en broilers y ponedoras.

Diferentes investigadores han utilizado lupino en raciones de ponedoras, llegando a incorporar hasta un 30% en la ración, sin observar diferencias productivas (Prinsloo y col., 1992).

4.4.5. - Fosfato tricálcico:

El Fosfato tricálcico es utilizado en la industria agropecuaria como aditivo en la preparación de alimentos para animales, en especial en dietas avícolas, bovinas y porcinas. Los fosfatos tricálcicos provenientes de rocas fosfóricas crudas (RRP) son comúnmente empleados como fuentes de fósforo en la formulación de dietas para pollos en Chile. El valor biológico (VB) de estos RRP, ha sido determinado en el pasado, con resultados contradictorios, fluctuando entre valores de 100 a 59% (González, 1988 y Sullivan y col., 1993).

Con el objeto de evitar deficiencias marginales de fósforo (P), los nutricionistas avícolas en Chile, normalmente estiman que la biodisponibilidad del P de los RRP oscila entre 70 a 80%. Esta práctica se traduce, seguramente, en la excreción de cantidades significativas de P en las fecas de estas aves, contribuyendo así a la polución del medio ambiente. Más aún, corrientemente estos RRP contienen altas concentraciones de elementos minerales considerados potencialmente tóxicos para los pollos, tales como flúor (F), aluminio (Al), cadmio (Cd) y vanadio (V)

(González, 1988). Sullivan y col. (1993) indican que el nivel de V encontrado en varios suplementos de P, podría ser un serio problema para las aves debido a eventuales aportes adicionales de V efectuados por otros ingredientes de la dieta. Es conocido que estos y otros elementos minerales "contaminantes" incluidos en los RRP, se pueden acumular en los tejidos de estos animales (Sullivan y col., 1994).

Por otra parte, las dietas de iniciación para pollos broiler en Chile son formuladas para aportar entre 0.45 y 0.50% de fósforo disponible total (NRC, 1994). El uso de suplementos de fósforo con un alto valor biológico para este elemento, podría potencialmente permitir la formulación de dietas con un menor contenido de P, sin alterar negativamente los elevados rendimientos productivos de las aves. Este hecho, por lo tanto, debería contribuir a la disminución del costo de la suplementación fosfórica y además, a disminuir la contaminación con P del medio ambiente.

Esta situación debería ser de especial preocupación tanto para los productores avícolas especializados, como también para los nutricionistas, ya que el "mercado" exige productos nutritivos y libres de tóxicos aunque sean potenciales, de modo de contar con alimentos de calidad y "sanos" (González, 1988).

4.4.6. - Conchuela:

La conchilla de ostras y otros moluscos es otra fuente importante de Ca. Normalmente, sufre un tratamiento térmico previo a su comercialización a fin de reducir la contaminación microbiana (Cañas, 1995).

El Ca de la conchilla es tan disponible como el de la piedra caliza, pero al ser menos soluble y de tamaño más grueso, se libera más lentamente. Por lo tanto, la suplementación con conchilla suele mejorar la calidad de la cáscara, especialmente en aves viejas, condiciones de calor y raciones con bajo contenido en calcio total (Shrivastav y col., 1989).

Gorrachategui (1996) afirma que para la postura son necesarios entre 550 y 650 mg/codorniz/día de calcio para un peso de 140 ó 220 gr y una masa de huevo puesta diariamente de 9 ó 10 gr así como entre 45 y 55 mg/codorniz/día fósforo disponible para las mismas condiciones.

Shrivastav y col. (1989) aconsejan un 2,8 % de calcio y una relación de 4:1 para las raciones de postura. Estos mismos autores llegaron a la conclusión que niveles altos de calcio pueden perjudicar a la producción y al peso del huevo.

El aporte de Calcio es una necesidad primaria para la formación del hueso y cascarón del huevo, pero también tiene otras funciones. Se deposita en la médula ósea para después ser liberado y contribuir a la formación del cascarón. La cantidad depositada no está relacionada con la porción de calcio dada durante el periodo de crecimiento, de hecho demasiado calcio en el crecimiento va en detrimento de la máxima producción de huevo, probablemente por la lesión en el desarrollo de la glándula paratiroides. El incremento de calcio se requiere alrededor de una a dos semanas antes que la polla ponga su primer huevo. Una vez que empieza la producción de huevo, la fuente de calcio para la formación del cascarón proviene de la dieta y depósitos de la médula ósea (Raju y col., 1982).

4.4.7. - Sal:

Las materias primas de uso común en piensos son, en general, pobres en Na por lo que se precisa suplementación mineral extra. La disponibilidad del Na en la mayoría de los ingredientes es alta y superior al 70% en relación a la sal común (Cañas, 1995).

El mismo autor señala que la principal fuente de Na es la sal común con una riqueza en cloruro sódico superior al 95% y que contiene aproximadamente un 38% de Na y un 58% de Cl. La sal puede proceder de salinas terrestres, minas o ser obtenida por evaporación del agua de mar

4.4.8. - Harina de carne y hueso:

La harina de carne y hueso es un producto altamente proteico constituido de restos de frigoríficos y canales descartadas por el servicio de inspección sanitario (no debe contener cascotes, cuernos, contenido gástrico, heces, ni otros materiales extraños y potencialmente dañinos o nocivos). Esta harina ofrece un alto valor biológico siendo utilizada en raciones para aves, cerdos y caninos. Por ser un producto con altos tenores de proteína y baja degradabilidad ruminal, además de altos niveles de minerales (Ca y P) se utiliza con regularidad en dietas para rumiantes. Por tratarse de un producto alimenticio de origen animal es bastante exigente en control de calidad, conservación y almacenamiento (altas temperaturas y humedad relativa pueden llevar a la putrefacción del material). Se ha observado que entre las harinas de origen animal la harina de carne y hueso presenta la mayor estandarización respecto a su composición química entre los distintos fabricantes. El material es triturado y cocido a vapor seco durante dos

horas a una temperatura de 120 °C luego es sometido a un prensado de 5 a 6 kg por centímetro cuadrado con el propósito de extraer el cebo, posterior a ello la torta desgrasada es molida obteniéndose el producto final el cual contiene un equivalente proteico variable entre 45 y 60 % dependiendo de la materia prima utilizada. Los principales beneficios en su utilización los podemos ver en la alta concentración de aminoácidos de buena calidad a bajo costo y en el perfil balanceado de aminoácidos. Por los niveles de grasa, se pueden considerar una buena fuente de energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas y otros nutrientes, como son fósforo disponible, calcio y minerales traza. Este producto es más accesible que el desecho de carne y es buen suplemento, con 47 a 50% de proteína, contiene alto porcentaje de hueso molido. Eleva el calcio y fósforo. Puede usarse hasta 10% en la ración, pero frecuentemente está restringido en alrededor de 5% (North *et al.*, 1993).

4.5.- La codorniz japonesa:

La codorniz pertenece al orden Galliforme, familia Phasianidae, clase Aves, género *Coturnix*, especie *Coturnix coturnix Japónica* (Howes, 1964).

La codorniz es la ponedora por excelencia, pone unos 300 huevos al año, aunque hay ejemplares excepcionales que pueden llegar a poner hasta 500 huevos. El huevo alcanza el 8% del peso vivo del ave (Pérez, 1966).

Es un ave doméstica, más adecuada para la producción intensiva debido a sus cualidades como ponedora y a su mayor potencial de crecimiento. Una característica de la codorniz es su dimorfismo sexual, las hembras son más pesadas que los machos (entre 10 y 25 gr aproximadamente), además su sexo se

puede diferenciar por el color de su plumaje, es castaño arenoso, el lomo, las alas y el cuerpo están jaspeados por un plumaje de color negro, blanco, amarillo y marrón, tiene unas listas en la cabeza de color amarillento o blanco a modo de cejas. La hembra es jaspeada, mientras el macho tiene un pecho de color rojo ladrillo, otro aspecto tiene relación con que la hembra es muda, y el macho canta, la diferenciación se puede llevar a cabo a los 15 días. Podemos comprobar el dimorfismo sexual y la gran diferencia que podemos encontrar según se trate de codorniz japonesa seleccionada de tipo pesado o de codorniz sin seleccionar (Gorrachategui, 1996).

La codorniz japonesa pone entre dos y tres veces más que la gallina ponedora en relación a su peso vivo, ello en parte es debido a que alcanza la madurez sexual a una edad muy temprana, a los 40 - 45 días, aunque esto depende mucho del programa de iluminación. El pico de puesta se suele alcanzar hacia las 8-9 semanas y no es raro que en ese momento la producción supere el 100% de puesta (Bissoni, 1993).

Las codornices reproductoras necesitan un macho para cada dos o tres hembras. La fertilidad disminuye de manera importante a partir del 4º mes de puesta y por eso la puesta se mantiene sólo durante un periodo de 18/20 semanas en el que se obtienen unos 72/75 huevos incubables (Pérez y col., 1966).

El factor productor de huevos en la *Coturnix coturnix Japónica*, lo mismo que en la gallina, es de orden genético ligado al sexo y de positiva heredabilidad, el resto es control ambiental, alimentación, temperatura, altitud, humedad relativa, periodo de iluminación, etc. (Gorrachategui, 1996).

Es bien conocido que la intensidad y la duración del periodo de luz diaria producen respuestas asociadas con la producción de huevo, Las que son resultado del incremento en la actividad sobre el lóbulo anterior de la glándula pituitaria localizada en la base del cerebro. La estimulación de la luz causa la producción de la hormona- Folículo- Estimulante (F S H) de la pituitaria, la cual incrementa el crecimiento del folículo de los ovarios. Al alcanzar la madurez el óvulo se desprende por la acción de otra secreción hormonal de la pituitaria, la hormona luteinizante (L H) (González, 1995). El mismo autor manifiesta que por lo tanto, puede pensarse que la iniciación de la producción de huevo y la habilidad para producir un número mayor de huevos durante las fases de postura aparte de tener un orden genético, son afectados por el estímulo de la luz que activa la pituitaria, bajo condiciones normales la luz del sol produce el efecto, pero en la producción coturnícola comercial se utiliza luz artificial para complementar las horas de la luz día natural, los efectos de ambas luces son instrumentados para producir cambios en la edad en la que las codornices empiezan a poner y el número de huevos producidos. La luz aumenta también el consumo de alimento, las ponedoras sujetas a luz adecuada comen más, pero el incremento de consumo se expresa en una mayor producción de huevo. La luminosidad a de ser como mínimo de 14 hr por día, siendo periodos de iluminación de 16 a 17 hr por día adecuados para una buena producción, hay quienes recomiendan hasta 18 hr de iluminación con excelentes resultados (González, 1995).

Tener en el plantel un macho cada tres hembras es una relación adecuada para obtener una fertilidad aceptable. También la luz, la temperatura, el espacio de los animales, el despicado, el peso de los huevos, los periodos de almacenamiento

previos a la incubación, las condiciones de cría, etc., son factores que inciden, en mayor o menor grado, sobre la fertilidad. Los machos pueden dejarse permanentemente con las hembras. La ventaja de este manejo es el máximo de fertilidad posible del plantel y la desventaja, el aumento del picaje, la agresividad del macho, el desplume, etc. (González, 1995).

Entre estos valores, lo más frecuente es encontrar consumos de unos 20 gr, las codornices de puesta consumen entre 20 y 25 gr de pienso diario mientras que las reproductoras de carne pueden consumir entre 30 y 40 gr, el consumo de agua en la codorniz es aproximadamente del 140 % del consumo de pienso. Las necesidades de agua son especialmente elevadas durante las dos primeras semanas de vida (Pérez, 1966).

El consumo de pienso en la codorniz en relación a su peso, es máximo la primera semana y luego va disminuyendo hasta hacerse tres veces menor en la sexta. La ganancia diaria de peso es máxima hacia la 3ª semana y luego disminuye. Entre la 6ª y la 8ª semana, según las aves cae rápidamente ya que estas alcanzan su peso adulto (Gorrachategui, 1996).

El uso de la energía por las codornices es menos eficiente que en el pollo debido fundamentalmente a unas mayores necesidades en relación con su peso vivo como consecuencia de una mayor actividad física y a un metabolismo basal considerable por su escaso peso. Farrel y col. (1982) estiman las necesidades diarias de la codorniz para mantenimiento y actividad física en 260 x peso en kg 0.7 Kcal/día, de acuerdo con estos mismos autores, la eficiencia de la Energía Metabolizable para el crecimiento es aproximadamente del 30 %, un valor muy bajo con respecto al del pollo.

En la codorniz, igual que en la perdiz o faisán, el nivel energético del pienso es muy importante porque condiciona la cantidad de alimento consumido por el ave e influye sobre el engrasamiento final de la canal. En la fase del inicio del engorde, un régimen pobre en energía se compensa por un sobre consumo de alimento, por ello, debe haber un buen equilibrio entre la energía de la dieta y su contenido en proteína. Según las recomendaciones de Panda y col. (1990) en codornices sacrificadas a las 5 semanas de edad, la relación Energía Metabolizable/proteína para un nivel de 2.800 Kcal debe ser de 96 para obtener el máximo crecimiento con una calidad óptima de la carne. En el periodo de engorde, durante las tres últimas semanas esta relación para el mismo nivel energético podría ser de 104 a 107 (Shrivastav y col., 1982).

Para el crecimiento, las recomendaciones según los distintos autores están entre 2.600 y 3.200 Kcal/kg de pienso, la elección del nivel energético no afectará a la ganancia de peso y sí a los resultados de las transformaciones (Bissoni, 1993).

Según Sakurai (1978) habría una relación directa entre el contenido en grasa de la dieta y el tamaño del huevo.

Como se indicó al hablar de la energía, parece que las materias primas más fibrosas tienen un valor energético superior en el caso de la codorniz que en el pollo (Vila y col., 1985), lo que significaría que la digestibilidad de la fracción fibra es mayor en la codorniz debido posiblemente a un mayor tamaño del ciego en relación con su peso vivo (Santomá, 1989). Según Savory y col. (1976) parece que hay una mayor adaptación del intestino de la codorniz en función del contenido en fibra de la dieta ya que el tiempo medio de retención de la digesta es similar en las dietas con independencia de su contenido en fibra, ello sería debido

a un alargamiento del intestino y especialmente del ciego (15-20 %) en dietas fibrosas. Por otro lado según indica Sakurai (1978), el contenido en fibra no afecta a la concentración energética de la dieta si se compensa adecuadamente.

En el caso de la codorniz de puesta el uso de la energía es similar al de la ponedora (20-25 %) (Santomá, 1989) lo que refleja la alta capacidad de puesta de la codorniz. Yamane y col. (1980) en sus estudios, con una ingesta diaria de 4,9 a 5,5 gr de proteína, en dos experiencias estiman unas necesidades de 62 Kcal/ave/día.

La mayoría de las recomendaciones para las codornices de puesta se sitúan entre 2800 y 2900 Kcal, aunque se pueden encontrar rangos desde 2500 hasta 3300.

Para las codornices de puesta Murai y col. (1994), recomiendan 0,7% de ácido linoleico, después de estudiar los resultados con niveles de hasta un 1,5%. La NRC recomienda 1% tanto para puesta como para engorde.

La composición de la ganancia media diaria en las codornices, incluye una alta cantidad de proteína en relación con el pollo (Farrel y col., 1982) por lo que es lógico pensar que las necesidades en proteína de la codorniz sean altas. En efecto, esto sucede de esta manera, pero en cambio a partir de los 20 ó 30 días hay una disminución muy neta de estas necesidades debido a una disminución importante en la retención de proteína. Un exceso de proteína en esta segunda fase podría tener consecuencias negativas sobre las transformaciones, la calidad de la canal y puede que sobre el aspecto sanitario.

Según Edwards (1981), un exceso de proteína es utilizado como energía depositándose grasa en la canal a diferencia del pollo, no parece que exista

correlación entre la relación Energía Metabolizable/Proteína y el contenido en grasa de la canal.

Annaka y col. (1993) comprueban que el peso vivo aumenta con la proteína hasta las diez semanas de vida y esto sucede de manera particularmente importante durante las cinco primeras. Con una dieta de 3000 Kcal los primeros 40 días recomiendan un nivel mínimo del 20,8 % de proteína. Panda y col. (1990) obtienen los mejores resultados en codornices hasta los 42 días con dietas de 24 o 27 % de proteína y un nivel energético de 2.900 Kcal en los machos, en las hembras los resultados mejores son con los mismos niveles proteicos pero en cambio son independientes del nivel energético.

Las necesidades proteicas para la producción de huevos se sitúan entorno a los 5 gr de proteína por ave/día (Yamane y col., 1980). Dicho autor señala que no obstante hay que entender que este dato sólo puede constituir una referencia ya que las condiciones de puesta pueden ser muy variables y en todo caso dependerá de peso del ave, producción, tamaño del huevo, etc.

Annaka y col. (1993) publican un interesante trabajo sobre el efecto de la proteína en los resultados de puesta de codornices japonesas. Estudian piensos de puesta con 2900 Kcal y proteína entre 12,2 y 28,2 %. Los resultados de puesta se dan en el cuadro Nº 14. Con más de 23 % de proteína el primer huevo se pone hacia los 43 días, si disminuye la proteína los días aumentan, lo mismo sucede para alcanzar el 50% de puesta. La mortalidad en cambio fue menor con dietas entre 19 y 24 %, aunque no se estudiaron las causas.

En cuanto a la puesta, la masa de huevos y el índice de conversión son óptimos con una proteína de alrededor del 19 %. Mayor cantidad de proteína no cambia los

resultados aunque el tamaño del huevo tiende a aumentar, también de acuerdo con Murakami y col. (1993).

Annaka y col. (1993) concluyen que la eficiencia de la proteína para la producción de huevos es del 27,6 %. Otros autores como Yamane y col. (1980) indican un valor del 23%, en cualquier caso hay una considerable diferencia con respecto a la gallina ponedora en el que la proteína necesaria sólo es del 6 %. Johari y col. (1994) estudiaron el efecto del contenido en proteína de las dietas de cría hasta las 5 semanas sobre la puesta, según los datos encontrados el dar dietas bajas en proteína hasta las cinco semanas de vida perjudica la producción de huevos con independencia de la dieta que se de durante la puesta.

En cuanto a las reproductoras, la influencia de la nutrición durante el periodo de cría es muy importante como demuestran los trabajos de Panda y col. (1990) la influencia de la proteína del pienso de puesta sobre los resultados de incubación, los trabajos de Shim y col. (1981) encuentran que con la proteína se mejora la fertilidad al pasar de 18 a 24 % pero la tasa de eclosión no se vio afectada. La conclusión a la que se puede llegar es que las codornices de puesta deben ser alimentadas con dietas no inferiores al 18% de proteína ni superiores al 24%. Sólo las dietas muy energéticas justificarían el uso de niveles de proteína elevados sin que se perjudicaran los resultados de puesta.

Panda y col. (1990) encuentran los mejores resultados de puesta, mas a de huevos e índice de conversión con la misma relación energía/proteína de 131 para dietas de 2900 ó 3300 Kcal, en las recomendaciones de la literatura podemos encontrar de 53,3 a 103,8 gr de proteína por 1000 Kcal de Energía Metabolizable.

Los aminoácidos azufrados han sido los más estudiados recientemente. Shim y col. (1989) estudian las necesidades en metionina entre 0,33 y 1,03%, obteniendo el mejor resultado de crecimiento con 0,47 % de metionina con una dieta de 23,5 % de proteína y 2750 Kcal 2 g de metionina por 100 g de proteína.

Según Shrivastav y col. (1987) las necesidades en aminoácidos azufrados entre 0,65 y 0,95%, los resultados los podemos ver en el cuadro N° 16

Shim y col. (1989) afirman que la influencia de la metionina en los resultados de puesta y en la pérdida de plumas de codornices en batería, los resultados encontrados indican que la producción óptima, sin perjudicar el índice de consumo se consigue con una ingesta diaria de 80 mg de metionina.

En reproductoras, Shim y col. (1989) recomiendan un 0,68 % de azufrados, (con un 0,34% de metionina en la dieta estudiada) para obtener la máxima fertilidad y la mejor tasa de eclosión. Por encima de este nivel, en sus experiencias advierten que disminuye la fertilidad.

A decir de Panda y col. (1990) las necesidades en calcio y fósforo en aves en crecimiento serían un 0,7 % de calcio y entre un 0,2 y un 0,3 de fósforo disponible (0,5 - 0,6 de fósforo total) para las primeras tres semanas y un 0,5 % de calcio y un 0,2 de fósforo disponible para la fase de engorde hasta la quinta semana. En la práctica, los contenidos de los piensos en minerales son mayores que los indicados por estos autores, de hecho para el crecimiento las recomendaciones son de 0,80 % de calcio y 0,30 % de fósforo disponible.

En el caso de los adultos, son necesarios entre 550 y 650 mg/codorniz/día de calcio según el peso (140 ó 220 gr) y la masa de huevo puesta diariamente (9 ó 10 gr) y entre 45 y 55 mg/codorniz/día de fósforo disponible para los mismas

condiciones (Raju y col., 1992). Los machos adultos necesitarían 25 mg de calcio y 12 mg de fósforo disponible diarios (Díaz y col., 1983).

Shrivastav y col. (1989) aconsejan un 2,8 % de calcio y una relación de 4:1 para los piensos de puesta. Algunos años antes estos mismos autores llegaron a la conclusión que niveles altos de calcio pueden perjudicar a la producción y al peso del huevo.

Raju y col. (1992) indican que en fósforo disponible el nivel óptimo está entre 0,35 y 0,50 % y que con niveles de 0,65 % disminuye considerablemente el peso del huevo.

Las necesidades de uno de estos minerales en la dieta se puede ver modificada por la cantidad presente del otro, de manera que siempre será importante guardar el correcto equilibrio. La excreción de calcio y fósforo es una función lineal de la ingesta (Díaz y col., 1983).

En cuanto a la cantidad de sal que se debe agregar a la ración Ingram y col. (1984) recomiendan más de un 0,20 % para llegar a los mejores resultados técnicos, 0,30 % podría ser el nivel adecuado.

Con un nivel bajo de sal el consumo disminuye y un nivel alto estimula el consumo de agua en relación con el pienso el cual afectaría el peso, ingesta y calidad de la canal pero en cambio no afecta al índice de conversión (Darden y col., 1985).

La mayoría de recomendaciones para el sodio están entre 0,10 y 0,20 % (Vohra, 1972b).

El zinc juega un papel muy importante y su carencia puede producir un emplume anormal y en consecuencia un menor crecimiento de los animales por una pobre protección térmica, un exceso de calcio, puede producir una deficiencia en zinc. El

manganeso interviene en el desarrollo óseo y está interrelacionado con el calcio (Panda y col., 1990). Los niveles recomendados por Vohra (1972b) son 0,10 y 0,20 %.

Los cereales constituyen la base de los piensos para codornices, maíz y trigo son los más importantes, el sorgo es menos utilizado pero en cambio su contenido en taninos afectaría menos a las codornices que al pollo y por lo tanto su valor como alimento sería mayor (Gorrachategui, 1996).

4.6.- Características del huevo de codorniz y oviposición:

Los huevos de codorniz se caracterizan por tener una variedad de colores. El rango va desde un blanco nieve a completamente marrón. El peso promedio del huevo puesto por una hembra adulta es de alrededor de 10 gr, cerca del 8% corporal del ave, comparado con un 3% en el huevo de gallina (Sauveur, 1988).

El color del huevo depende de los pigmentos segregados en el segmento terminal del oviducto. Los pigmentos forman una película que se adhiere a la cutícula de la cáscara, en general son manchas marrones distribuidas homogéneamente por todo el huevo (Bissoni, 1993).

El peso (10 gr promedio) es importante para determinar las posibilidades de incubación. Esto está relacionado con el grosor de la cáscara y resistencia a la rotura. La densidad del huevo también es importante para decidir su condición de incubabilidad (Pérez y col., 1966).

El huevo de la codorniz japonesa contiene 158 Cal. de energía, 74,60 % de agua, 13,10 % de proteínas, 11,20 % de grasas y 1,10 % de otros componentes. Las distintas cantidades de minerales que poseen son: 0,59 mg de calcio, 220 mg de

fósforo y 3,80 mg de hierro. Las vitaminas contenidas son 300 U. I. de vitamina A, 0,12 mg de vitamina B1 y 0,85 mg de vitamina B2 (Pérez, 1966 y Bissoni, 1993). Es muy importante el tratamiento que reciban los huevos destinados a la incubación. Es menester tratarlos con delicadeza por la facilidad de su ruptura, además deben retirarse de las jaulas al menos dos veces por día. En épocas de calor es conveniente realizar la recolección de los huevos 3 ó 4 veces al día (Gorrachategui, 1996).

La codorniz japonesa, al contrario de lo que ocurre con la gallina, pone más huevos en las últimas horas de la tarde y en las primeras de la noche. Los huevos destinados a la incubación deberán ser mantenidos en ambientes frescos y limpios, a una temperatura aproximada de 15° C y con un 75 por ciento de humedad relativa (Pérez, 1966).

No es conveniente que los huevos que entran en la incubadora tengan más de siete días de postura ya que a medida que transcurren los días disminuye el porcentaje de nacimientos reduciendo las posibilidades de mantenerse en el pretendido promedio del 80 por ciento. De no realizar el manejo adecuado existe una mortalidad de embriones que se presenta principalmente a los tres días de introducir los huevos en la incubadora y poco tiempo antes de producirse la eclosión. Son muchos los factores que inciden sobre la fertilidad e incubabilidad de los huevos, como la relación entre sexos, la edad de los reproductores y las condiciones de crianza. Contiene gran cantidad de vitaminas A, D, E y H, factor PP y de las hidrosolubles contiene las del grupo B1 con gran cantidad de ácido ascórbico (vit. C) en el huevo fresco (Bissoni, 1993).

5.- HIPÓTESIS.

La adición de harina de *Macrocystis pyrifera* kelp o huiro como un ingrediente energético, mineral y aminoácidos esenciales, en dietas de postura de codornices *Coturnix coturnix japónica* reproductoras, aumentará el porcentaje de postura, el peso del huevo, la coloración de la yema, el porcentaje de fertilidad y aceptación alimenticia.

5.1.- Objetivos.

5.1.1. - Objetivo general:

Evaluar la influencia de la adición de un 5 % de harina de *Macrocystis pyrifera* en raciones de codornices *Coturnix coturnix japónica* reproductoras en la producción diaria de huevos, la fertilidad de los mismos, el peso de los huevos, la coloración de la yema así como la aceptación del alimento.

5.1.2. - Objetivos específicos:

1.-Calcular la postura diaria de codornices *Coturnix coturnix japónica* reproductoras alimentadas con la adición de 5 % de harina de *Macrocystis pyrifera* en la ración.

2.-Determinar la incidencia de la adición de 5 % harina de *Macrocystis pyrifera* sobre el peso de los huevos obtenidos de codornices *Coturnix coturnix japónica* reproductoras.

3.-Evaluar el color de las yemas de los huevos de *Coturnix coturnix japónica* reproductoras y compararlo con la cartilla de Roche yolk color.

4.-Medir el consumo de los alimentos utilizados (control y experimental) diariamente y observar la aceptación del concentrado por las codornices *Coturnix coturnix japónica* reproductoras.

5.-Constatar el porcentaje de fertilidad de los huevos obtenidos de las codornices *Coturnix coturnix japónica* reproductoras alimentadas con 5 % de harina de *Macrocystis pyrifera* en la ración.

5.2.- Duración.

El ensayo, tuvo una duración de 45 días, siendo la primera semana de adaptación de las aves a las instalaciones, manejo diario, manejo de luz, etc.

5.3.- Localización.

El estudio fue realizado en la parcela "La Golondrinas" del Ing. Agrónomo Pablo Alister ubicado en el Km. 5 de Temuco - IX Región de la Araucanía.

6.- MATERIAL Y MÉTODO:

6.1.- Material biológico

Se utilizaron 30 codornices hembras de 45 días y 10 codornices machos de 60 días de edad, divididas en 2 grupos de 20 aves (15 hembras y 5 machos); dichos grupos fueron denominados:

- 1- Grupo 1 o grupo control
- 2-Grupo 2 o grupo experimental

6.2.- Infraestructura y equipamientos utilizados:

Las aves fueron mantenidas en jaulas metálicas de 1,20m X 0,50m X 0,25m acondicionadas sobre una tarima de 1,5 m de alto, en un galpón de 4m x 3m. Se equiparon las jaulas con comedero y un bebedero lineal, dispuesto a cada lado.

La T° del galpón en promedio fue de 25 °C, ventilándose diariamente para evitar la acumulación de amoníaco. La limpieza se realizó diariamente recogiendo las heces de las bandejas puestas para tal fin.

El programa de luz establecida fue de 17 hs/día.

6.3.- Preparación de raciones utilizadas:

6.3.1. - Grupo control: las aves de dicho grupo fueron alimentadas con una ración balanceada ajustada a los requerimientos del ave, formulados y preparados para este trabajo en dependencias de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Católica de Temuco, dicha formulación se describe en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1. Composición nutricional dieta control.

Alimento	Porcentaje	Kilos
Maíz	19.5	9.8
Trigo	27.6	13.8
Harina de Soja	30	15
Lupino	10	5
Harina carne y hueso	5	2.5
Conchuela	6.5	3.25
Sal	0.52	0.26
Vitaminas	0.1	0.05
Metionina	0.26	0.13
Fosfato tricálcico	0.5	0.25

6.3.2. - Grupo experimental: fueron alimentadas con un concentrado formulado para este trabajo al que se le incluyó un 5 % harina de *Macrocystis pyrifera* o huïro. La composición nutricional de dicha dieta se describe en el cuadro N° 2.

Los requerimientos utilizados para la formulación de ambas raciones fueron las siguientes: 22 % de Proteína Bruta (PB), 2650 kilocalorías de Energía Metabolizable (EM), un máximo de 6 % de Fibra Cruda (FC), 3 % de Calcio (Ca), 0,45 % de Fósforo (P), 0,33 % de Metionina (Me), y 0,2 % de Sodio (Na).

Para la formulación se utilizó el método del cuadrado de Pearson, el cual consiste en determinar la proporción en que se deben mezclar los alimentos para suplir el requerimiento animal.

Una vez formulada la ración se procedió a la preparación de los alimentos control y experimental. Las proporciones de cada alimento quedan expresadas de modo bastante más claro en los cuadros N° 1 y N° 2.

Cuadro N° 2. Composición nutricional dieta experimental

Alimento	Porcentaje	Kilos
Maíz	19.45	9.7
Trigo	21	10.5
Harina de <i>Macrocystis pyrifera</i>	5	2.5
Harina de Soja	31.2	15.6
Lupino	14	7
Harina carne y hueso	1	0.5
Conchuela	8	4
Sal	0.04	0.02
Vitaminas	0.1	0.05
Metionina	0.28	0.14

Es importante mencionar que la harina de *Macrocystis pyrifera* fue elaborada y donada por la Universidad de Magallanes (Proyecto Fondef DO1/1164).

Para mayor seguridad y previendo cualquier pérdida se prepararon un total de 40 kg de cada dieta, aún sabiendo y esperando un consumo promedio de 25 gr de alimento diario por ave.

Se utilizaron dos contenedores plásticos rotulados para mantener los alimentos a utilizar, una poruña para trasvasiar el alimento de los contenedores al comedero y una balanza electrónica con una precisión de 0,1 gr para el pesaje diario del alimento.

6.4.- Alimentación:

Iniciado el ensayo, se adoptó la mecánica de alimentar 2 veces al día dividiendo la ración diaria para evitar pérdidas del alimento, diariamente se pesaron los alimentos a ofrecer en una balanza electrónica con una precisión de 0,1 gr para obtener información sobre el consumo del concentrado, el agua se ofreció siempre fresca y *ad libitum*.

6.5.- Colección, pesaje y almacenamiento de huevos:

Los huevos fueron colectados diariamente cuatro veces al día (09:00 hs, 13:00 hs, 17:00 hs, y 21:00 hs) y mantenidos en bandejas o maplex de cartón (para 30 unidades) con la cámara de aire hacia arriba, a una T° de 22 ° C y una humedad de 60 % para su posterior clasificación e incubación. Diariamente se calculó el porcentaje de postura según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de postura diaria} = \frac{\text{Total de huevos colectados}}{\text{N}^\circ \text{ de aves (día)}} * 100 \%$$

El pesaje de los huevos se realizó mediante una balanza electrónica con una precisión de 0,1 gr cada 15 días.

6.6.- Medición de la coloración de la yema:

La medición de la coloración de la yema se realizó mediante la cartilla de coloración de la Roche yolk color que tiene una valoración de tonalidades de amarillo de 1 al 15 (cuadro N° 32, Figura N° 1), la medición se realizó cada 15 días.

6.7.- Incubación de los huevos:

Para medir el porcentaje de fertilidad de los huevos fueron colectados los huevos producidos en una semana, pesados y mantenidos a una T° de 22 °C y una humedad de 60 %.

Antes de la incubación los huevos fueron desinfectados con amonio cuaternario al 2%. La incubación se realizó en una incubadora de aire forzado marca Ovo Bator de procedencia americana, a una T° de 37,5 °C y una humedad del 65%, realizándose la ovoscopia a los 6 días de incubación para determinar el porcentaje de fertilidad según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de fertilidad} = \frac{\text{Total de huevos fértiles}}{\text{Total de huevos incubados}} * 100 \%$$

6.8.- Análisis estadístico

El análisis proximal realizado a las dietas en estudio fue desarrollado de la siguiente manera:

- **Proteínas.** Fueron determinadas utilizando el método de Kjeldhal en digestión ácida con ácido sulfúrico.
- **Materia seca.** Se determinó según el método oficial de análisis de la A.O.C. (1980) que consiste en secar a estufa a 110°C una cantidad conocida de muestra (P.I.), deteniendo el proceso de secado cuando el peso de la muestra se haga constante (P.F.), según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{PI - PF}{PF} * 100$$

- **Extracto Etéreo** La determinación de la cantidad de grasa después de la extracción del solvente fue realizada según norma A.O.C.
- **Lípidos.** Se aplicó el método de Folch *et al.* (1957) separando la fase hidrosoluble de la orgánica. Una vez separados los extractos lipídicos serán guardados a -80°C hasta la preparación para el análisis de los ácidos grasos. La cantidad de lípidos totales presentes en cada muestra se expresará como porcentaje de su peso seco de acuerdo a la siguiente relación.

$$\% \text{ de lípidos en base seca (l.p.s.)} = \frac{\% \text{ de lípidos en peso fresco}}{\% \text{ en peso seco respecto de la muestra}} * 100$$

Los resultados obtenidos en las mediciones que tienen referencia al porcentaje de postura, fueron previamente transformados mediante la utilización del arcoseno, con el propósito y la necesidad de trabajar con datos paramétricos, y posteriormente a ello, dichos datos fueron evaluados mediante la prueba estadística de t de Student, utilizándose un nivel de confianza del 95% con el programa estadístico Prisma 3. Además se calcularon algunas medidas de tendencia central (Media, promedio) y de dispersión (Desviación estándar, percentiles, rango).

Para los objetivos peso del huevo y consumo de alimento todas las variables fueron analizadas a través de la prueba estadística t de Student con un nivel de confianza de 95% y las medidas de tendencia central y de dispersión antes mencionadas.

7.- RESULTADOS.

7.1.- Porcentaje de postura:

El porcentaje de postura promedio obtenido en el grupo 1 o control fue del 67,1% y para el grupo 2 o experimental fue del 36,4%. Lo que evidencia diferencias significativas entre ambas dietas ($p < 0,05$).

Cuadro N° 3 Porcentaje de postura diaria durante el tratamiento.

Día	Grupo Experimental(%)	Grupo Control(%)	Día	Grupo Experimental(%)	Grupo Control(%)
1	7.14	28.57	17	46.15	78.59
2	28.57	28.57	18	30.77	50.00
3	35.71	50.00	19	46.15	85.71
4	28.57	50.00	20	46.15	50.00
5	28.57	57.14	21	38.46	64.28
6	14.28	50.00	22	46.15	71.43
7	14.28	64.29	23	38.46	71.43
8	14.28	64.29	24	38.46	85.71
9	35.71	78.59	25	53.85	71.43
10	42.85	71.43	26	53.85	85.71
11	35.71	78.59	27	46.15	78.59
12	35.71	71.43	28	53.85	92.85
13	35.71	57.14	29	61.54	78.59
14	42.85	64.29	30	30.77	100.00
15	38.46	71.43	Promedio	36.4	67.14
16	38.46	64.29	D. estándar	12.72	16.84

Cuadro N° 4. Número de huevos colectados por semana

Periodo	Grupo Experimental N° de huevos (unidades)	Grupo Control N° de huevos (unidades)
1ra semana	22	46
2da semana	33	68
3ra semana	37	65
4ta semana	43	78
5ta semana (2 días)	12	25
Total huevos	147	283

7.2.- Pesaje de huevos: El peso promedio de los huevos obtenidos en el grupo 1 o control fue de 11,82 gr mientras que en el grupo 2 o experimental 11,21 gr, lo que indica que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$).

Cuadro N° 5. Pesos de huevos obtenidos durante el ensayo:

PESAJE	G. CONTROL (gr)	G. EXPERIMENTAL (gr)
1er	12.04	11.74
2do	11.63	10.55
Promedio	11.82	11.21

7.3.- Coloración de la yema :

El grupo control tuvo una coloración 1 comparada con la cartilla de Roche en la primera medición y 2 en la segunda

El grupo experimental tuvo una coloración 2 en la primera medición y 3 en la segunda.

7.4.- Consumo de concentrado: El consumo promedio de alimento del grupo 1 o control fue de 31,58 gr/ave/día y el del grupo 2 o experimental fue de 25 gr/ave/día. Dichos resultados presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) para la prueba t- Student.

Cuadro N° 6. Consumo de concentrado para ambos grupos:

Periodo (semana)	Grupo Control (gr)	Grupo Experimental (gr)
Semana 1	4149.6	3258.5
Semana 2	4123	3391.5
Semana 3	4202.8	3125
Semana 4	4256	3175
Semana 5 (2 días)	1223.6	900
Consumo total	17955	13850

7.5.- Porcentaje de fertilidad: El % de fertilidad del grupo 1 o control en promedio fue de 95 %, a su vez el índice de fertilidad del grupo 2 o experimental fue de 91,7 %, siendo ambos excelentes resultados.

Cuadro N° 7. Porcentaje de fertilidad de huevos incubados Grupo control

Control	Nº de Huevos incubados (unidades).	Nº de Huevos fértiles (unidades).	% de fertilidad
1º incubación	29	29	100
2º incubación	32	29	90.6
Total	61	58	95

Cuadro N° 8. Porcentaje de fertilidad de huevos incubados Grupo experimental.

Experimental	Nº de Huevos incubados (unidades).	Nº de Huevos fértiles (unidades).	% de fertilidad
1º incubación	28	23	87.5
2º incubación	32	32	100
Total	60	55	91.7

8.- DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la variable **porcentaje de postura** para el grupo control fue del 67.14 % y 36.4 % para el grupo experimental, evidencian diferencias significativas ($P < 0,05$), pero si bien parecen porcentajes de postura muy bajos, son comparables a lo encontrado por Lesson y col. (2001) quienes señalan que el porcentaje de postura en codornices japónicas fluctúa entre 35 y 60 % en el inicio de postura y los 3 meses de edad, dependiendo el mismo no sólo de factores nutricionales sino también ambientales.

Por otro lado es importante señalar que ambas dietas cumplen con los requerimientos nutricionales de la especie principalmente de energía y proteína, Yamane y col. (1980) indican que para la producción de huevos una codorniz necesita entre 2800 y 2900 Kcal/kg de Energía Metabolizable, según el análisis proximal la dieta control tuvo 2800 Kcal y la dieta experimental tuvo 2890 Kcal/kg de Energía Metabolizable, que se enmarcan dentro de los niveles energéticos necesarios para la producción de huevos. La relación energía/proteína obtenida para la dieta control fue de 131, mientras que para la dieta experimental fue de 129, en este sentido ambas raciones coinciden con lo que señala Panda y col (1990), que con una relación energía/proteína entre 128 a 131 para dietas de 2900 ó 3300 Kcal se deberían obtener una buena puesta.

En lo referente al porcentaje de Proteína Bruta el análisis proximal arrojó para el grupo control 21.3% y para el grupo experimental 22.4%, niveles proteicos dentro de los cuales se pueden obtener una buena producción de huevos, en este sentido Murakami *et al.* (1993) hacen relación que el óptimo nivel de postura se obtiene con niveles de proteína de alrededor del 19%, no variando dicha producción con niveles más altos, por su parte Annaka y col. (1993) y Johari y col. (1994), afirman que niveles proteicos entre 18,5 a 24,2 de Proteína Bruta son óptimos para la puesta.

En relación al porcentaje de calcio en la ración, los niveles de la dieta control y experimental fueron 3 %, que coinciden con lo afirmado por Shrivastav y col. (1989) que es necesario 2,8 a 3 % en los piensos de puesta.

En la variable **peso del huevo**, el grupo control si bien dio un peso promedio de 11,82 gr en comparación con 11,21 gr del grupo experimental, estadísticamente no es significativa ($P < 0,05$), pero es superior al peso obtenido por Lucotte (1990) quien afirma que el promedio óptimo para el huevo de reproductoras para la incubación en codornices es de 10 gr, para Bissoni (1993) este peso es de 9.6 gr y para Sauveur (1988) 10 gr, pero concuerda con los rangos establecidos por Quintana (1991) quien señala que el peso promedio del huevo incubable óptimo para la selección en codornices es de 10.5 g a 12 gr, hay que destacar que los pesos que señalan estos autores fueron medidos con una edad entre 5 y 10 meses, en este ensayo las aves tenían solo 45 días lo que nos indica un resultado muy bueno, comparando con los trabajos de los autores señalados.

Lembcke y col. (2001) señalan que existen diferencias significativas en el peso de los huevos cuando las aves son de edades distintas, en este caso las aves de

ambos grupos tenían la misma edad. Pontes y col. (1995) por otra parte señalan que las diferencias en peso se ven cuando las dietas que se comparan no llenan los requerimientos proteico/energético, que en este trabajo se llenan todos los requerimientos lo que se demuestra en el análisis proximal del alimento (cuadro N° 26). Murakami *et al.* (1993) explican que una mayor cantidad de proteína favorece el aumento de tamaño del huevo. Raju y col. (1992) indican que en fósforo disponible el nivel óptimo está entre 0,35 y 0,50 % y que con niveles de 0,65 % disminuye considerablemente el peso del huevo, en este estudio se utilizaron niveles de 0,45 % de fósforo en ambas dietas.

En lo referente a la **coloración de la yema** para el grupo control presentó coloraciones en el rango 1 y 2, el grupo experimental entre 2 y 3 de la escala de la Roche Yolk Color, esto da una tonalidad amarillo pálido, comunes de encontrar en yema de huevos comerciales González et al. (2002). Martí (1975) estima que las algas poseen una mayor eficiencia pigmentante sobre la yema del huevo que la alfalfa, harina de gluten de maíz o maíz amarillo pero no existen trabajos en las que eficientemente se hayan medido por algún método el grado de pigmentación de la yema adicionando harina de algas con un determinado porcentaje de la dieta.

En la variable **consumo de alimento**, la dieta control presentó 31,58 gr día y la dieta experimental 25 gr día, lo que establece diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Pérez (1966) señala que el consumo diario de alimento de codornices adultas tanto macho como hembras es de 21 a 25 gr en promedio, lo mismo que Gorrachategui (1996), este autor señala también que las reproductoras de más de 10 meses pueden consumir entre 30 y 40 gr, si bien

existen diferencias significativas en lo que respecta al consumo del alimento entre ambos grupos, los valores de consumo de ambas se enmarcan dentro de niveles normales en codornices. Pero no concuerdan con Pérez (2002) comparando harinas de algas marinas, follaje de yuca y alfalfa en dietas para aves, donde los resultados muestran un mayor consumo del alimento. Goldzvieg *et al.* (1967), concluyen que la adición de harina de algas marinas comerciales para pollos, incrementan el contenido de iodoproteínas sanguíneas y por ende mayor actividad glandular. El aumento de la demanda metabólica pudo estar relacionado con incrementos en las necesidades de nutrientes, y a su vez de un mayor consumo de alimento por parte de las aves alimentadas con dietas conteniendo harina de algas.

Por otro lado Baeza *et al.* (2004) no encontraron ninguna variación en el consumo de alimento utilizando harina de *Macrocystis pyrifera* en dietas de cerdas en lactación.

Con respecto al nivel de **sodio** de la dieta para ambos grupos fue de 0,20 %, Ingram y col. (1984) recomiendan más de un 0,20 % de sal para llegar a los mejores resultados técnicos. La mayoría de las recomendaciones para el sodio están entre 0,10 y 0,20% (Vohra ,1972b), con un nivel bajo de sodio el consumo disminuye y un nivel alto estimula el consumo de agua en relación con el pienso y afectaría al peso, ingesta, calidad de la canal pero en cambio no afecta al índice de conversión (Darden y col., 1985), por lo cual no es un parámetro para justificar en el bajo consumo alimenticio del grupo experimental.

En cuanto a la **aceptación del alimento**, la dieta experimental presentó una baja aceptación por parte de las codornices, hecho que se contrapone con Cruz-Suárez

et al. (2000) en su trabajo sobre alimentación de camarones con harina de *Macrocystis pyrifera* donde la inclusión de la misma aumentó significativamente la búsqueda y la ingesta del alimento. Por su parte Viana *et al.* (1994) y Lawrence *et al.* (1997) mencionan resultados de alimentación de dietas conteniendo harina de *Macrocystis pyrifera* para abalones y erizos donde aumentaban el consumo del alimento de los mismos.

La carencia de trabajos relacionados con la adición de la harina de *Macrocystis pyrifera* en dietas de aves, no permite obtener comparaciones válidas al respecto, más aun si consideramos las diferencias experimentadas por la adición de dicha harina en las distintas especies, pero resulta interesante este estudio como fuente de información para futuros trabajos.

Los resultados obtenidos para la variable de **porcentaje de fertilidad** fueron 95% para la dieta control y 91,7% para la dieta experimental, siendo ambos muy buenos y no se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($P > 0,05$). La influencia de la nutrición durante el periodo de puesta en las codornices reproductoras es fundamental como demuestran Panda y col. (1990) quienes señalan una relación directa del contenido proteico de la dieta en un 22 % y sus resultados beneficiosos sobre la fertilidad y la incubación, Shim y col. (1981) afirman que con porcentajes proteicos de 18 a 24 % se mejora notablemente la fertilidad, niveles proteicos en los que son comparables a los de la dieta control y experimental. Shim y col. (1989) recomiendan un 0,38 % de azufrados, para obtener la máxima fertilidad y la mejor tasa de eclosión. Por encima de este nivel, en sus experiencias advierten que disminuye la fertilidad.

Las dietas utilizadas contienen 0,33% de metionina, que claramente favorecieron a un porcentaje de fertilidad considerado muy bueno.

Martí (1975) precisó que el uso de algas en aves aumenta el porcentaje de huevos incubados, aunque no señala el porcentaje empleado ni el tipo de harina de alga utilizada.

En el presente estudio los porcentajes de fertilidad de ambas dietas fueron superiores a los obtenidos por autores como Begin y col. (1974), quienes trabajando con codornices de seis, diez y quince meses obtuvieron porcentajes de fertilidad de 77.63%, 84.73% y 74.39% respectivamente, así como Chahil y col. (1974) trabajando con lotes de siete, ocho, nueve, diez y once meses de edad hablan de porcentajes de fertilidad de 35.59%, 47.49%, 70.04%, 64.51% y 66.25% respectivamente, por su parte Lucotte (1990) y Lembecke y col. (2000) mencionan una fertilidad en codornices de 80% a los 5, 10 y 15 meses, así como Quintana (1991) afirma que el porcentaje de fertilidad en codornices de 85 a 90%, decayendo a partir de las 56 semanas en adelante según Ottinger *et al.* (1983). Los trabajos hablan de porcentajes de fertilidad medidos en codornices entre 5 a 15 meses de edad, hay que acotar que en el ensayo las codornices solo tienen 45 días de edad lo que se considera muy bueno.

9.- CONCLUSIÓN.

- La inclusión de un 5% de harina de *Macrocystis pyrifera* en la dieta de codornices reproductoras *Coturnix coturnix japónica* de 45 días disminuyó el porcentaje de postura, pero este se encuentra dentro de los rangos normales de la especie para dicha edad.
- La adición de un 5% de harina de *Macrocystis pyrifera* en la dieta de codornices reproductoras *Coturnix coturnix japónica* no afecta el peso del huevo, pero el mismo es superior teniendo en cuenta la edad de las codornices.
- La coloración de la yema no aumenta con la adición de un 5% de *Macrocystis pyrifera* y se hayan en los rangos normales de coloración de yemas de huevos de codornices *Coturnix coturnix japónica*.
- El consumo de alimento es menor por parte de la codorniz *Coturnix coturnix japónica* con el aporte en un 5% de harina de *Macrocystis pyrifera* en su dieta.
- El suministro en la dieta de un 5% de harina de *Macrocystis pyrifera* en codornices reproductoras *Coturnix coturnix japónica* no modifica el porcentaje de fertilidad de los huevos.

10.- ANEXOS.

Cuadro Nº 9. Estructura del huevo de codorniz:

Yema	42.3%
Clara	46.1%
Membranas	1.4%
Cáscara	10.2%
Agua	73.9%
Proteínas	15.6%
Grasas	11.0%
Sales minerales	12.2%

Cuadro Nº 10. Composición mineral del huevo de codorniz.

Calcio	0,08%
Fósforo	0,22%
Cloro	0,13%
Potasio	0,14%
Sodio	0,13%
Azufre	0,19%
Hierro	0,031%
Manganeso	0,33%
Cobre	1,86%
Yodo	0,09%
Magnesio	0,04%

Cuadro Nº 11. Composición de la yema del huevo de codorniz.

Lípidos	60%
Fosfolípidos	35%
Esteroles	5% (lecitina 11%, aneurina 0,6%, colessterina 0,8%).

Cuadro Nº 12. Composición de la clara del huevo de codorniz.

Ovoalbúmina	80%
Ovomucoide	10%
Ovomucina	7%
Ovoglobulina	3%

Cuadro Nº 13. Requerimientos nutricionales de la codorniz reproductora.

Proteína bruta (%)	22
Energía metabolizable (Kcal. /kg.)	2650
Fibra cruda (%)	<6
Calcio (%)	3
Fósforo (%)	0.45
Metionina (%)	0.33
Sodio (%)	0.2

Cuadro Nº 14. Efectos de la proteína en la precocidad de puesta (Annaka y col., 1993).

Proteína (%)	Edad 1º huevo (días)	Edad 50% postura (Días)	Mortalidad (%)
12.5	60	83	15.4
15.7	50	51	15.4
19.6	45	47	7.7
23.3	43	47	7.7
25.4	44	47	30.8
28.9	44	44	23.1

Cuadro Nº 15. Influencia del nivel energético en los resultados de puesta de codornices japonesas con un pienso de 22% de proteína (Panda y col., 1990).

Energía (Kcal/kg)	Proteína (%)	Postura (%)	Masa huevo (gr)	Índice de conversión
2500	22	82.3	8.85	3.05
2900	22	81.3	8.56	2.8
3300	22	82.4	8.63	2.53

Cuadro Nº 16. Influencia del contenido en metionina + cisteína sobre el crecimiento (Srivastav y col., 1987)

nivel metionina -cisteína	0.65	0.75	0.85	0.95
Análisis-período				
Ganancia peso 1-3 sem. (gr)	28.16	50.36	49.06	50.67
Ganancia peso 3-5 sem. (gr)	31.28	48.39	48.85	48.56
Índice conversión 1-3 sem.	2.95	2.75	2.3	2.25
Índice conversión 3-5 sem.	4.13	3.57	3.43	3.63

Cuadro Nº 17. Comparación entre la codorniz y la gallina.

Periodo	Codorniz	Gallina
Incubación (días)	17	21
Peso huevo (%)	10 (10-12 g)	3 (58-60 g)
Inicio postura	35-45 d.	4.5-5 meses
Postura anual	300-500	150-200
Densidad de cría (nº aves/mt2)	1500	5
Consumo de alimento (gr/día)	20-25	170-200
Frecuencia postura (hs)	c/17	c/26
Colesterol en huevo (%)	0.7	7
Enfermedades infectocontagiosas	No	si

Cuadro N° 18. Principales componentes del alga *Macrocystis pyrifera*.

Componentes	Mate ria seca (%).
Humedad	14.4
Cenizas	26.6
Proteínas	7.8
Lípidos	0.3
Fibra cruda	8.8
Nitrógeno soluble	0.3
pH soluble 1%	6.84
Cloruro de sodio	11.5

Fuente: Algas multiexport (2001).

Cuadro N° 19. Contenido de macroelementos en el alga *Macrocystis pyrifera*.

Macroelementos.	Materia seca (%).
Calcio	1.6
Magnesio	0.92
Sodio	3.7
Potasio	7.0
Fósforo	0.28
Azufre	0.98

Fuente: Algas multiexport (2001).

Cuadro N° 20. Contenido de microelementos en el alga *Macrocystis pyrifera*.

Microelementos.	Materia seca (%).
Hierro	266.9
Manganeso	6.5
Cobre	6.2
Zinc	6.5
Estaño	6.8
Plomo	0.43
Arsénico	4.0
Mercurio	<0.05

Fuente: Algas multiexport (2001).

Cuadro Nº 21. Composición química de *Macrocystis pyrifera* (% M. S.).

Cenizas	Proteínas	Lípidos	H.de C.	F.C.	Algina	Mat.Org.	Referencia
41.9	9.3				17		Fuester y Cruellas 1935
38.2	7.4	0.34	14			61.7	Besnard citado por Etcheverry (1958)
37.6	10	0.4	45	7			Navarrete (1959)
38.6							Clendenning (1962)
38.2	7.4	0.34		7.2	18.7	61.7	Tseng (1946)
42.9	13.4	0.4		7.6	14.4	56.9	Tseng (1946)
42	10.8	0.44		7.2	17.5	57.8	Tseng (1946)
				19.3	44.4		Rigg citado por Tseng (1946)
	25						Fortunato (1958)

Cuadro N° 22. Contenido de vitaminas de *Macrocystis pyrifera*, según datos proporcionados por la Kelco Co. De California, parece ser la siguiente:

Vitamina A	1.364 U.I. por kg
Vitamina B (cloruro de tiamina)	20 U.I. por kg
Vitamina E	Indicios
Vitamina F (Ac. Pantoténico)	136 U.I. por kg
Vitamina B2 (riboflavina)	1.590 mg Por kg
Vitamina K	Presente

Cuadro N° 23. Composición nutricional de los alimentos utilizados para la formulación de ambas dietas.

Ingredientes	PB	EM	FC	Ca	P	Me	Na
Maíz	9	3400	2,5	0,02	0,1	0,16	0
Trigo	12	3080	2,5	0,05	0,12	0,17	0
<i>Macrocystis pyrifera</i>	7,8	2800	8,8	1,6	7	0	3,7
Soya	38	3600	5,4	0,25	0,11	0	0
Lupino	38,2	2770	15,2	0	0	0	0
H. C. H.	40	1930	2,5	13	6,3	0	0
Conchuela	0	0	0	35	0	0	0
Fosfato tricálcico	0	0	0	22	11	0	0
Vitaminas	0	0	0	0	0	0	0
Sal	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro Nº 24. Composición detallada dieta control.

Ingredientes	%	PB	EM	FC	Ca	P	Me	Na
Maíz	19,5	1,755	663	0,49	0,004	0,0195	0,0312	0
Trigo	27,6	3,312	850,08	0,69	0,014	0,0331	0,04692	0
Soya	30	11,4	1080	1,62	0,075	0,033	0	0
Lupino	10	3,82	277	1,52	0,000	0	0	0
H. C. H.	5	2	96,5	0,13	0,650	0,315	0	0
Conchuela	6,5	0	0	0	2,275	0	0	0
F. tricálcico	0,5	0	0	0	0,110	0,055	0	0
Vitaminas	0,1	0	0	0	0,000	0	0	0
Sal	0,52	0	0	0	0,000	0	0	0,2023
Me	0,27	0	0	0	0,000	0	0,2565	0
Total	99,99	22,28	2966,58	4,44	3,1277	0,4556	0,33462	0,2023
Diferencias		0,28	316,58	-1,56	0,1277	0,0056	0,00462	0,0023

Cuadro Nº 25. Composición detallada dieta experimental.

Ingredientes	%	PB	EM	FC	Ca	P	Me	Na
Maíz	19,45	1,75	661,3	0,49	0,004	0,01945	0,03112	0
Trigo	20,93	2,51	644,64	0,52	0,011	0,025116	0,03558	0
<i>M. pyrifera</i>	5	0,39	140	0,44	0,08	0,35	0	0,185
Soya	31,2	11,86	1123,2	1,69	0,078	0,03432	0	0
Lupino	14	5,34	387,8	2,13	0	0	0	0
H. C. H.	1	0,4	19,3	0,03	0,13	0,063	0	0
Conchuela	8	0	0	0	2,8	0	0	0
Vitaminas	0,1	0	0	0	0,022	0,011	0	0
Sal	0,04	0	0	0	0	0	0	0,01556
Metionina	0,28	0	0	0	0	0	0,266	0
Total	100	22,26	2976,24	5,3	3,125	0,502886	0,3327	0,20056
Diferencias	0	0,26	326,244	-0,7	0,125	0,052886	0.0027	0,00056

Cuadro N° 26. Análisis proximal dieta control y experimental.

N° Lab	Muestra	Humedad (%)	Mat.. seca (%)	PC (%) MS*	Cenizas (%) MS*
1233	Experimental	10.5	89.0	22.4	8.3
1234	Control	10.4	89.3	21.3	8.2

N° Lab	Muestra	E.E.(%)MS*	F.C.(%)MS*	PH	EM estimada (Mcal/kg)**
1233	Experimental	2.5	7.5	6.30	2.89
1234	Control	2.4	6.0	6.44	2.80

*MS: resultado expresado en base 100 % materia seca

**EM estimada según Bath(NCR,1989)

Cuadro N° 27. Colección de huevos por semana durante el ensayo.

Periodo	Grupo Experimental (N° huevos)	Grupo Control (N° huevos)
Semana 1	22	46
Semana 2	33	68
Semana 3	37	65
Semana 4	43	78
Semana 5 (2 días)	12	25
Total huevos	147	283

Cuadro N° 28. Porcentaje de postura semanal durante el ensayo.

Periodo	Grupo Experimental (%)	Grupo Control (%)
Semana 1	22.45	46.94
Semana 2	33.67	69.39
Semana 3	40.66	66.33
Semana 4	47.25	79.59
Semana 5 (2 días)	46.15	89.29
Porcentaje promedio	36.39	67.14

Cuadro N° 29. Recolección diaria de huevos durante el ensayo.

Recolección de huevos diarios					
Día	Grupo Control (N° de huevos)	Grupo Experimental (N° de huevos)	Día	Grupo Control (N° de huevos)	Grupo Experimental (N° de huevos)
1	4	1	17	11	6
2	4	4	18	7	4
3	7	5	19	12	6
4	7	4	20	7	6
5	8	4	21	9	5
6	7	2	22	10	6
7	9	2	23	10	5
8	9	2	24	12	5
9	11	5	25	10	7
10	10	6	26	12	7
11	11	5	27	11	6
12	10	5	28	13	7
13	8	5	29	11	8
14	9	5	30	14	4
15	10	5	Promedio	9.4	4.9
16	9	5	D. estándar	2.4	1.6

Cuadro N° 30. Arcoseno porcentaje de postura diaria Grupo Control y Experimental.

	Grupo Control (%)	Grupo Experimental (%)		Grupo Control (%)	Grupo Experimental (%)
Día	Arcoseno		Día	Arcoseno	
1	15.5	32.3	16	38.3	53.3
2	32.3	32.3	17	42.8	62.4
3	36.7	45.0	18	33.7	45.0
4	32.3	45.0	19	42.8	67.8
5	32.3	49.1	20	42.8	45.0
6	22.2	45.0	21	38.3	53.3
7	22.2	53.3	22	42.8	57.7
8	22.2	53.3	23	38.3	57.7
9	36.7	62.4	24	38.3	67.8
10	40.9	57.7	25	47.2	57.7
11	36.7	62.4	26	47.2	67.8
12	36.7	57.7	27	42.8	62.4
13	36.7	49.1	28	47.2	74.5
14	40.9	53.3	29	51.7	62.4
15	38.3	57.7	30	33.7	90.0

Cuadro N° 31. Valoración del Abanico de Roche Yolk Color.

Valoración	Color	Clasificación del color
1 – 3	Amarillo – blanco	Muy deficiente
4 – 5	Amarillo – pálido	Deficiente
6 – 7	Amarillo – limón	Regular
8 – 9	Amarillo – intenso	Bueno
10 – 11	Amarillo – naranja	Muy bueno
12 – 13	Anaranjado	Excelente
14 – 15	Anaranjado – rojizo	Excesivo



Figura N° 1. Escala Roche Yolk Color.

Cuadro Nº 32. Consumo diario de alimento por grupo durante el estudio.

Consumo diario de alimento(gr)					
Día	Grupo control	Grupo experimental	Día	Grupo control	Grupo experimental
1	589.4	445.2	17	599.8	485
2	591	446.8	18	599.9	486.2
3	591.7	447	19	598.9	484.3
4	593.6	446.5	20	601.2	484.2
5	594.2	445	21	601	485
6	594.7	448.1	22	608.5	466
7	595	446.4	23	607.2	464.3
8	588	453.6	24	609	467
9	590.3	450.1	25	606.9	463.9
10	587.8	452.9	26	608.7	465.2
11	591.4	454.3	27	607.3	467.6
12	588.6	455	28	608.4	464.5
13	587.9	454	29	612	449.4
14	589	455.1	30	611.6	450.6
15	600.4	482.1	Promedio	598.5	461.7
16	601.6	484.7	D. estándar	8.1	14.6

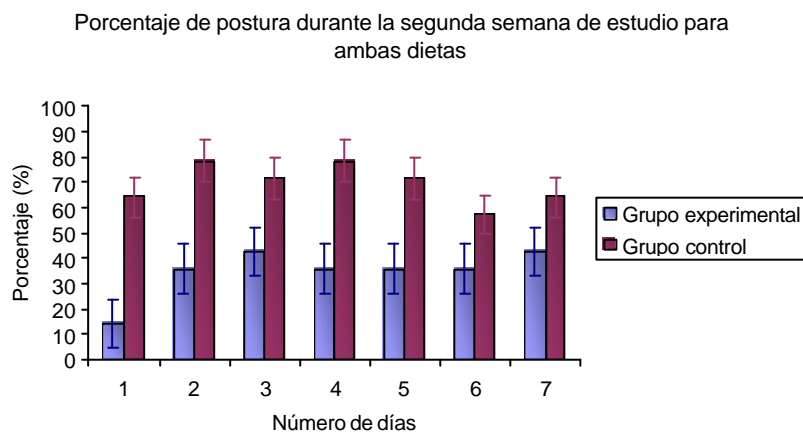
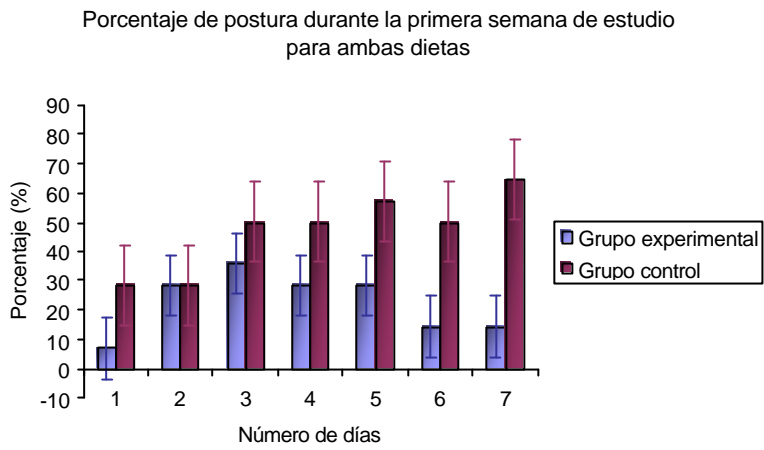
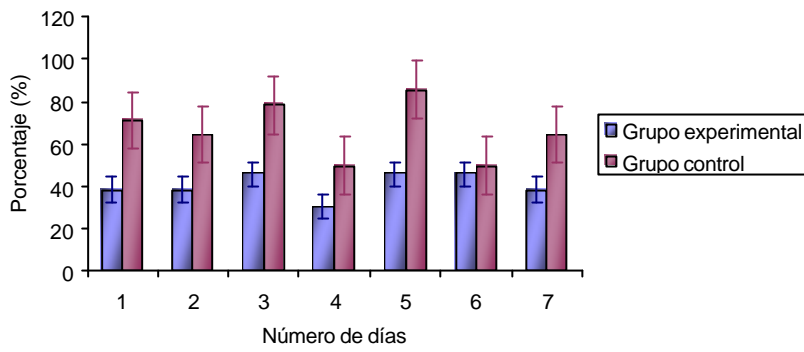


Figura N° 2. Evaluación diaria del porcentaje de postura para la dieta control versus la dieta experimental durante la primera y segunda semana de estudio.

Porcentaje de postura durante la tercera semana de estudio para ambas dietas



Porcentaje de postura durante la cuarta semana de estudio para ambas dietas

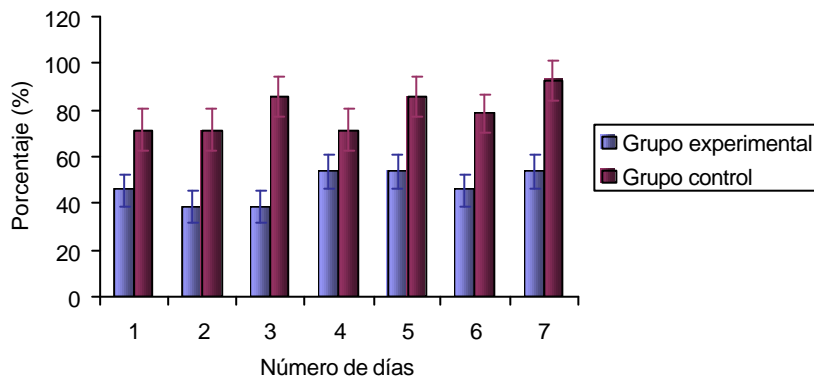


Figura N° 3. Evaluación diaria del porcentaje de postura para la dieta control versus la dieta experimental durante la tercera y cuarta semana de estudio.

Peso del huevo durante el estudio para ambos grupos.

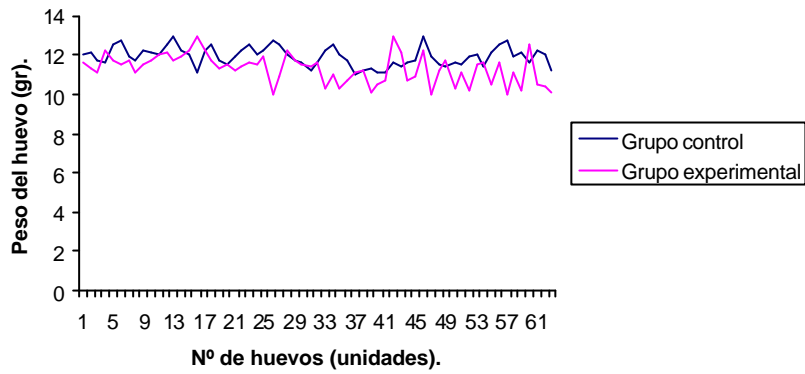


Figura N° 4. Observación comparativa entre los pesos de los huevos obtenidos durante dos semanas entre el grupo control y experimental.

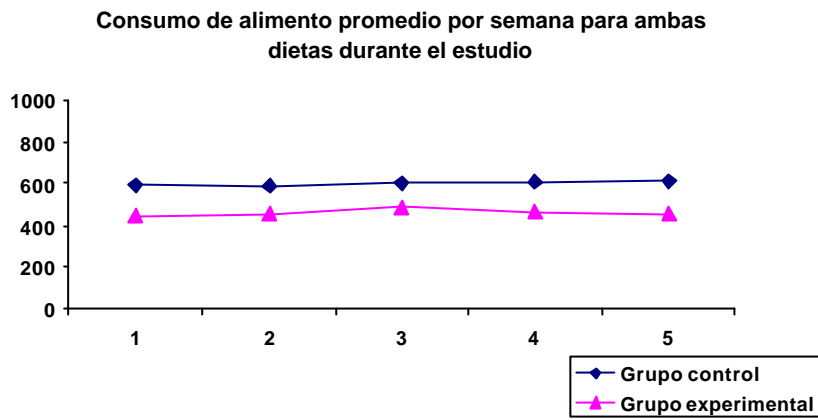


Figura N° 5. Comparación entre el consumo de alimento diario según dietas durante el ensayo.

11.- BIBLIOGRAFIA.

- Agreda U. S. 1978. "Estudio preliminar de la crianza de la codorniz japonesa (Coturnix coturnix japonica L.) hasta las 8 semanas de edad" Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. 60 p.
- Akiyama D., Dominy W. y Lawrence A. 1991. Penaeid shrimp nutrition for commercial feed industry: Revised. In: Proceeding of the Aquaculture feed processing and nutrition workshop: 80-97.
- Albino L., Neme R. 1988. Codornices: Manual práctico de crianza. Vicoso, Editorial MB Aprenda fácil, San Pablo ,56 p.
- Allen V. G., Pond K. R., Saker K. E., Fontenot J. P., Bagley C. P., Ivy R. L., Evans R. R., Schmidt R. E., Fike J. H., Zhang X., Ayad J. Y., Brown C. P., Miller M. F., Montgomery J. L., Mahan J., Wester D. B. y Melton C. 2001. Tasco: Influence of a brown seaweed on antioxidants in forages and livestock-A review. Journal Animal Science EEUU, 79 (Supl.): E21 -E31.
- Angulo Ch. I., de Berti A., Veracierta L. y Madrigal J. 2001. Respuesta de aves para postura a cambios energéticos en la dieta. Revista del Instituto de Investigaciones Zootécnicas, CENIAT, Maracay, Venezuela N° 3:24.

- Annaka A., Tomizawa K., Momose Y., Watanaba E. e Ishibashi T. 1993. *Effects of dietary protein levels on performance of Japanese quail*. Animal Science and Technology. EEUU ,64:8. 797-806.
- Armas A., Berti A., Chicco C. y Ordoñez R. 2002. Evaluación de los subproductos de panadería en raciones para pollos de engorde. Revista del Instituto de Investigaciones Zootécnicas. CENIAT. Maracay. Venezuela. N° 3:13-15.
- Baba M., Snoeck R., Pauwels R. y de Clercq E., 1988. Sulfated polysaccharides are potent and selective inhibitor of various enveloped viruses, included herpes simplex virus, cytomegalovirus, vesicular stomatitis virus, and human immunodeficiency virus. Antimicrobe Agents Chemother 32, 1742-1745.
- Baeza J., Cervantes M., Figueroa J. L. y Cuca M. 2004. Uso de un alga marina (*Macrocystis pyriferá*) en dietas con base en trigo para cerdas en lactancia. Programa en Ganadería. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, IREGEP. Colegio de Postgraduados Montecillo, Texcoco, Estado de México. 54 p.
- Begin J. J. y Maclaury D. W. 1974. "Age of breeder versus hatchability of fertile eggs in Cotumix Quail". Poultry Science Usa. 53(4): 1614-1616.

- Bissoni E. 1993. "Cría de la codorniz". 2a edición. Editorial Albatroz. Buenos Aires-Argentina. 211p.

- Black W. 1955. Seaweed in animal foodstuffs. Availability and composition. Agriculture 62:12-15.

- Blood D. C., Henderson I. A. y Radostits O. M. 1988. Medicina Veterinaria. 4ª edición. Editorial Interamericana S. A., México.

- Brooke C. 2001. Use seaweeds in the animal foods. Revista Poultry Science Illinois. 33(2):643 – 644.

- Cañas R. 1995. Alimentación y Nutrición Animal. Colección en agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2ª edición. 551 p.

- Castilla J. C., Santelices B. y Becerra R., 1976. Expedición a Chile: "Guía para la Observación e Identificación de Mariscos y Algas Comerciales de Chile". Profesores del departamento ambiental y poblaciones. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad Católica de Chile. Editora Nacional Gabriela Mistral, 117 p.

- Castro G., Carrillo S., Pérez F., Manzano R., y Rosales E. 1992. Sargazo gigante (*Macrocystis pyrifera*): Recurso potencial para la alimentación animal .Revista Cubana de Ciencia Agrícolas. Agric. 21: 79-84.
- Cervantes M., Chi E., Yáñez J., Baeza J., Torrentera N., y Barrera M. A. 2003a. Effect of supplementing kelp (*Macrocystis pyrifera*) meal to wheat based diets for growing pigs. Journal Animal Science 81:111 (Abstr.).
- Cervantes M., Yáñez J., Copado F., Torrentera N., Figueroa J. L. y Barrera M. 2003b. Effect of supplementing kelp (*Macrocystis pyrifera*) meal to wheat based diets for finishing pigs. Journal Animal Science 81:112 (Abstr.).
- Chahil P. S. y Johnson W. A. 1974. "Effect of preincubation storage, parental age and rate of lay on hatchability in *Coturnix coturnix japonica*". Journal Poultry Science. 53(2):529-534.
- Creupelandt H. 1971. Use of seaweeds in animal nutrition. Rome Nutrition Edition N°55:5-15.
- Cruz-Suárez L. E., Ricque D., Tapia M. y Guajardo C. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Yucatán, México. 2025 p.

- Cubillos A., Oelckers E. y Ulloa J. 1977. Reemplazo de afrecho de maravilla por semilla de *Lupinus albus* var. Astra y *Lupinus luteus* var. Aurea en alimentación de broilers, *Arch. Zoot.* (España) 100: 369-377.
- Cubillos V., Cubillos A. y Guerra J. 1982. Estudio histopatológico en hígados de *Gallus gallus* alimentados con semilla de lupino (altramuz) dulce, *Zbl. Vet. Med. A.* 29: 215-222.
- Cubillos A., Riofrío A., Klein E., Molina I. y Von Baer D. 1996a. Utilización de *Lupinus albus* y *L. angustifolius* (variedades dulces y amargas) como fuente proteica en raciones de pollas de reposición, *Arch. Med. Vet.* 28: 41-49.
- Cubillos A., Mena C., Von Baer D., Molina I. y Mardones C. 1996b. Incorporación de semillas de *Lupinus albus* con diferentes concentraciones de alcaloides en alimentación de ponedoras; *Arch. Med. Vet.* 28:51-60.
- Cuenca E. M. y García G. 1987. Ingesta y conducta alimentaria. En *Nutrición Acuicultura. Com. Asesora del Instituto Científico y Técnico* (2):1-65.
- Culvenor C. C. y Peterson D. S. 1986. Lupin Toxics. Alkaloids and Phomopsins. En *Proceeding of the Fourth International Lupin Conference*, Geraldton, Western Australia. 188-198 p.

- Dalmo R. A. y Seljelid R., 1995. The immunomodulatory effect of LPS, laminaran and sulphated laminarian [β (1,3)-D- glucan) on Atlantic salmon, *Salmon salar* L., macrophages *in vitro*. Journal of Fish Diseases, 18, 175-185.

- Darden J. R. y Marks H. L. 1988. *Divergent selection for growth. Water and feed intake*. Poultry Science, 67:8. 1111-1122.

- De La Fuente L., Espinosa C., Buschmann A., Cáceres C., Gutierrez A., Tampe Y. y Díaz C. 2002. Estudio de factibilidad y caracterización de algas de bajo valor comercial y desechos de la industria acuícola pesquera de la X Región para la producción de fertilizantes orgánicos. Departamento de ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad de los Lagos.

- De La Higuera M. 1987. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas en Nutrición en Acuicultura. Asesora del Instituto Científico y Técnico Vol II: 291-303.

- Díaz L. G., Navarro M. P. y Varela G. 1983. *La interacción calcio-fósforo a nivel nutritivo y óseo en codornices machos*. Revista española de Fisiología. 39 (1): 25-31.

- Dudley W. A. 2003. Calidad de la harina de soja. American Soibean Association. 14 p.

- Edwards H. M. 1981. *Carcass composition studies. 3 Influences of age, sex and calorie-protein content of the diet on carcass composition of Japanese quail*. Poultry Science. 60 (11). 2506-2512.
- El Shazly K. y Alex J. 1956. Sistema de información de los recursos del pienso. *Agrícola Research* 4(1):15.
- Englert S. 1986. *Avicultura, todo sobre razas y manejo, alimentación y sanidad*. Puerto Alegre. 5° Edición Agropecuaria. 288 p.
- Etches R. J. 1998. *Reproducción aviar*. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza. 339 p.
- Farrell S., Atmamihadja R. y Pym E. 1982. Calorimetric measurements of the energy and nitrogen metabolism of japanese quail. *British Poultry Science*, 23. 375-382.
- Fleming A. E. 1998. Growth, intake, feed conversion efficiency and chemosensory preference of the Australian abalone, *Haliotis rubra*. *Aquaculture*, 132, (3-4), 297-311.
- Folck L. 2002. Nutrition of Japanese quail. *The Journal of applied Poultry Research*. Vol 1, 153 –154.

- Fontaine M. E. 1977. Composición química de algunas macroalgas representativas del estado Sucre. Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente.
- Fujiki K., Matsuyama H. y Yano, T., 1994. Protective effect of sodium alginates against bacterial infection in common carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Diseases*, 17(4), 349-355.
- Goldzvieg S. y Visconti C. 1965. Incorporación de cochayuyo (*Durvillea utilis*) a raciones de pollos en crecimiento. *Nutr. Bromatol. Toxicol* 4 (2):49-54.
- Gómez R., Cervantes M., Torrentera N., y Baca S. 2003. Supplementing of kelp meal (*Macrocystis pyrifera*) to wheat based diets for weaning pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 110 (Abstr.).
- González N. J. 1988. Biodisponibilidad de fósforo en pollos broiler y composición mineral de los fosfatos más comúnmente usados en alimentación animal en Chile. Tesis M. V., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Escuela de Ciencias Veterinarias, Santiago, Chile.
- González M. 1995. Producción de huevos de codorniz. 1ª Edición, Editorial ITEA. San Pablo. 475p.

Con formato: Numeración y viñetas

- González J. G. y Shepherd S. A. 1996. Growth and survival of the blue abalone *Haliotis fulgens* in barrels at Cedros Island, Baja California, with a review of abalone barrel culture. *Aquaculture* 140(1-2), 169-176.
- González F., Dávila V., Juárez M. A. y Ávila E. 2002. Performance of the japanise quail eggs. *Poultry Wold* .Vol 1.18-19.
- Gorrachategui M. 1996. Alimentación de aves alternativas: codornices, faisanes y perdices. *Revista Ibérica de Nutrición Animal* N° 10:15-16.
- Groenewald J. W. y Joubert D. M. 1971. Seaweeds proceding. Department of Agriculture Report. South África. Number1:1-3.
- Guzmán del Proo S. A., Casas M., Díaz A., Díaz M. L., Pineda J. y Sánchez M. E. 1986. Diagnóstico sobre las investigaciones y explotación de las algas marinas en México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 3(2), 1-63.
- Hardy R. y Masumoto T. 1991. Specification for marine by-products for aquaculture. *Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop*: 109-115.
- Herber S. M. y van Elswyk M. E. (1996). Dietary marine algae promote efficient deposition of n-3 fatty acids for the production of enriched shell eggs. *Poultry Science* 75: 1501-1507.

- Hernández G. 1996. Frond elongation rates of *Macrocystis pyrifera* (L.) Ag. at Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 22(1): 57-72.
- Hill G. 1986. Recent developments in the use of lupins in animal and human nutrition. In: *Proceeding of the IV International lupin conference*. Geraldton, Western Australia. 40-61.
- Houser R. H. y Akiyama D. M. 1997. Feed formulation principles. Dabramo, L. R., Conklin, D. E. and Akiyama D. Editors. In *Advances in World Aquaculture*, Vol. 6., 493-519.
- Howes. 1964. Nutrition and Management of Japanese (Coturnix) Quail in the Tropics. *The journal of applied Poultry Research*. Savoy, il suplement 1:25-29.
- Ingram D. R., Wilson H. R., Nesbeth W. G. Beane B. L., Douglas C. R. 1984. *Sodium chloride requirement of Bobwhite quail chicks*. *Poultry Science* 63 (9). 1837-1840.
- Jiménez A. y Goñi I. 1999. Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. *Arch Latinoam Nutr.*, 49(2), 114-120.

- Johari T. S., Shrivastav A. K. y Raju M. 1994. Dietary protein and anergy requirements of laying quails reared under different nutrient schedule during starting and growing period. *Indian Journal of Animal Science* 64:2. 173-177.
- Jones T. y Hunt R. 1983. *Veterinary Pathology*. 4th edición. Lea and Febiger. Philadelphia, U.S.A.
- Jurado C. 1989. *Toxicología Veterinaria*. 2ª edición. Editorial Salvat, Barcelona.
- Keeler R. y Gross R. 1980. The total alkaloids and anagrine contents of some bitter and sweet selection of lupin species used as food, *J. Environ. Path. Toxicology*. 3: 33-40.
- Kloareg B., Gall E. A., Asensi A., Billot C., Crepineau F., Moulin P., Boyen C. y Valero, M. 1999. Molecular and cellular approaches of reproduction, biology and genetic improvement in laminarialean kelps. *World Aquaculture Magazine*, 30(1), 23-25.
- Lawrence J.M., Olave S., Otaiza R., Lawrence A. L. y Bustos E. 1997. Enhancement of gonad production in the sea urchin *Loxechinus albus* in Chile fed extruded feeds. *Journal of the World Aquaculture Society* 28(1), 91-96.

- Lembcke C., Figueroa E., Sulka P. y Falcón, N. 2001. Efecto de la edad de las reproductoras sobre el peso del huevo. Revista Veterinaria del Perú Volumen 12. N°1: 1-8.
- Lesson S., Coufal D. y Carey B. 2001. Evaluation of the *Coturnix coturnix japonica* (japanese quail) egg production. Poultry Science 4:5. 12-14.
- Liu J.N., Yoshida Y., Wang M. Q., Okai Y. y Yamashita U. 1997. B cell stimulating activity of seaweed extracts. Int J Immunopharmacol., 19(3), 135-142.
- López J.C., Cubillos V., Cubillos A., Molina I. y Böhmwald H. 1997. Estudio enzimático y anatomopatológico de ponedoras alimentadas con semilla de *Lupinus albus* (dulce y amarga) durante 22 semanas, Arch. Med. Vet. 29: 269-278.
- Lucotte G. 1990. "La codorniz, Cría y Explotación". 2a edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 200 p.
- Mc Ginnis J. 1990. Use of Lupin in Poultry Nutrition. En: VI International Lupin Conference, Temuco-Pucón, Chile, 3 p.

- Marsden I. D., Williams P. M.J. 1996. Factors affecting the grazing rate of the New Zealand abalone *Haliotis iris* Martyn. *Journal of Shellfish Research* 15(2), 401-406.
- Martí E. 1975. Composición y aprovechamiento de algas marinas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral. 10 p.
- Martínez C. y Goldzvieg, S. 1953. Algas marinas en alimentación de equinos.
- Maynard L. A., Loosli J.K., Hintz H. F. y Warner R. G. 1998. *Nutrición Animal*. 7ª edición. Editorial Mc Graw-Hill. México. 640 p.
- Mora S. 1980. Adaptación, producción y utilización de lupino en Chile, *Agro Sur* 8(1): 43-56.
- Murai A., Furuse M. y Okumura J. 1994. Linoleic acid requirement for growth and reproduction in Japanese quail. *Japanese Poultry Science*. 31:2. 109-118.
- Murakami A. E., Moraes V. M. B. y Ariki J. 1993. Levedura de vinhaça (*S. cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de frangos de corte. *Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Viçosa: v.22, n.5, 876 – 883.

- Murakami A. E., Moraes V. M. B., Ariki J., Junqueira O. M. y Kronka S. N. 1993. Níveis de proteína e energia em rações para codornas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa: v.22, n.4, 541 – 551.
- Murakami A. E., Moraes V. M. B., Ariki J., Junqueira O. M. y Kronka S. N. 1993. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas em crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa: v.22, n.4, 534 - 540.
- Nakagawa H. 1997. Effect of dietary algae on improvement of lipid metabolism in fish. Biomed. Pharmacother., 51(8), 345-348.
- North W. J. 1987. Biology of the *Macrocystis* resource in North America. In: Case studies of seven commercial seaweed resources. Doty M. S., Caddy J. F. and Santelices B. 1987. FAO Fisheries Technical paper-281. Food and agriculture organization of the United Nations Rome.
- North M. y Bell D. 1993. Manual de producción avícola. 3° edición. Editorial El Manual Moderno, S.A. México, 829 p.
- NRC 1994. *Nutrient requirements of Poultry*. Nal. Ac. Sci, Washington. 44 p.
- Ocampo M. (1991). Contenido energético en algas pardas Chilenas. Variación litudinal y estacional. U.A.Ch. Escuela de graduados. Tesis magíster en ciencias mención botánica.

- Ottinger M. A., Duchala C. S. y Masson M. 1983. "Age-related reproductive decline in the male Japanese quail". *Horm Behav.* 17(2):197-207.
- Panda B. 1990. A decade of research and development on quails, 1979-1989. Central Avian Research Institute. Izatnagar. (U.P.) 243122. 40 p.
- Pedroza R., Medina R. C. y Acosta R. M. 2000. Uso de ficocoloides en la nebulización de microdietas para larvicultura marina. *Ciencia y Mar.* Vol. IV, Num.11. 27-34.
- Pérez F. 1966. *Coturnicultura*. 1ª edición. Editorial Acribia. Barcelona. España. 1270 p.
- Pérez y Pérez F. 1966. «Coturnicultura. Tratado de cría y explotación industrial de codornices» Editorial Científico Médica. Madrid. España. 375 p.
- Pérez J., Caraballo A. y Millán J., 1988. Harinas de algas marinas en dietas para aves. *Revista Agronomía Tropical*. N° 98, 275 – 282.
- Pérez J. 2002. Harina de algas marinas, *Ulva fasciata* follaje de yuca, *Manihot sculenta* y alfalfa en dietas para aves. *Revista Agronomía tropical* N° 28 (3): 75-82.

- Pontes M. y Casteló J. 1995. Alimentación de las aves. Real Escuela de Avicultura. Barcelona. 506 p.
- Pringsheim E. G. 1966. Algenreinkulturen, ihre Herstellung und Erhaltung. Jena, VEB G. Fischer-Verlag. 12 p.
- Prinsloo J. J., Smith G.A. y Rode W. 1992. Sweet White Lupinus albus (cv. Buttercup) as a Feedstuffs for Layer, British *Poultry Science* 33: 525-530.
- Quintana J. A. 1991. "Manejo de las aves domésticas más comunes". 2ª edición. Editorial Trillas. México. 182-277.
- Raju M. y Reddy V. R. 1992. Effect on dietary calcium and inorganic phosphorus on the performance of laying Coturnix quails. *Indian Journal of Animal Science*. 62:11. 1072-1076.
- Reis L. 1980. Codornices, crianza y explotación. Editorial Agros. Lisboa. 222 p.
- Riaza A. 1986. Comparación de métodos para estimar la digestibilidad en la lubina *Dicentrarchus labra*. These de DEA, UBO, Brest, Francia, 55 p.
- Ringen J. 1989. Norges Landbrukshoiskole. Flyveland. N°9. 18-19.

- Rodríguez Y. F. y Hernández G. 1991. Variación estacional y geográfica de la composición química de *Macrocystis pyrifera* en la costa occidental de Baja California. *Ciencias Marinas*, 17, 3, 91-107.
- Sakurai H. 1978. Determinations of Metabolizable energy values of common feedstuffs for laying quails. *Japanese Poultry Science*.15:3. 138- 141.
- Santomá G. 1989. Nutritión of domestic quails. *Proceedings of the 7 European Symposium on Poultry Nutrition*. *British Poultry Science* N°2:174-178.
- Sauveur B. 1988. *Reproduction des volailles et productions doeufs*. INRA. París.
- Savory C.J. y Gentle M.J. 1976. Changes in food intake and gut size in japanese quails in response to manipulation of dietary fibre content. *British Poultry Science*. 17(6): 571- 580.
- Shim K. F. y Chen E. V. 1989. Methionine requirement and its effect on the feather loss of laying Japanese quail. *Nutrition Reports International*. 40:5. 1003-1010.
- Shim K. F. y Chen E. V. 1989. Effect of dietary methionine on Japanese quail processing yields. *Nutrit. Reports Intern*. 39: 4, 823- 832.

- Shim K. F., Lee T. K. y Tan E. L. 1981. Protein requirement of breeding Japanese quail in the tropics. Singapore Journal of Primary Industries. 9: 2. 101- 110.
- Shim K. F. y Lee T. K. 1989. Effect of dietary cystine on fertility and hatchability of breeding Japanese quail. Singapore Journal of Primary Industries. 17: 2 71- 75.
- Shrivastav A. K. y Panda B. 1982. Effect of increasing calorie-proteine ratio during growing period in japanese quails. Indian Journal of Animal Science. 17:4. 253-256.
- Shrivastav A. K. y Panda B. 1987. Suphur aminoacid requirement of growing japanese quail. Indian Journal of Animal Science. 57:12, 1303-1305.
- Shrivastav A. K., Panda B. y Darshan N. 1989. Calcium and phosphorus requirements of laying Japanese quails. Indian Journal of Poultry Science 24: 1, 27- 34.
- Silva N., Costa R. y Souza, C. 1989. Codornices simples de criar. 1ª edición. Editorial Agropecuaria. San Pablo. 175 p.

- Strand A., Herstad O. y Liaaen S. 1998. Fucoxanthin metabolites in egg yolks of laying hens. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.*, 119(4), 963- 974.
- Stuart M. D. y Brown M.T. 1994. Growth and diet of cultivated black-footed abalone, *Haliotis iris* (Martyn). *Aquaculture*, 127 (4), 329- 337.
- Sudaryono A., Hoxey M. J., Kailis S. G. y Evans. 1995. Investigation of alternative protein source in practical diets for juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 134: 313- 323.
- Sullivan T. W., González N. J. y Douglas J. H. 1993. Quality factors related to the feeding value of phosphorus supplements. En: 5th International Symposium of Avian Pathology and Production, Valdivia, Chile. 1-14.
- Sullivan T. W., González N. J. y Douglas J. H. 1994. Levels of various elements of concern in feed phosphates of domestic and foreign origin. *Poultry Sci.*, 73: 520-528.
- Takahashi Y., Uehra K., Watanabe R., Okumura T., Yamashita T., Omura H., Kawano T., Kanemitsu A., Narasaka H., Susuki, N. e Itami T. 1998. Efficacy of oral administration of fucoidan, a sulphated polysaccharide, in controlling white spot syndrome in kuruma shrimp in Japan. In Flegel T.W.

(ed) Advances in shrimp biotechnology. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.

- Tapia M. 1982. Proceso Agroindustrial del Tarwi (*Lupinus mutabilis*). En: II Conferencia Internacional de Lupino, Torremolinos, España, 58- 62.
- Vásquez J. A. 1999. The effect of harvesting of brown seaweeds: a social, ecological and economical importance resource. World Aquaculture Magazine, 31(1), 19- 22.
- Viana M. T., Cervantes M. y Solana R. 1994. Attraction and palatability activities in juvenile abalone (*Haliotis fulgens*): nine ingredients used in artificial diets. Aquaculture, 127(1), 19- 28.
- Vila L. E., Claret J. M. y Verde F. J. 1985. Determinación de la energía metabolizable de piensos para codorniz por dos métodos paralelos. Avances en Alimentación y Mejora Animal. 26: 5, 187- 191.
- Villarreal L. 1994. Content of alginates in ten species of phaeophyte algae on the Mexican coast. Phytton (Buenos Aires) 56(0): 109- 111.
- Vohra P. 1972a. Evaluation of metabolizable energy for poultry. World's Poultry Science J. 28(2): 204.

- Vohra P. 1972b. Magnesium requirement for survival and growth of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Poultry Science 51: 2103.
- Von Baer D., Von Baer E., Hashagen U., Ibáñez R., Lamperti L., Morales M., Ross E., Puentes P. y Pérez I. 1992. Proyecto FDP-CORFO "Normas de calidad de lupino": resultados de cosechas 1989, 1990, 1991 y conclusiones finales. En: I Conferencia Nacional del Lupino, Temuco, Chile, 72 p.
- Von Baer D., Marivil M., Von Baer E., Hashagen U. e Ibáñez R. 1997. Alcaloides en semilla de híbridos de *Lupinus angustifolius* dulce y amargo. Bol. Sociedad Chilena de Química, Nº 629.
- Vozzhinskaya V. B. y Kuzin V. S. 1994. Productivity of Laminariales in the World Ocean. Izvestiya Akademii Nauk Seriya Biologicheskaya (Moscow) 0(2): 308- 312.
- Yamane T., Ono K. y Tanaka T. 1980. *Energy requirement of laying japanese quail*. British Poultry Science. 21 (6). 451- 455.