



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**Aprovechamiento de la Harina de Calamar
Dosidicus gigas D´Orbigny 1835 como
Fuente de Proteína en gallinas
ponedoras *Bovans white*.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A
MIRIAM RAMÍREZ POBLANO



MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidenta: M. en C. Lucia Cornejo Barrera
Vocal: Dr. Hermilo Leal Lara
Secretaria: M. en C. María Elena Carranco Jáuregui
1er Suplente: M. en C. Rosa María Argote Espinosa
2do Suplente: M. en C. Iliana Elvira González Hernández

Lugar de donde se realizó:

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
Departamento de Nutrición Animal.

Asesora:

M. en C. María Elena Carranco Jáuregui _____

Supervisora Técnica:

M. en C. Ma. de la Concepción Calvo Carrillo _____

Sustentante:

Miriam Ramírez Poblano _____

*Realmente soy un soñador práctico;
mis sueños no son bagatelas en el aire.
Lo que yo quiero es convertir mis sueños en realidad.*

Mahatma Gandhi

AGRADECIMIENTOS:

A **Dios** por mostrarme el camino hacia la luz, por darme la oportunidad de culminar mi tesis y por permitirme vivir este momento de satisfacción y felicidad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México que me dio las bases para ser la persona que ahora soy y a la Facultad de Química por haber contribuido a mi formación profesional.

Al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, en particular a todo el Departamento de Nutrición Animal y al Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Al Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Jefe del Departamento de Nutrición Animal del INCMNSZ, por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

A mis asesoras M. en C. María Elena Carranco J, a la M. en C. Concepción Calvo C. y a la M. en C. Silvia Carrillo D. por su paciencia, tolerancia y colaboración en el desarrollo del presente trabajo pero sobretodo por la amistad otorgada durante estos años.

Al Dr. Ernesto Ávila González, Director del Centro Experimental de Investigación y Extensión Avícola (CEIEPA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnología de la UNAM, por el apoyo brindado en la parte experimental con las aves.

Al Dr. Benjamín Fuente Martínez del CEIEPA por su valiosa ayuda en la parte experimental y por su apreciable amistad.

A la M. en B. Rebeca Ramírez Carrillo por su colaboración para realizar el análisis estadístico del presente trabajo, por su cordialidad y disposición en todo momento.

A mi jurado de tesis la profesora Lucy Cornejo Barrera, al profesor Hermilo Leal Lara, así como a las profesoras Rosa María Argote Espinosa e Iliana Elvira González Hernández por la paciencia para la revisión de este trabajo.

A Irene Torres, Rosy Castillo y Sara Montañó por el apoyo en el laboratorio, a Paty Torres, Maggi, Ma. Elena Camacho, Rebeca Valdez, Norma Vázquez, Rogelio y Doña María Chávez, que con sus consejos crecí como ser humano así como a Doña Nina, Don Cele y Nacho que con alegría y risas hacían amena la estancia en el laboratorio.

A mis mejores amigos Liliana Franco, Juan Carlos Flores, Rocío Belmont, Norma Márquez, Paola Martínez, Víctor Zúñiga, Ligia Diosdado, Rafael Pacheco y Jesús Ramírez.

A mis innumerables compañeros del laboratorio: Edgar, Hugo, Raquel, Aarón, Mario, Tere, Jesús, Angélica, Marú, Salvador, Daniel, Adriana, Mirna, Paco y los que me faltaron, gracias.

A Fabián Caloso y Víctor Hugo Jiménez por el invaluable apoyo para este trabajo.

A Verónica Hernández, Cesar, Rosalinda, Gaby Barrios, Noemí, Juan, Ximena, Cristian, Carolina, Maribel, Luis, Adriana, Eva, Cristina, Teresita, Luzma, Paul, Xelhua, Lilia y Janeth por el tiempo compartido en clases.

Y un abrazo a todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron para que este trabajo llegara a su fin.

DEDICATORIA

A mi **papá** por sus consejos, enseñanzas y apoyo en todo momento.

A mi **mamá** que siempre da todo por mi, por ser parte importante en mi vida.

A mi **hermana** por ser ejemplo para mí.

A mis tíos Ausencio y Clara por ser mis segundos padres.

A Nancy Karina y Carlos Alberto por ser mis incondicionales primos, amigos y confidentes.

A mis adorados sobrinos Cristian Cesar, Jesús Eduardo y Carlos Daniel que son fortaleza y fuente de inspiración en mi vida. Los amo niños.

A Carlos Arturo, Nancy y Ximena por ser parte de mi familia.

A Oswaldo Jiménez López por creer en mí, por motivarme y apoyarme para la culminación de mi tesis.

A Guadalupe por sus consejos y compañía en momentos difíciles.

ÍNDICE

	Página
Resumen	1
1. Introducción	3
2. Antecedentes	6
2.1. Los Moluscos	6
2.1.1.1. Generalidades del calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	8
2.1.1.2. Alimentación y tamaño.	13
2.1.1.3. Reproducción del calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	14
2.1.1.4. Distribución y captura del calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	16
2.1.1.5. Composición del calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	21
2.1.2. El calamar en México.	24
2.1.3. Estadísticas de producción de calamar en México.	29
2.1.4. Consumo de calamar en México.	30
2.1.5. Consumo de calamar a nivel Mundial.	31
2.2. Avicultura	34
2.2.1. La avicultura en el mundo.	34
2.2.2. La avicultura en México.	35
2.2.2.1. Formación y composición del huevo.	37
2.2.2.2. Formación del huevo.	38
2.2.2.3. Composición física y química del huevo.	39
2.2.2.4. Modificación de la composición química del huevo con la alimentación.	50
2.2.3. Producción de huevo en México.	53
2.2.4. Consumo de huevo en México.	56
2.2.5. Huevo.	58
2.2.6. Criterios para medir la calidad del huevo.	59

2.2.7.	Características generales de la gallina Leghorn <i>Bovans white</i> .	69
2.2.7.1.	Alimentación de la gallina ponedora <i>Bovans white</i> .	69
3.	Justificación	72
4.	Objetivos	74
4.1.	Objetivo general.	74
4.2.	Objetivos particulares.	74
5.	Hipótesis	75
6.	Materiales y Método	76
6.1.	Obtención de la harina de calamar <i>Dosidicus gigas</i> D´Orbigny 1835.	77
6.1.1.	Muestreo de la harina de calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	77
6.1.2.	Análisis químico proximal de la harina de calamar.	77
6.1.3.	Análisis estadístico.	77
6.2.	Ensayo biológico.	78
6.2.1.	Criterios de selección del ensayo biológico.	79
6.2.2.	Formulación de raciones.	79
6.2.3.	Análisis estadístico.	79
6.3.	Evaluación de la calidad física del huevo.	80
6.3.1.	Criterios de selección para calidad de huevo.	82
6.3.2.	Análisis estadístico.	82
6.4.	Evaluación sensorial.	83
6.4.1.	Criterios de selección para la evaluación sensorial.	84
6.4.2.	Análisis estadístico.	84
6.5.	Análisis químicos y Cuantificación de proteína cruda y Aminoácidos en el huevo.	85
6.5.1.	Análisis estadístico.	86
6.5.2.	Cuantificación de Aminoácidos en el huevo.	86
6.5.3.	Análisis estadístico.	86

7. Resultados y Discusión	88
7.1. Composición de la harina de calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	88
7.2. Ensayo biológico.	92
7.2.1. Análisis químicos de las dietas.	93
7.2.2. Variables productivas.	95
7.2.3. Porcentaje de postura.	96
7.2.4. Peso promedio de huevo.	97
7.2.5. Consumo de alimento.	98
7.2.6. Conversión alimenticia.	99
7.2.7. Masa de huevo.	100
7.3. Calidad física del huevo.	101
7.3.1. Peso de huevo.	102
7.3.2. Altura de albumen y unidades Haugh.	103
7.4. Evaluación sensorial (sabor de huevo).	106
7.5. Análisis químicos al huevo.	107
7.5.1. Humedad.	107
7.5.2. Proteína.	108
7.5.3. Aminoácidos.	110
8. Conclusiones	114
9. Recomendaciones y Sugerencias	116
10. Bibliografía	117
Anexos	
1. Esquema del Ensayo Biológico.	130
2. Prueba de Nivel de Agrado Para Sabor de Huevo.	131

ÍNDICE DE TABLAS

1. Composición Química del calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	23
2. Comparación entre la Composición Química del calamar <i>Dosidicus gigas</i> y otras especies (g/100g).	24
3. Precios de calamar al público en el Mercado “La Nueva Viga” en el D. F.	29
4. Composición química del huevo.	40
5. Principales propiedades de la clara.	42
6. Composición química de la yema del huevo.	45
7. Composición mineral de los componentes del huevo (mg/100 g de huevo fresco).	47
8. Composición vitamínica de los componentes del huevo (mg/100 g de huevo fresco).	48
9. Contenido de Aminoácidos indispensables en el Huevo.	49
10. Clasificación de nutrimentos encontrados en el huevo por su respuesta a cambios en la dieta.	51
11. Principales Estados productores de Huevo en México.	57
12. Clasificación del huevo de acuerdo a las unidades Haugh.	63
13. Grados de Clasificación de Huevo en México.	72
14. Categorías por tamaño al empacar el huevo en México.	74
15. Análisis químico proximal de la harina de calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	89
16. Composición Química del calamar fresco <i>Dosidicus gigas</i> .	90
17. Perfil de aminoácidos de la harina de calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	91
18. Composición de la dietas para gallinas ponedoras <i>Bovans white</i> .	92
19. Análisis químico proximal de las diferentes dietas con la harina de calamar <i>Dosidicus gigas</i> (g/100 g de muestra).	94
20. Resultados de las variables productivas de las gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de inclusión de harina de calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	95

21. Resultados del porcentaje de postura.	96
22. Resultados del peso promedio del huevo.	97
23. Resultados de consumo de alimento.	98
24. Resultados de conversión alimenticia.	99
25. Resultados de masa de huevo.	100
26. Resultados de la evaluación de la calidad física del huevo.	101
27. Resultados de peso de huevo.	102
28. Resultados de altura de albumen.	104
29. Resultados de unidades Haugh.	104
30 Clasificación del huevo de acuerdo a las unidades Haugh.	104
31 Grados de Clasificación de Huevo en México.	105
32. Resultados de la evaluación sensorial del sabor del huevo.	106
33. Resultados de humedad del huevo	107
34. Resultados de proteína cruda de huevo.	109
35. Resultados del perfil de aminoácidos del huevo (g de aa/100 g de proteína)	111
36. Contenido de aminoácidos (mg de aa por huevo de 60 g).	113

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1. Avicultura en México.	36
2. Producción de Huevo en México.	54
3. Consumo per capita de Huevo en Latinoamérica en el 2007.	55
4. Consumo per-cápita de huevo en México.	58

INDICE DE FIGURAS

1. Clasificación de los moluscos comestibles.	6
2. <i>Dosidicus gigas</i> (Calamar gigante).	9
3. <i>Dosidicus gigas</i> .	12
4. Intervalo de distribución de <i>D. gigas</i> .	17
5. Área de pesca del calamar <i>Dosidicus gigas</i> .	18
6. Migración de <i>Dosidicus gigas</i> .	19
7. Formas de captura del calamar.	20
8. Representación de la anatomía general del calamar.	21
9. Comercialización del calamar gigante.	28
10. Esquema del proceso de formación del huevo desde el ovario hasta la cloaca.	38
11. Estructura del huevo.	39
12. Aspecto del huevo cuando se rompe sobre una superficie plana.	61
13. Apreciación esquemática de la calidad del huevo roto sobre una superficie plana.	62
14. Unidad (estructura metálica y vidrios) utilizada para el estudio de la calidad interna del huevo.	65
15. Equipo para calidad de huevo.	80
16. Determinación de unidades Haugh.	82
17. Evaluación Sensorial del sabor de huevo.	84
18. Autoanalizador Kjeltex Tecator.	85
19. Equipo para la determinación de aminoácidos (H. P. L. C.).	87

RESUMEN

Ramírez Poblano Miriam. Aprovechamiento de la harina de calamar *Dosidicus gigas* D´Orbigny 1835 como fuente de proteína en gallinas ponedoras *Bovans white*.

El calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es un cefalópodo encontrado en abundancia en los litorales de México. El consumo de este molusco en forma fresca es demasiado bajo, debido a que la población mexicana no lo tiene incluido en sus hábitos alimenticios aunado a la poca difusión por consumir este tipo de productos marinos y en ocasiones la dificultad por encontrarlos en el mercado hacen que los productos sean de poco consumo en nuestro país. Los principales mercados de exportación son: Japón, China, Corea, España, Italia, Grecia, Portugal, Francia, Holanda y Alemania.

Por tanto el presente trabajo forma parte de la línea de investigación “Aprovechamiento de Recursos Naturales Marinos para el Desarrollo de Productos Avícolas Funcionales”, del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” (INCMNSZ).

El objeto del presente estudio fue conocer la cantidad de proteína en el huevo obtenido por las gallinas ponedoras *Bovans white* alimentadas con harina de calamar *Dosidicus gigas*.

El presente trabajo se realizó en tres partes. En la primera se realizó el análisis químico proximal de la harina de calamar *Dosidicus gigas*. En la segunda parte se trabajó en el Centro de Experimental de Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.A.) de la U.N.A.M., en donde se formularon tres diferentes tratamientos con diferentes niveles de inclusión de la harina de calamar

Dosidicus gigas (0, 10 y 20 %), para cada tratamiento se emplearon 9 gallinas de la línea *Bovans white* de 18 semanas de edad, con 5 replicas, alojadas en jaulas, se utilizó un diseño completamente al azar, con 45 gallinas por tratamiento. Se registro diariamente la producción de huevo, peso de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y masa de huevo. Se realizó la calidad física del huevo y la evaluación sensorial del mismo al finalizar el ensayo. La tercera etapa se realizo los análisis químicos al huevo en donde se cuantifico la proteína cruda del huevo para los tres tratamientos así como el perfil de aminoácidos para los mismos tratamientos.

Los resultados indican que la harina de calamar *Dosidicus gigas* es una fuente importante de proteína (77.76%). Se encontraron 8 de los 9 aminoácidos esenciales para el ser humano en la harina.

Las variables productivas, se vieron afectadas por la inclusión de la harina en la dieta, al igual que la calidad física del huevo.

En la evaluación sensorial se encontraron diferencias estadísticas ($P>0.05$) en el color de la yema. Sin encontrarse olores ni sabores desagradables en los huevos analizados.

Finalmente los análisis químicos indican diferencia estadística ($P>0.05$) entre los tres tratamientos para la humedad, para la cantidad de proteína presente en el huevo y con esto en el perfil de aminoácidos realizado en el huevo.

En conclusión la harina de calamar *Dosidicus gigas* puede ser utilizada en una concentración máxima del 10% como fuente de proteína en la nutrición avícola.

1. INTRODUCCION

Los recursos marinos tienen gran importancia como fuente de alimentación para el ser humano, existen muchas especies que no son utilizadas masivamente en la industria de los alimentos. Este es el caso de los cefalópodos, como el calamar, que se presentan con potencial para la elaboración de productos que sean por una parte atractivos para los consumidores, incentivando el consumo de alimentos de origen marino; y por otra parte, una alternativa rentable para la industria alimenticia.

Los cefalópodos tales como las jibias ó calamares, sepias y pulpos representan para algunos países recursos con grandes posibilidades de expansión en uso y procesamiento. Las diferentes especies requieren técnicas y estrategias distintas para una exitosa captura, procesamiento y distribución en los distintos mercados. Hasta 1980 los calamares constituían solo un recurso menor y escaso, el calamar *Dosidicus gigas* se usaba como carnada para peces y algunas veces para la elaboración de conservas como calamares en su tinta.

La jibia es un cefalópodo que pertenece a la familia *Ommastrephidae*, especie *Dosidicus gigas*. Se caracteriza por tener un manto cilíndrico, cuya longitud corresponde poco más de 70 cm en el Golfo de California.

El calamar es un recurso altamente proteico por lo que su caracterización desde el punto de vista funcional se hace indispensable, sobretodo su carne es muy apreciada.

Hoy en día existe un gran interés por consumir alimentos funcionales. A estos les define como cualquier alimento natural o formulado, que pueda dar un beneficio adicional además de su valor nutritivo. El huevo no solo es un alimento funcional sino multifuncional porque, además de contener importantes nutrientes (ej. Proteína de excelente calidad, fuente de ácido fólico y de vitamina A, etc.), también posee

componentes químicos que brindan efectos benéficos adicionales al consumidor (ej. Colina es útil en la prevención de la enfermedad de Alzheimer, la luteína y zeaxantina en la prevención de cataratas y degeneración macular) y tiene propiedades funcionales importantes que lo hacen un ingrediente ideal en la preparación de diversos platillos y en la manufactura de diversos productos alimenticios.

Por otra parte el huevo es un alimento completo, proporciona el 15% de toda la proteína recomendada por la FAO (1987), 12 minerales y todas las vitaminas excepto de vitamina C. Además de su alto valor nutritivo, el huevo posee otras características que lo hacen un alimento de gran valor, fácil de preparar, de almacenar y sobretodo su versatilidad en cuanto a su preparación para su consumo. El huevo es un alimento que no puede ser adulterado gracias a su empaque, el cascarón.

Pese a su contenido de colesterol, el huevo es un alimento ampliamente conocida, que contiene proteína de calidad prácticamente ideal a un bajo precio, que puede ser producido bajo muchas condiciones de manejo doméstico e industrial y que presenta posibilidades culinarias fáciles y variadas.

Un alimento con estas características, constituye una fuente de nutrientes valiosa y barata, especialmente para poblaciones pobres, cuyo consumo de proteínas de origen animal es usualmente bajo debido al alto precio relativo de las carnes y los productos lácteos.

Los costos de los alimentos de origen marino utilizados en alimentación animal en México y su disponibilidad hacen que estos sean una importante fuente de nutrientes en las dietas de las gallinas ponedoras y que en consecuencia más del 75% de las granjas avícolas empleen en sus esquemas alimentarios harina de

pescado como principal fuente de proteínas y lípidos marinos (o mezclas de grasas marinas y vegetales) como aportadores parciales de energía.

La alimentación de las gallinas ponedoras con harina de pescado y mezclas de ácidos grasos de origen marino y vegetal, se plantea como una alternativa de modificación de la composición en ácidos grasos y colesterol de los lípidos de la yema de los huevos producidos por ellas.

La base proteínica de las dietas para gallinas ponedoras en México, descansa fundamentalmente en harina de pescado de producción local, la que contiene aproximadamente 66-68% de proteína de alta calidad y 8 a 10% de grasa. Los principales componentes energéticos de estas dietas son el maíz, otros cereales y subproductos de molienda y fuentes de grasas (98% de lípidos) compuestas de proporciones variables de aceites marinos y vegetales, subproductos de la industria aceitera.

Recientemente, debido al olor que los productos de origen marino pueden traspasar a los huevos, se está empleando harina de soya en reemplazo de la harina de pescado, a un costo relativamente mayor, el que limita el uso de dichos huevos a la fabricación de alimentos manufacturados con alto valor agregado, del tipo galleta y otros productos de pastelería, altamente diferenciados.

Bajo esta perspectiva el calamar *Dosidicus gigas* podría ser una buena alternativa para la alimentación en la industria avícola.

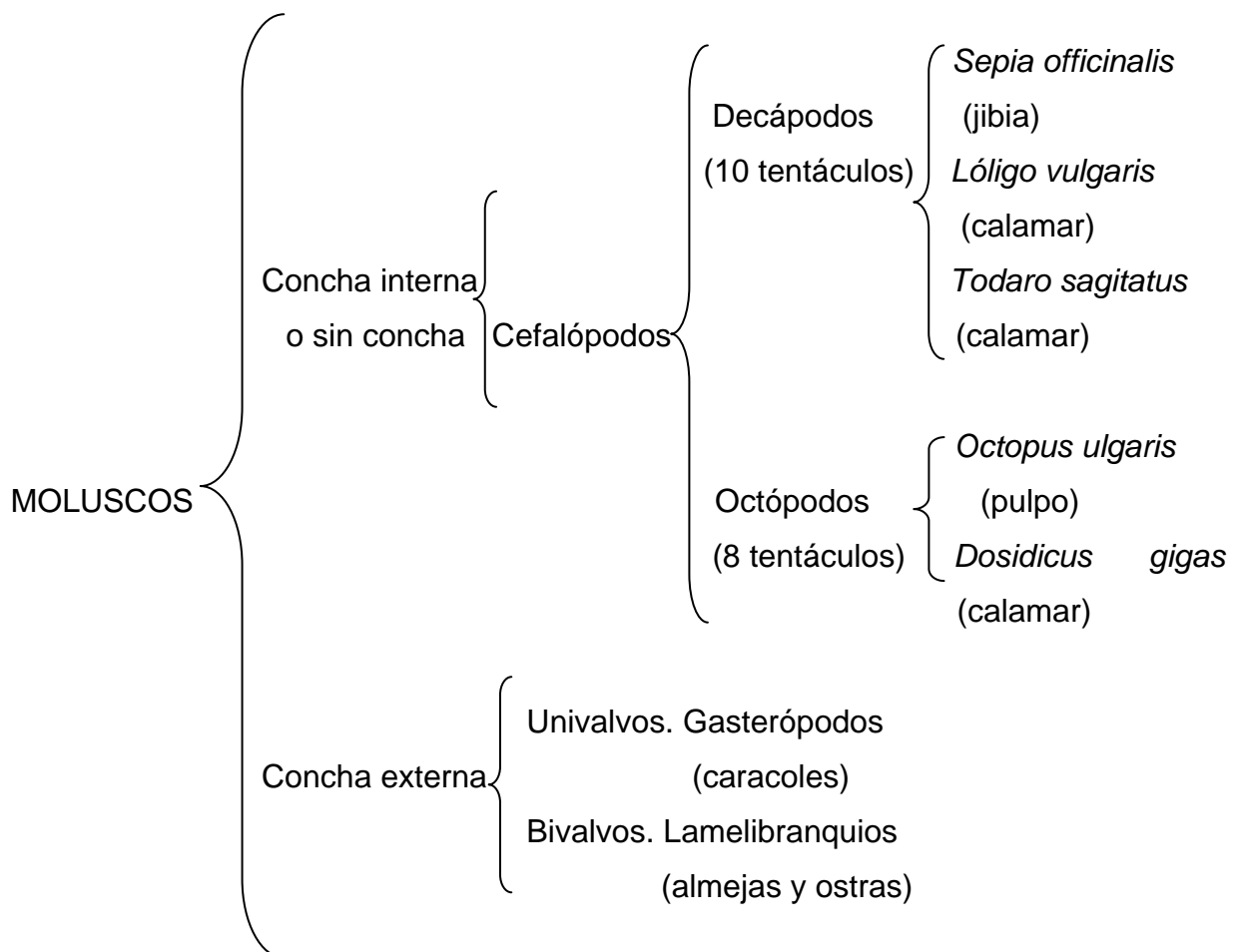
El presente trabajo forma parte de un proyecto global para el manejo de los productos de la industria alimentaría, con el fin de aumentar su aprovechamiento y conocer la modificación química del huevo en la adición a las dietas de las gallinas la harina de calamar *Dosidicus gigas*.

2. ANTECEDENTES

2.1. Los Moluscos

Existen más de 130 000 especies de moluscos, cuyo tamaño oscila entre unos pocos milímetros hasta de 2 metros. Sin embargo sólo unos pocos de esta amplia variedad resultan de importancia comercial. Los moluscos son animales que pueden ser utilizados como alimento. Pero solo unas cuantas se consideran comestibles. Los moluscos constituyen alrededor del 7% de la captura mundial total y desempeñan un importante papel en el mercado internacional (Zdzislaw, 1994).

Figura 1. Clasificación de los moluscos comestibles:



Fuente: Palombo y Santorelli (1968).

Los cefalópodos son moluscos altamente evolucionados, su cabeza esta diferenciada del cuerpo, tienen un centro nervioso bien desarrollado, ojos semejantes a los de los animales superiores y poseen de ocho o diez tentáculos provistos de ventosas. Los más conocidos son el pulpo, el calamar y la sepia. El grupo de importancia comercial es el de los Dibranquios con dos familias: Decápoda y Octópoda.

Los calamares pueden llegar a ser la base de importantes pesquerías en ambos litorales de México, ya que se pueden aprovechar en diversas formas de elaboración: secos, enlatados o frescos y los métodos de captura son relativamente simples: a la luz (fototropismo), con red de cerco pequeño (6 por 3 metros), etc. (Vargas, 1980).

De acuerdo con Voss (1976) y Vargas (1980) los calamares de importancia comercial en el Pacífico mexicano incluyen tres especies de longinidos (*Lolliguncula panamensis*, *Loliolopsis diomedae* y *Lóligo opalescens*) y dos de calamares omastréfidos (*Dosidicus gigas* y *Symplectoteuthis oulaniensis*).

Los mismos autores mencionan que hasta 1974, las estadísticas de FAO para la región solo incluían un reporte de 90 t de calamar. Las tres primeras especies de calamar son típicamente neríticas, mientras que las dos últimas son de los hábitos neríticos-oceánicos, aunque frecuentan áreas costeras donde el talud continental es muy pronunciado. En un estudio de Wormuth (1976) se comprobó que también se distribuyen en la parte norte del rango de distribución de *D. gigas*, con lo que el número de especies de importancia comercial existentes en el Pacífico mexicano podría ascender a siete, Klett (1996), con lo que respecta al Golfo de California se tiene que, *Lolliguncula brevis*, *Lóligo peali* y *Lóligo brasiliensis*, son las especies predominantes según Vargas (1980).

2.1.1.1. Generalidades del calamar *Dosidicus gigas*.

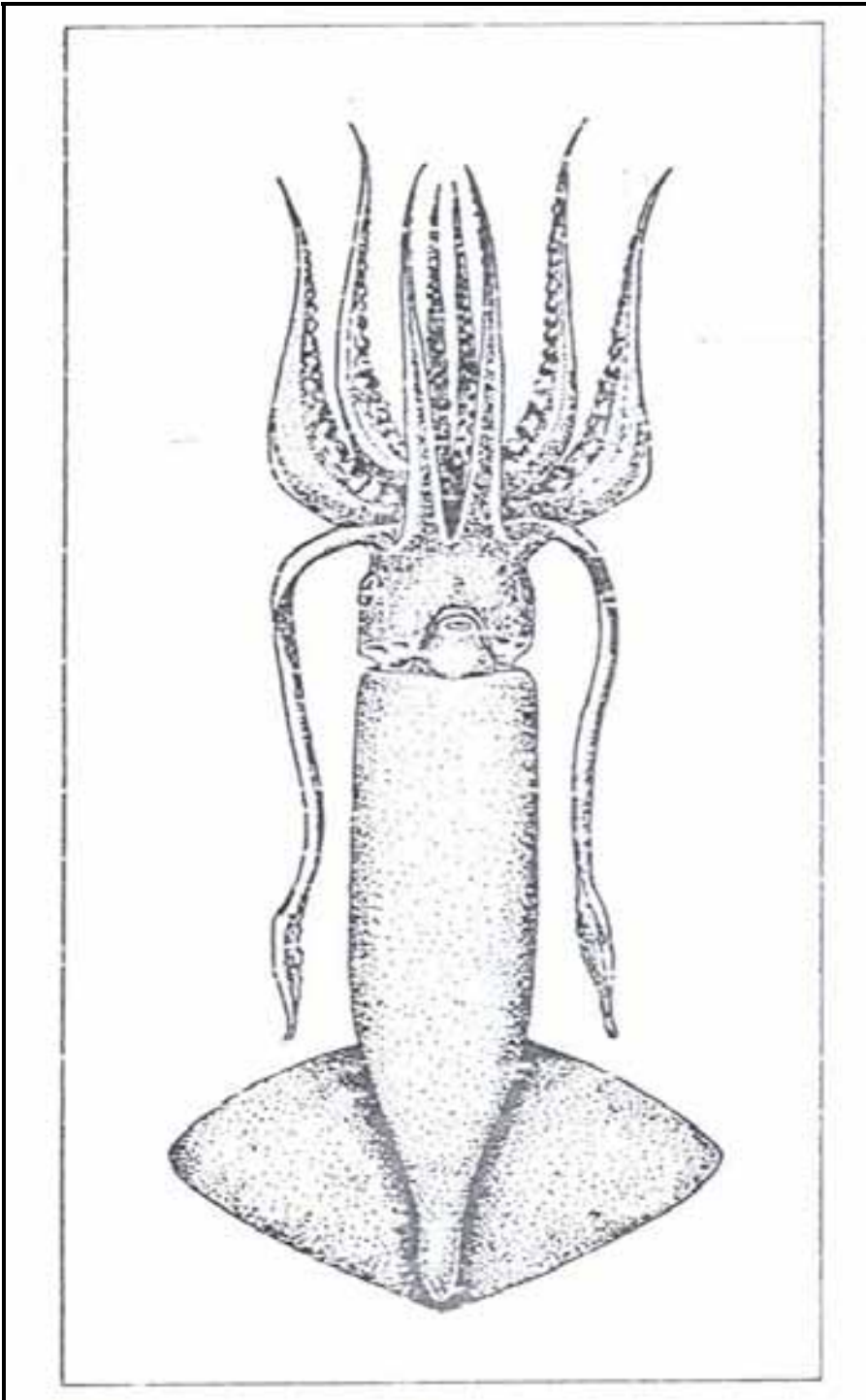
Calamar viene de la palabra "Calamario" que en latín significa tintero debido al líquido negro que lanza para enturbiar el ambiente cuando se encuentra en peligro de ser atacado. Presenta un color rosa pálido, hasta el púrpura, pasando por el café (Secretaría de Pesca, 1993).

Clasificación taxonómica del calamar.

Nombre:	<i>Dosiducus gigas</i>
Sinonimia objetiva:	<i>Ommastrephes gigas</i> <i>Ommastrepes giganteus</i> <i>Dosidicus eschrichtii</i> <i>Dosidicus steenstrupii</i>
Taxonomía:	<i>Phylum Moluscos</i>
Clase:	<i>Cephalopoda</i>
Subclase:	<i>Coleoidea</i>
Orden:	<i>Dibranquios ó Theuthoidea</i>
Suborden:	<i>Octópodo ó Oegopsida</i>
Familia:	<i>Ommastrephidae</i>
Subfamilia:	<i>Ommastrephinae</i>
Género:	<i>Dosidicus</i>
Especie:	<i>Dosidicus gigas</i>

Se considera generalmente que este genero incluye sólo una especie.

Figura 2. *Dosidicus gigas* (Calamar gigante).



Fuente: Ehrhardt *et al.*, (1982a).

Los calamares de la familia Ommastrephidae son pelágicos que se encuentran en la zona oceánica de las regiones tropical y templada y es ésta misma familia la más avanzada filogenéticamente (Filauri, 2005).

Todos los calamares son marinos y en contraposición a sus parientes los pulpos y las sepias, tiene un cuerpo altamente hidrodinámico y son veloces nadadores. Hay trescientas cincuenta especies (veinticinco en aguas ibéricas), cuya talla alcanza desde los dos centímetros hasta casi cuatro metros. En la cabeza presenta dos ojos bien desarrollados notablemente parecidos a los humanos en su estructura, aunque evolucionados independientemente, ocho brazos correspondientes a los que posee el pulpo y dos largos tentáculos. Su cuerpo es cilíndrico, opalescente, se ahusa hacia atrás, en su extremo posterior o caudal tiene dos aletas laterales triangulares anchas, contiene restos de la concha ancestral, constituida por conquiolina, recibe el nombre de “pluma del calamar”.

La parte interna del cuerpo contiene la cavidad del manto, en la que se abren los órganos reproductores y excretores, el saco de la tinta y el extremo posterior del tubo digestivo. También se encuentran aquí las dos branquias donde se oxigena la sangre azul del calamar. Las pulsaciones de la pared muscular de la cavidad del manto absorben continuamente el agua y la expulsan a través de un sifón muscular que se abre detrás de la cabeza. Como en otros cefalópodos esta corriente de agua actúa a modo de “propulsión a chorro” y al proyectarla con fuerza, dirigiendo la boca del sifón hacia delante, el animal se desplaza en dirección inversa. El agua no es aspirada por el sifón, sino por aberturas situadas a través de su base. Para lograr la respuesta más rápida posible de este sistema y para sincronizar la contracción de las diferentes fibras musculares, son esenciales unas fibras nerviosas de veloz conducción que conecten músculos y cerebro.

Las fibras nerviosas de los músculos carecen de la envoltura que hace posible la rápida transmisión de los impulsos nerviosos característica de los mamíferos.

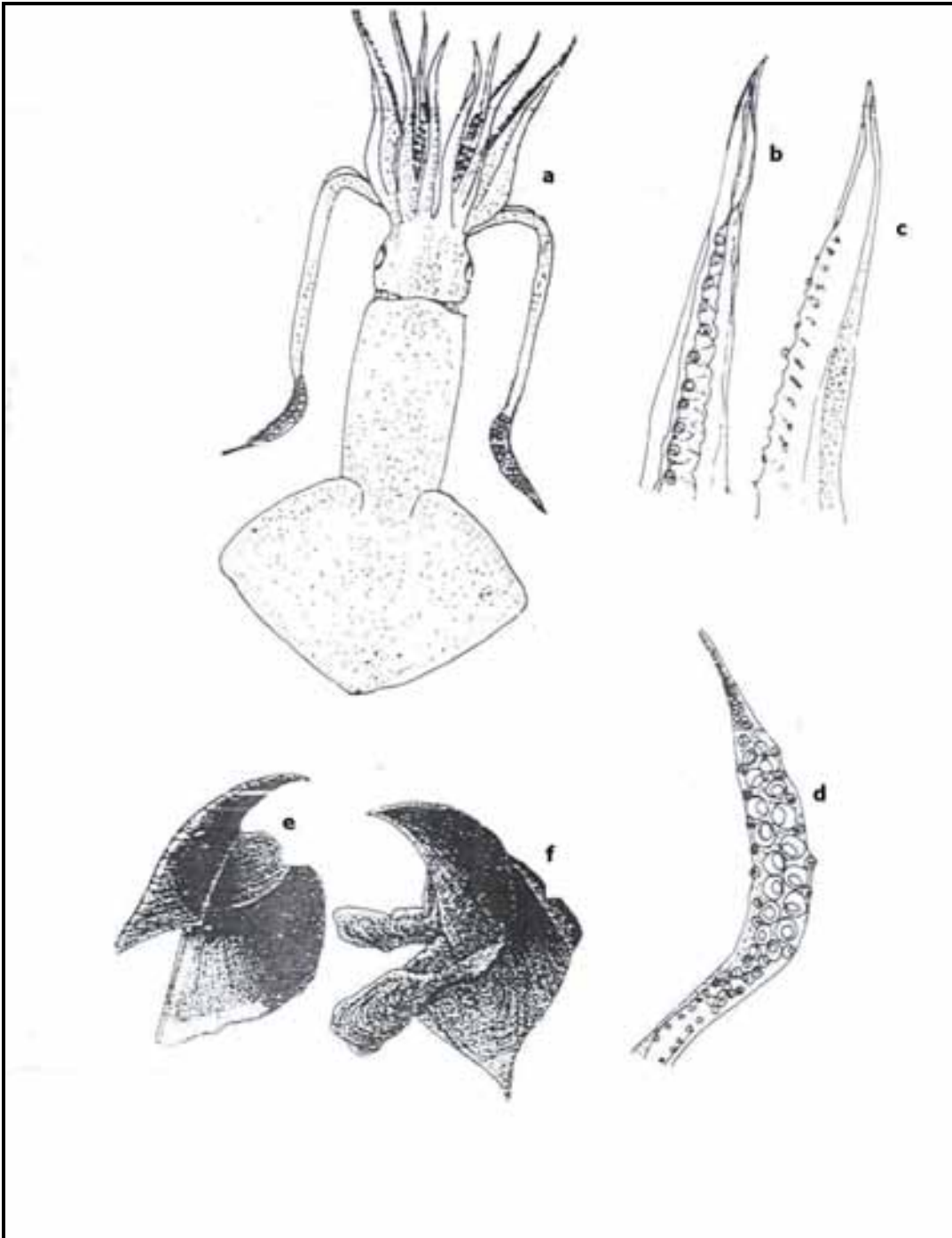
Ahora bien, la velocidad de conducción de impulsos de las fibras nerviosas aumentan con su grosor, así los calamares han desarrollado fibras nerviosas de desmesurado grosor, que enlazan su cerebro con los músculos del manto.

Los calamares suelen moverse formando grandes bancos a menudo compuesto de individuos del mismo sexo. Nada bien en cualquier dirección, pero por lo general, se desplazan hacia atrás. Algunas especies de calamares como *Calliteuthis* muestra un ojo mayor que otro, el menor aparece rodeado de órganos luminosos, este tipo de calamares habitan en los grandes fondos marinos, estos órganos suelen estar en los ojos, en los tentáculos o diseminados por todo el cuerpo. *Histioteuthis bonelliana*, especie que mide casi un metro de longitud, posee unos doscientos órganos luminosos (Vargas, 1980).

Dichos órganos pueden ser dotados de reflectores, lentes, diafragmas, pantallas ortocromáticas y otras estructuras accesorias. Pero otros calamares no producen luz por si mismo, sino que cuentan con bacterias luminiscentes que son transmitidas genéticamente al embrión de la generación siguiente. La luz es emitida a veces desde órganos internos y se percibe a través de la pared translúcida del cuerpo (Vargas, 1980).

De ahí que una muy importante característica de la especie es su fototropismo positivo, el cual es muy aprovechado por los pescadores para su captura (Klett, 1981).

Figura 3. *Dosidicus gigas*.



a) organismo adulto, vista dorsal; b) hectocolito izquierdo; c) hectocolito derecho; d) masa tentacular; e) mandibula superior; f) mandibula inferior.

Fuente: Modificado de Roper *et al.*, (1995).

2.1.1.2. Alimentación y tamaño.

Dosidicus gigas es depredador voraz, su principal dieta se compone de sardina (*Sardinops caeruleus*), macarela (*Scomber japonicus*) y langostilla (*Pleuoncodes planipes*) (Ehrhardt *et al.*, 1986): mictófidos, engráulidos y carángidos (Kato, 1996); necton (conjunto de animales no planctónicos nadadores de las aguas marinas y continentales), plancton y en menor grado bentos (García-Domínguez y González-Ramírez, 1988; *et al.*, 2001; Filauri, 2005), además es muy común el canibalismo a altas concentraciones durante la pesca intensiva o cuando no hay otro alimento disponible. Una vez capturada la presa, la paraliza por la acción del veneno producido por uno de los dos pares de glándulas salivales. Los calamares pueden acosar a su presa o enmascararse para cogerla por sorpresa (Vargas, 1980).

Nesis (1970), en un estudio de calamar gigante realizado frente a las costas de Péru y Chile, reportó los siguientes porcentajes de contenido estomacal: mictófidos 70%, calamar 13.3%, plancton 7.9%, sinodóntidos 1.2%, contenido no identificable 5.8% y otros 1.6%. en el sur de California, donde abundan los peces, el calamar gigante se alimenta principalmente de las familias *Engraulidae*, *Myctophidae*, *Scorpaenidae* y *Embiotocidae* (Klett, 1996).

Nigmatullin *et al.*, (2001) propone tres grupos de calamares con base a la talla de madurez para machos y hembras adultas. Un grupo pequeño (130-260 mm y 140-340 mm de longitud de manto (LM), respectivamente), un grupo de talla media (240-420 mm y 280-600 mm de LM, respectivamente) y un grupo de tallas grandes (>400-500 mm y 550-650 mm hasta 1000-1200 mm de LM, respectivamente) (Filauri, 2005).

La longitud máxima en organismos del hemisferio norte es de alrededor de un metro de longitud total, aunque la especie puede llegar a medir hasta cuatro metros

de longitud total en otras latitudes. En el Golfo de California, la talla máxima detectada fue de poco más de 70 cm. Las hembras en general tienden a ser ligeramente más pesadas que los machos de la misma talla (Klett, 1996).

Los calamares de tamaño pequeño se encuentran predominantemente en cercanías a la zona ecuatorial, aquellos de talla media viven a lo largo de todo el espectro de distribución de la especie con excepción de latitudes más altas y los pertenecientes al grupo de talla grande se encuentra principalmente en los extremos norte y sur de la zona de distribución. Es posible que estos grupos, cuya diferenciación genética es desconocida, se encuentren bien separados uno del otro y representen especies *in status nascendi*, o por lo menos sistemas poblacionales diferentes. Sin embargo lo anterior no está muy claro, ya que para algunos autores las tallas de madurez no parecen diferir por razones genéticas, sino que estas pueden estar dadas simplemente por cambios en las condiciones oceanográficas o en las dietas durante la fase de madurez sexual, finalmente la población puede estar compuesta por un solo stock (Ehrhardt *et al.*, 1986; Boyle, 1983; Filauri 2005).

A juzgar por su anatomía, se cree que estos no son buenos nadadores y que viven a profundidades de doscientos a cuatrocientos metros (Vargas, 1980).

2.1.1.3. Reproducción del Calamar *Dosidicus gigas*.

El calamar inicia el galanteo agitando ante la hembra sus brazos en gesto típico, a veces su cuerpo se enrojece y sus espermatozoides están contenidos en tubos quitinosos que tienen forma de torpedo, miden uno y medio centímetros de largo y reciben el nombre de espermatóforos. Estos “envases” de complicada estructura los transfiere en gran número a la hembra por medio del cuarto brazo izquierdo. Especialmente modificado para este fin. El macho se sitúa paralelo a su pareja, en cuyo caso los paquetes espermáticos se precipitan en una zona glandular

situada entre los tentáculos de la hembra. Los huevos son puestos en tiras de una materia gelatinosa que se adhiere al fondo marino y algunas especies como *Lóligo* muere después del desove. El galanteo prenupcial constituye un lance comunitario en el que intervienen numerosos calamares reunidos al efecto, que en ocasiones se desplazan hacia la orilla para criar. La cantidad de estos huevos puede ser colosal, aunque masas de huevo como la que alcanzaba casi quince metros de longitud, registrada en 1953 frente a la costa de California, son excepcionales. Las hembras de algunas especies pueden poner hasta cuarenta mil huevecillos (Vargas, 1980; Markaida, 2002).

El calamar gigante es considerado como un desovador múltiple lo que quiere decir que aunque solo presenta una temporada de reproducción durante su ciclo de vida (monocíclicos), ésta comprende varios eventos de desove presentando crecimiento somático entre cada evento (Rocha *et al.*, 2001; Filauri, 2005) .

En el Golfo de California se ha identificado hasta tres picos de desove anual: sin embargo, el número de desoves y el tiempo de ocurrencia pueden variar. Según Ehrhardt *et al.*, (1986) esta especie se reproduce en diciembre a enero principalmente y el lugar donde se tiene reportado estos datos son el Guaymas, Sonora; otro desove ocurre de mayo a junio y un tercero, en septiembre. Klett (1996) reporta que en 1981 el desove principal de esta especie ocurrió de agosto a septiembre y un segundo desove de mayo a julio. Las áreas más importantes de desove se encuentran en las cercanías de Guaymas durante verano, la mayor parte de la población desova frente a la península de Baja California (Klett, 1981; Michael *et al.*, 1986; Ehrhardt *et al.*, 1986), en aguas del Pacífico. La proporción de sexo es dominante, con 63% a favor de las hembras (Leal-Ocampo, 1994; Brito-Castillo *et al.*, 2000). Sin embargo Mejia (2005) reportó a 3 hembras por cada macho.

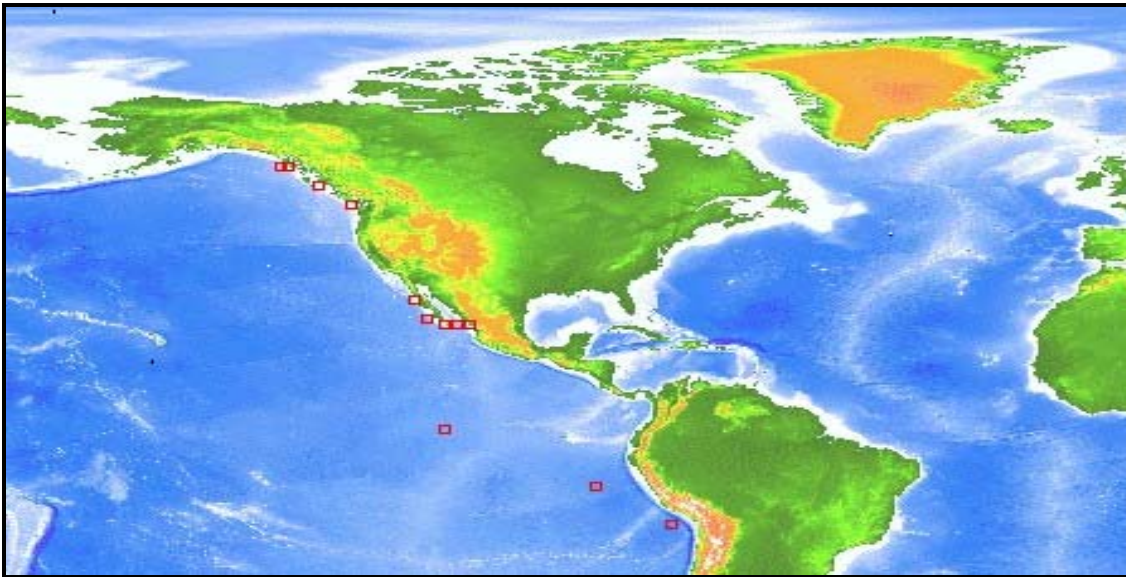
Las crías emergen ya en forma reconocible como propia del calamar. Los calamares son demasiado ágiles para ser apresados en gran número en las redes, excepto cuando se halla reunidos en bancos para aparearse (Vargas, 1980).

Sus depredadores naturales de paínos, albatros y otras aves marinas como es el pájaro bobo real, este se alimenta también de ellos en gran número, así como las focas, leones marinos, elefantes marinos, cachalotes y tuniformes. Para huir, el calamar confía sobretodo en su excelente vista y su agilidad, pero también en su facultad de cambiar de color y en la eyección de tinta por el sifón, que se extiende formando una especie de niebla artificial; la de algunas especies permanece algún tiempo igual que una nube compacta, adoptando vagamente la forma y proporciones del individuo que la ha producido. Mientras se enmascara así el calamar se lanza hacia atrás cambiando el mismo tiempo de coloración, en tanto que el depredador trata de capturar el globo de tinta, perdiendo de vista al calamar autentico (Vargas, 1980).

2.1.1.4. Distribución y captura del calamar *Dosidicus gigas*.

El calamar gigante es un cefalópodo que se distribuye principalmente en el Océano Pacífico oriental, desde 37-40° paralelo Norte hasta 45-47° paralelo Sur (Brito-Castillo *et al.*, 2000; Filauri, 2005) y desde la superficie hasta profundidades >1500 m. En México las mayores abundancias de *D. gigas* se reportan en el Golfo de California (Ehrhardt *et al.*, 1982a) aunque su distribución también abarca la costa occidental y oriental de Baja California Sur. Las mayores abundancias se reportan en primavera frente a las costas de Santa Rosalía (Baja California Sur) y Guaymas (Sonora), en verano frente a Santa Rosalía y en invierno frente a Guaymas (Klett, 1981; Brito-Castillo, *et al.*, 2000; Markaida, 2001; Boyle, 2004).

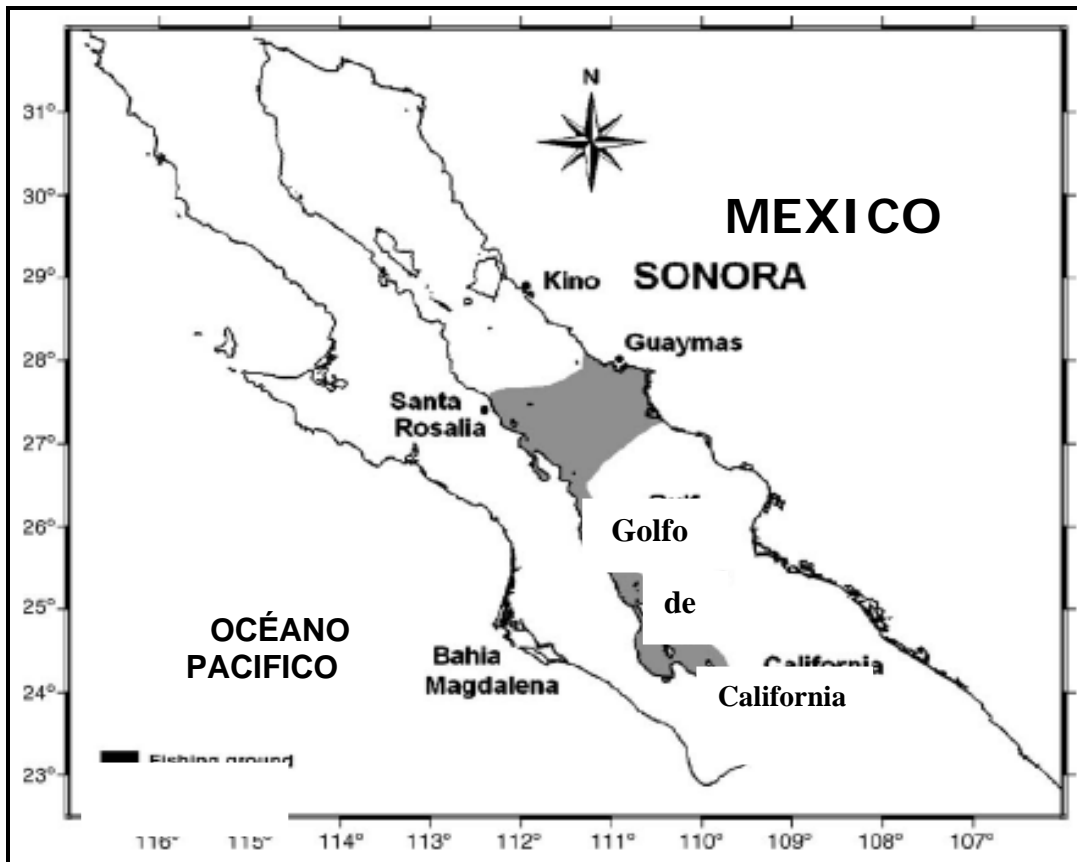
Figura 4. Intervalo de distribución de *D. gigas*.



Fuente: Nigmatullin *et al.*, (2001).

Dependiendo de la profundidad, el calamar gigante (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835) se distribuye generalmente en un intervalo de temperatura de 16°C a 30°C (Ehrhardt *et al.*, 1982^a; Filauri, 2005), e incluso 30-32°C para aguas ecuatoriales (Filauri, 2005), mientras que su captura se realiza cuando las temperaturas superficiales oscilan entre 17.0°C y 29.9°C (Leal-Ocampo, 1994). Las menores temperaturas de estos intervalos posiblemente estén relacionados con la migración estacional de especies de pelágicos menores (sardinias, macarelas y anchovetas), principalmente hacia las zonas de surgencias, puesto que gracias a la aportación de nutrientes provenientes de aguas más profundas y frías, se crean condiciones óptimas para el crecimiento de juveniles y adultos (Mann y Lazier, 1996). El Golfo de California presenta una alta productividad biológica y estas especies son parte importante de la dieta alimenticia del calamar gigante (Ehrhardt *et al.*, 1986; Brito-Castillo *et al.*, 2000).

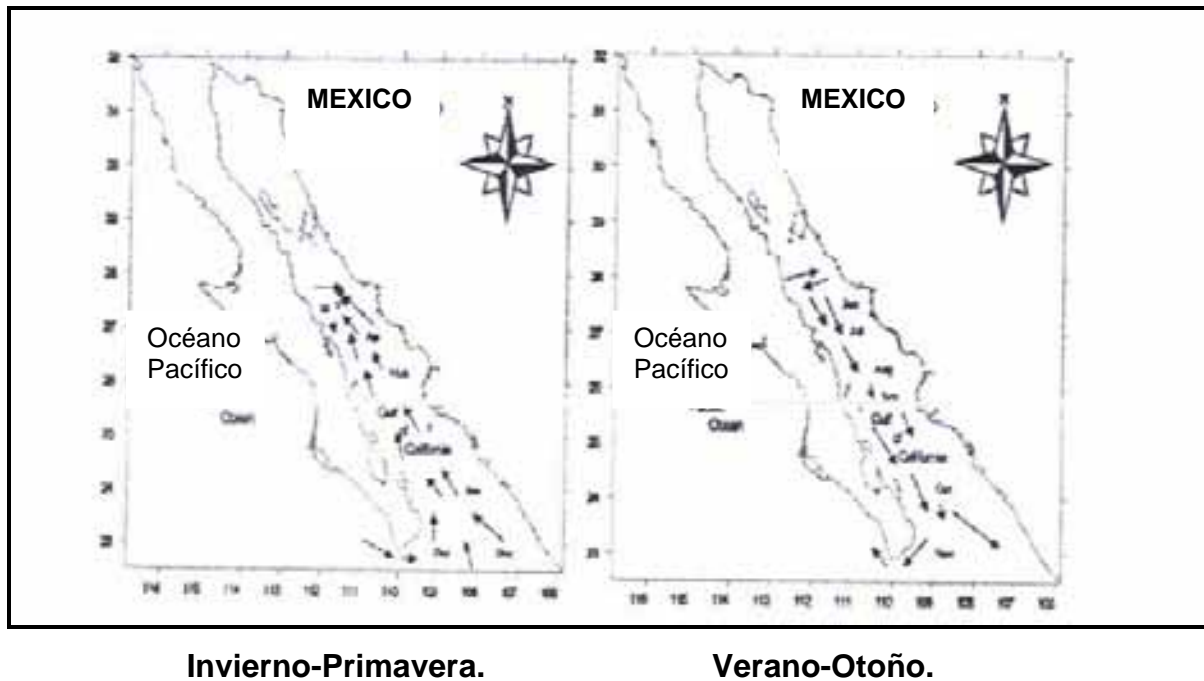
Figura 5. Área de pesca del calamar *Dosidicus gigas* (sombreado).



Fuente: Markaida y Sosa-Nishizaki (2001).

Para el Golfo de California Ehrhardt *et al.*, (1983), proponen un modelo de migración basado en los patrones de distribución de su pesquería, encontrando que el calamar gigante penetra al golfo de manera estratificada por tamaños, iniciando en enero y terminando en abril. Posteriormente durante el periodo comprendido entre mayo y agosto permanece estratificada en dos componentes: los organismos con tallas mayores en la zona costera y los de tallas pequeñas alejados de la costa. A principios de julio se inicia un desplazamiento del recurso hacia el este del Golfo y posteriormente desde finales de agosto y durante todo septiembre, se inicia y prosigue una emigración hacia el sur y fuera del Golfo. En este movimiento participan los individuos con menor tamaño; mientras que los de tallas mayores permanecen en las cercanías del puerto de Guaymas.

Figura 6. Migración de *Dosidicus gigas*.

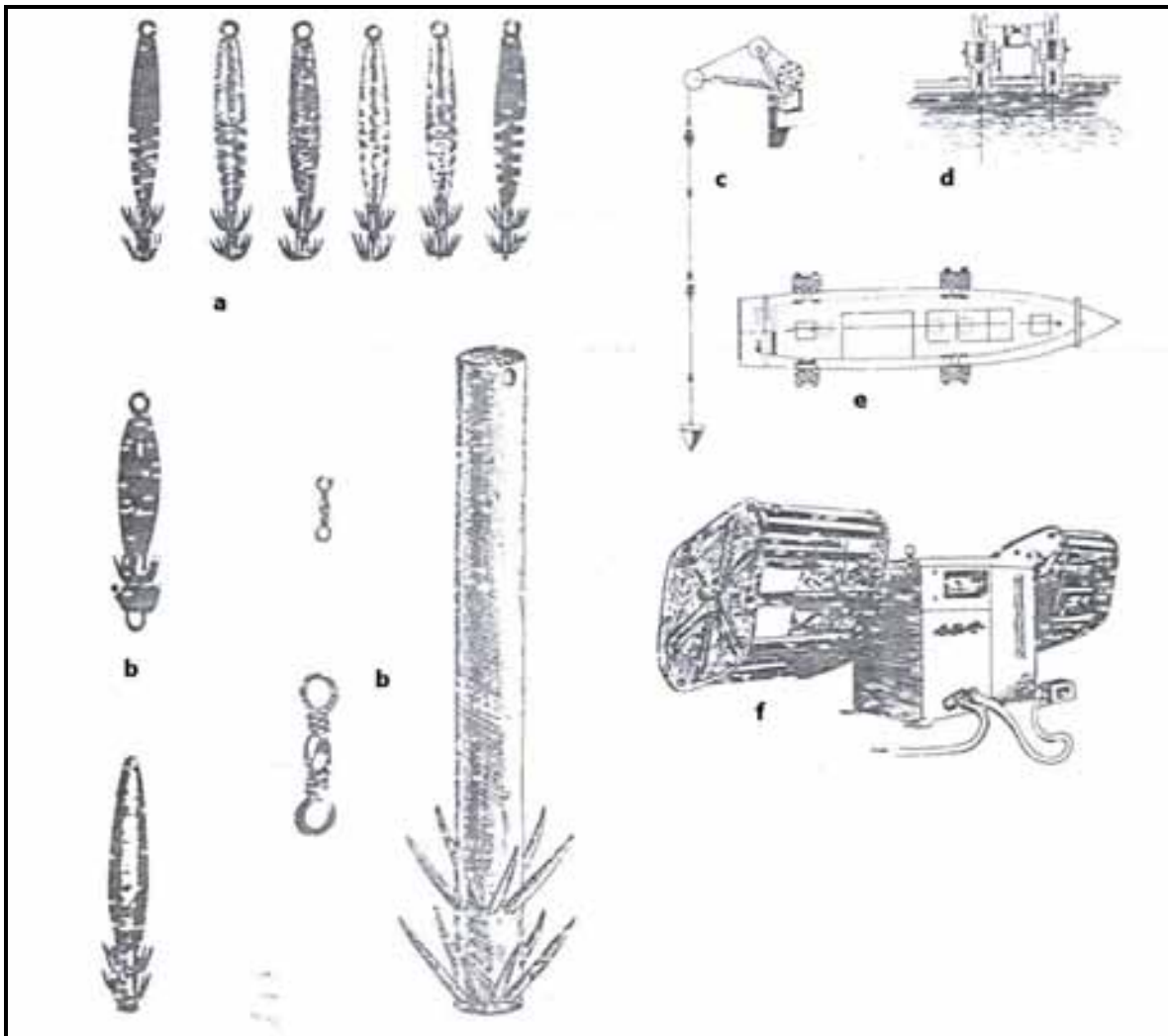


Fuente: Ehrhardt *et al.*, (1983).

Dosidicus gigas realiza migraciones verticales, durante la noche se localiza en la capa de agua entre los 0 y los 200 m y en el día desciende hasta los 800-1000 m de profundidad (Yatsu *et al.*, 1999c). Esta distribución vertical parece estar muy ligada a la búsqueda de alimento y a la temperatura (Ehrhardt *et al.*, 1986).

Con lo que respecta a la captura del calamar se han reportado capturas en otoño, frente a Loreto (Baja California, Sur). Durante mayo se le encuentra principalmente en la parte sur del Golfo de California, siendo su límite al norte el paralelo 22° y 28°N y al sur, el paralelo 109-124° (Klett, 1981; Filauri, 2005; Morales-Bojorquez *et al.*, 1997) a lo largo de todo el año, concentrándose frente a Baja California Sur en primavera y verano frente a Sonora en otoño e invierno. Siendo los principales puertos de desembarque Santa Rosalía y en menor medida Loreto, Baja California Sur y Guaymas, Sonora (Hernández-Herrera *et al.*, 1998).

Figura 7. Formas de captura del calamar.



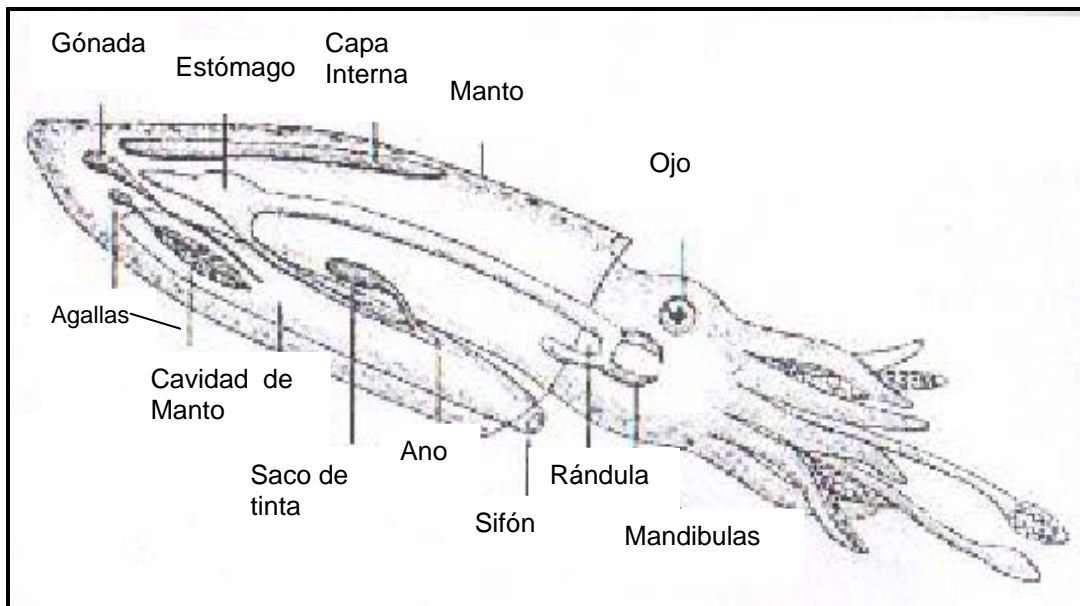
a) Diversas poteras japonesas (10 – 12 cm), b) destorcedores y potera de construcción local (25 – 30 cm), c) Vista de perfil de máquina calamarera con línea de poteras, d) vista frontal de máquina calamarera mostrando sendos tambores y líneas respectivas e) disposición de máquinas y recipientes a bordo, f) máquina calamarera automática japonesa.

Fuente: Ehrhardt *et al.*, (1982a).

La pesca del calamar gigante se realiza durante la noche con ayuda de lámparas, aprovechando el fototropismo positivo del calamar lo atraen hacia aguas superficiales, sin embargo durante los últimos años se ha observado que el calamar se esta pescando en la tarde sin la ayuda de estas lámparas (Hernández-Herrera *et al.*, 1998). El calamar es capturado mediante señuelos llamados potreras, las cuales pueden ser de dos tipos: a) japonesas (de 12 cm con dos coronas de ganchos de acero de 2 cm de longitud) y b) potreras de construcción local, construidas con un tubo de aluminio de 30 cm y una corona de clavos a manera de ganchos. Asimismo de acuerdo con las características de las embarcaciones y la tecnología utilizada para la captura, actualmente la flota se ha dividido en: a) pangas y b) barcos camaroneros modificados (Ehrhardt *et al.*, 1982b; Klett, 1996; Morales-Bojorquez *et al.*, 2001a; Morales-Bojorquez *et al.*, 2001c).

2.1.1.5. Composición del calamar *Dosidicus gigas*.

Figura 8. Representación de la anatomía general del calamar.



Fuente: Vargas (1980).

La principal porción comestible de los animales marinos está constituido por músculos corporales de mayor tamaño, sin embargo también es aprovechado como alimento muchas otras especies, en especial, la piel, hígado, brazo, huevas, aletas de los escualos y el tracto alimentario de los calamares (Zdzislaw, 1994; Castellanos *et al.*, 2005).

El músculo del calamar que corresponde al manto esta formado por tejido muscular cubierto por tunicas de tejido colectivo. Las fibras musculares son estriadas y cubiertas por un sarcolema (membranas) delgadas y constituye el 98% de la capa muscular las fibras musculares no corren a lo largo del eje del manto, algunas forman bandas circulares (0.1 a 0.2 mm de espesor) y otras son radiales (0.0010 a 0.015 mm). Estas últimas conectan las tunicas del tejido colectivo. Cada fibra contiene en la periferia un número de miofibrillas. El centro esta ocupado por el sarcoplasma con las mitocondrias y el núcleo. El diámetro medio de la fibra muscular es de 3.5 μm . La capa de fibras musculares está situada entre las tunicas externas e internas del tejido colectivo: las fibras de la lámina radial se conectan con las tunicas (Castellanos *et al.*, 2005).

Los trabajos sobre la composición química del calamar *Dosidicus gigas* han sido pocos, debido a que se ha estudiado hasta hace poco tiempo, de ahí que sólo se tienen datos de Abugoch *et al.*, (1999); Castellanos *et al.*, (2005), tabla 1. En la misma tabla se puede observar que el calamar completo tiene alto contenido de proteínas y bajo contenido de grasa, características muy habitual en músculo de animales de origen marino, para el caso particular de los cefalópodos como el calamar y los pulpos, además de las características antes mencionadas presentan un alto contenido de humedad y bajo contenido de extracto no nitrogenado. Además el aporte calórico de 100 g de calamar es de 70.19 calorías (Abugoch *et al.*, 2000).

Además el calamar contiene una alta proporción de albúmina, así como de vitaminas del complejo B, minerales y microelementos (Romero, 1981).

Tabla 1. Composición Química del calamar *Dosidicus gigas*.

Componente	Calamar completo	Músculo de calamar
	g / 100 g de muestra	
Humedad	82,23 ± 0.98	79.9
Proteínas	15.32 ± 0.93	19.0
Cenizas	1.31 ± 0.12	1.4
Grasa	0.87 ± 0.18	1.43
E. N. N.*	0.27	---

* E.N.N. Extracto No Nitrogenado

Fuente: Abugoch *et al.*, (1999) y Castellanos *et al.*, (2005).

No existen muchos datos en la literatura sobre la composición química del *Dosidicus gigas*, sin embargo existe información de otros cefalópodos y sobre especies que presentan características organolépticas de textura, color y sabor parecidas a la de esta especie, estas se observan en la tabla 2, donde además se incluye la carne de vacuno por ser la más consumida.

La tabla 2, muestra el contenido de proteína muy similar de las diferentes especies de calamar y se incluye las proteínas de un filete de vacuno donde éstas son ligeramente mayor que las encontradas en las diferentes especies de calamar.

Tabla 2. Comparación entre la Composición Química del calamar *Dosidicus gigas* y otras especies (g/100g).

Especie	Cal/100g	Humedad	Proteínas	Cenizas	Grasas	E.N.N.*
Calamar <i>Dosidicus gigas</i>	70.19	82.23	15.32	1.31	0.87	0.27
Calamar <i>Loligo pelai</i>	73.8	82.3	14.94	1.2	1.56	0
Calamar <i>Illex illecebrosus</i>	77.7	81.12	16.05	1.33	1.5	0
Calamar <i>Loligoidea y Ommastrephidae</i>	87.06	78.55	15.58	1.41	1.38	3.08
Filete de vacuno	129	72.7	21.2	1.1	3.9	1.1

* E.N.N. Extracto No Nitrogenado

Las calorías fueron calculadas con los siguientes factores: Proteína:4; Grasa:9; E. N. N.: 4

Fuente: Abugoch *et al.*, (1999).

2.1.2. El calamar en México.

En México, la explotación comercial de este recurso se inicia hacia el año de 1974 con la operación de una pequeña flota artesanal compuesta por pangas, pescando únicamente durante dos o tres meses en el verano cuando el recurso se encontraba cerca de la costa y la comercialización era local (Ehrhardt *et al.*, 1982a; Klett, 1996). Hacia 1978 parte de la flota camaronera fue acondicionada para la pesca del calamar operando durante los meses de verano en el período de veda para el camarón (Ehrhardt *et al.*, 1982a; Morales-Bojorquez *et al.*, 2001b).

Entre 1979 y 1982 cinco barcos calamareros japoneses son incorporados a la pesquería, por medio de empresas con capital conjunto Japón-México, con lo cual se incrementa la producción, pasando de una captura cercana a 1,635 t en 1978 a

19,068 t para 1980. Durante este período se ampliaron las zonas de pesca y la temporada se extendió a todo el año (Ehrhardt *et al.*, 1982a; FAO, 2000). En 1981 las capturas disminuyeron a 9,726 t en 1982 el recurso desaparece del Golfo de California. Las razones del colapso no han sido establecidas pero se cree que pudo haber sido por una sobreexplotación del recurso o por una modificación en los patrones migratorios de la especie debido a un aumento de la temperatura superficial del mar, o un conjunto de ambas (Ehrhardt *et al.*, 1982a; Klett, 1996; Markaida, 2001).

De 1982 a 1989, el aprovechamiento del recurso se realizó de forma artesanal, registrándose capturas anuales inferiores a 300 t en la costa oriental del Golfo de California, en los estados de Sonora y Sinaloa (Klett, 1996; Markaida, 2001). Durante 1989, el recurso reaparece en diversas zonas del Pacífico, lo cual promueve el Gobierno Federal Mexicano a extender permisos de pesca exploratoria, iniciando con 2 barcos japoneses hasta alcanzar 7 barcos los cuales operaban a lo largo de la zona Económica exclusiva del Pacífico Mexicano. Ese año las capturas alcanzaron 7,380 t (FAO, 2000). De 1989 a 1992, se alcanzaron capturas totales de 11,217 t (Klett, 1996). Luego de este período llega un decremento en los desembarcos de 1992 hasta 1994 año en el cual los desembarcos alcanzan 6,352 t (SAGARPA-CONAPESCA, 2003), debido posiblemente a la suspensión y problemas con los permisos de pesca (m *et al.*, 1995).

Durante 1995 hubo un incremento en la abundancia del calamar, estimulando su explotación por dos flotas (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000), hasta que entre 1996 y 1997 las capturas alcanzaron los niveles más altos reportados para la pesquería, con valores de 108,079 t y 121,016 t respectivamente. (SAGARPA-CONAPESCA, 2003). Para entonces se implementa una estrategia de manejo de recurso, basada en el escape proporcional de los reproductores (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000; Morales-Bojorquez *et al.*, 1997; Hernández-Herrera *et al.*, 1998).

En 1998 se presenta de nuevo una disminución en la producción de calamar lo cual se cree fue debido a los efectos del evento ENSO (El Niño Oscilación Sur) sobre el comportamiento y la distribución de sus presas potenciales (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000). En 1999 volvió a presentarse en el Golfo de California el calamar gigante y se pescaron 58,076 t, aunque actualmente la falta de demanda por parte del mercado oriental es la principal limitante de la pesquería (SAGARPA-CONAPESCA, 2003; Markaida, 2001). Durante los últimos años las capturas se han mantenido en aumento alcanzando 115,954 t en el año 2002 (SAGARPA-CONAPESCA, 2003).

Actualmente la pesca se efectuá sólo por embarcaciones mexicanas, usando embarcaciones menores con motor fuera de borda (pangas) o bien con barcos camaroneros ya que durante la temporada de veda del camarón son muchas las embarcaciones que se incorporan a la pesquería del calamar, por lo que la pesca se realiza todo el año; la pesca con poteras se complementa en la noche con el uso de fuentes luminosas y como ya se menciona en ciertos lugares por las tardes (Guerrero *et al.*, 1996; Alejo, 2001).

Por las características operacionales de las artes y métodos de pesca utilizados para la explotación del calamar se considera que es una pesquería artesanal. Sin embargo se están dando los primeros pasos para mecanizar las operaciones pesqueras Actualmente en la parte oriental de Baja California se han instalado cuatro empresas para recibir, procesar y comercializar el producto (Alejo, 2001).

Se utiliza principalmente como carnada, parte es desecada para el consumo humano y otra parte se enlata. Actualmente se ha desarrollado un mercado para filetes congelados en la parte occidental de Estados Unidos (Roper *et al.*, 1984; Morales-Bojorquez *et al.*, 1997; Nevarez-Martínez *et al.*, 1997; Alejo, 2001).

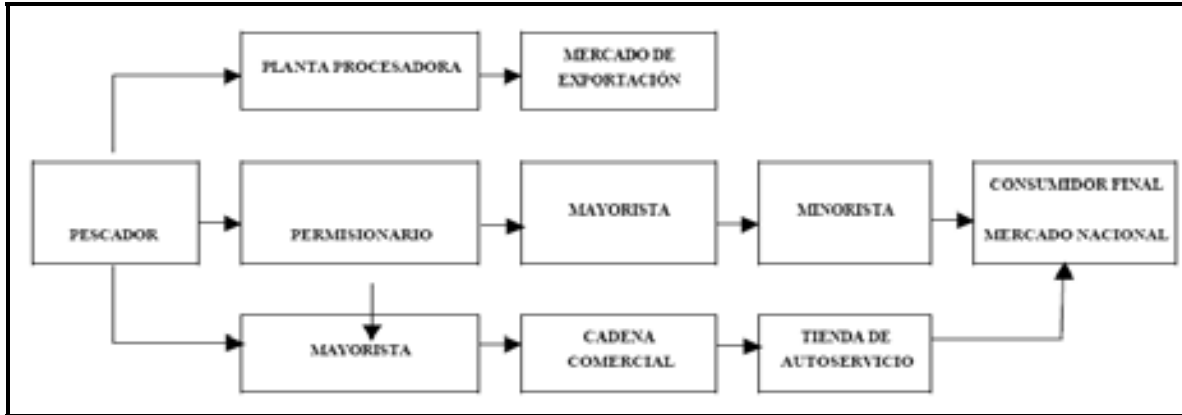
La industria calamarera aplica al recurso cuatro principales procesos: congelación, cocido, secado y recientemente reducción. A partir de dichos procesos, se identificaron cuatro principales productos en el siguiente orden de importancia:

- Producción de daruma (manto cocido-sazonado-congelado).
Combina los procesos de cocido y congelado.
- Producción de congelados (manto, cabeza/tentáculos y aleta).
Proceso de congelación.
- Producción de calamar seco (manto cocido-sazonado-secado).
Combina los procesos de cocido y secado.
- Producción de harina (desechos de calamar ó calamar entero).
Proceso de reducción.

En el mercado nacional se comercializa principalmente aleta, tentáculos o bailarina (cabeza con tentáculos) y manto o filete en las presentaciones de fresco-congelado y fresco-enhielado. Estos productos se hacen llegar a los principales centros de distribución nacional: Mercado de Zapopan en Jalisco y Mercado de La Nueva Viga en el Distrito Federal. En menor proporción se comercializa calamar enlatado en diferentes presentaciones (cocido, en trozos, en su tinta, a la mexicana, etc.) (Salinas *et al.*, 2005).

Las rutas de comercialización del calamar gigante en el mercado nacional son difíciles de entender dado la dinámica del propio mercado en términos de negociaciones entre comercializadores mayoristas y minoristas, A continuación se esquematiza de forma general los canales de comercialización que se identificaron durante la investigación.

Figura 9. Comercialización del calamar gigante.



Fuente: Salinas *et al.*, (2005).

En el Distrito Federal se comercializan el pescado y mariscos en el mercado La Nueva Viga que es el mercado más grande de América Latina, forma parte importante de la Central de Abastos de la Ciudad de México. Este mercado abastece la Ciudad de México y área Metropolitana, los estados vecinos al Distrito Federal y la parte sur del País, y forma parte de la empresa integradora Comercializadota Integral Ocean Life, S.A. de C.V., quien se encarga de abastecer también productos al mercado internacional. En el mercado de la nueva Viga se comercializa el 80% del calamar gigante en distintas presentaciones. Se manejan una amplia variedad de precios de acuerdo a las presentaciones encontradas, aunque la calidad del producto es bastante homogénea, en la siguiente tabla se presentan los precios del calamar al público en el mercado La Nueva Viga del D. F (Salinas *et al.*, 2005).

Tabla 3. Precios de calamar al público en el Mercado “La Nueva Viga” en el D. F.

PRESENTACION		CANTIDAD	VARIACIÓN DE PRECIOS
Manto o Lonja	Filete, cocido y picado	1 Kilo	\$ 30.00 - \$ 45.00
Tentáculo, Pata o Bailarina	Cocido y picado	1 Kilo	\$ 30.00 - \$ 60.00
Aleta	Cocida	1 Kilo	\$ 40.00 - \$ 45.00
Manto o Lonja	Filete, fresco/Congelado	1 Kilo	\$ 15.00 - \$ 20.00
Tentáculo, Pata o Bailarina	Fresco/Congelada	1 Kilo	\$20.00 - \$ 25.00
Aleta	Fresco/Congelada	1 Kilo	\$ 20.00 - \$ 25.00
Tentáculo y Filete	Cocido en trozos, (combinación de mariscos en bolsa)	½ Kilo	\$ 50.00

Datos de Junio de 2008.

2.1.3. Estadísticas de producción de calamar en México.

En la región Noroeste del país se pesca todo el Calamar gigante, de donde Baja California Sur, Sonora y Sinaloa son los estados de mayor aportación pesquera con 35, 475; 15,838 y 1,235 t respectivamente. En los volúmenes de producción, para el años 2001 el calamar gigante se ubica en quinto lugar a escala nacional (después de la sardina, atún, mojarra y camarón) con 73,833 toneladas de peso vivo y 52,645 toneladas de peso desembarcado, equivalente al 4.85% del volumen total obtenido por las distintas pesquerías. El porcentaje aportado del valor total de producción pesquera expresado en miles de pesos correspondió al 0.88% y del 5 –

6% del volumen total de las capturas nacionales (Salinas *et al.*, 2005 y www.sagarpa.gob.mx).

Este recurso cuenta con medidas de regulación establecidas a través del Diario Oficial de la Federación, publicado el 28 de agosto del 2000. A partir de 1995, año en el que se observó el incremento en la captura de Calamar gigante, la industria se incorporó masivamente a esta actividad, por lo que la pesquería necesitó ser ordenada para regular los niveles de esfuerzo permisibles (Salinas *et al.*, 2005).

2.1.4. Consumo de calamar en México.

En el caso específico del calamar gigante *Dosidicus gigas* los principales productores en orden de importancia son Perú, México y Chile, concentrando casi en su totalidad la producción de esta especie. No obstante que México es uno de los principales productores de calamar gigante en la escala mundial, la explotación de este recurso presenta un rezago tecnológico desde la captura, manejo deficiente del producto en el barco, el mismo barco presenta una antigüedad que lo hace poco rentable hasta el procesamiento del producto (Salinas *et al.*, 2005).

Recientemente los productos basados en calamar gigante han registrado una importante demanda en mercados internacionales, lo que se ha traducido en un alto interés por el aprovechamiento comercial de este recurso. Dadas las restricciones impuestas por nuestro país a los países asiáticos que hacían uso del recurso, dejando de extraerlo desde finales de los años 80s, así pues los principales usuarios del mismo son en mayor proporción pescadores ribereños, con relación a los pescadores de mediana y gran altura, esto en el caso de la fase extractiva: en tanto que en la fase de transformación de la industria México-Coreana tiene una fuerte participación, cubriendo incluso la fase de comercialización internacional de productos industrializados. Así mismo, la participación de permisionarios de pesca y

otros intermediarios hacen posible la distribución de calamar en el mercado doméstico, ya sea en forma de materia prima o bien, con preparaciones mínimas que permiten la comercialización a diferentes consumidores finales, desde amas de casa hasta preparadores de alimentos comensales (Salinas *et al.*, 2005).

El calamar es un producto ideal para el consumo masivo, puede aprovecharse íntegramente, con un mínimo de desperdicio, en segundo lugar carece de espinas que tanto desalientan a muchos consumidores potenciales de productos marinos, en tercer lugar es de gran versatilidad que permite procesarlo en muy diversas presentaciones, su precio es bajo y además es rico en proteínas, sobretodo en albúmina. El único impedimento serio para las ventas masivas de calamar es el hecho de que el grueso de los consumidores no están familiarizados con él. De aquí que es necesario una campaña de promoción en gran escala para abrir el mercado a este nuevo producto (Romero, 1981).

El consumo de calamar nacional no refleja el volumen de las capturas, aunque ha crecido notablemente y ya se encuentra fresco o congelado, entero o en filete, en todos los mercados del país, se consume principalmente *Octopus bimaculatus* y *O. burryi* provenientes del Golfo de California. Este consumo crece muy lentamente y la oferta rebasa por mucho a la demanda, de ahí que el calamar se puede encontrar en mercados y tiendas de autoservicio a precios bajos.

2.1.5. Consumo de calamar a nivel Mundial.

El mercado mundial de cefalópodos incluye calamar, pulpo y jibias principalmente. De acuerdo con cifras de la FAO (2000), para el año de 1999 el valor del comercio mundial fue de alrededor de 2,500 millones de dólares, lo que representó un volumen de aproximadamente un millón de toneladas. Se aplica la tasa media de crecimiento anual de las importaciones entre 1987 y 1999, que es del

7% en el volumen y de 6% en el valor, se prevé que para el año 2005 las importaciones serán del orden de 1.5 millones de toneladas y el valor de 3.5 millones de dólares. Del total de las importaciones de este grupo de productos, el calamar participa con alrededor del 80 por ciento (FAO, 1994; Salinas *et al.*, 2005).

El principal mercado de consumo internacional para el calamar está constituido por los países asiáticos, entre los que destacan Japón, China, Corea, Tailandia, Singapur y Taiwán. Les sigue en importancia Europa, en particular España, Italia, Grecia, Portugal, Francia, Holanda y Alemania. En tercer lugar aparecen Estados Unidos y Canadá, que sin embargo se encuentran entre los trece principales países importadores. El calamar preferido en los mercados en general es el calamar pequeño, el calamar gigante no se cocina tal como viene en trozos grandes, sin embargo lo combinan con otras especies para prepara platillos populares (Salinas *et al.*, 2005).

Los principales mercados para la carne congelada de clamar han sido Japón, Corea del Sur y Corea. A menor escala, otros países de destino de las exportaciones de carne de calamar han sido Brasil, Bolivia, Paraguay, Polinesia Francesa, Holanda, Venezuela, Singapur, Hong Kong y Estados Unidos (Fernández y Vásquez, 1995; SAGARPA, 2003).

La mayor parte de las importaciones corresponde a producto congelado (91%), según del producto fresco (4%) y del procesado y enlatado (2%). La presentación congelada se debe principalmente a que la mayoría de las capturas se congela y semiprocesa en los barcos por razones de calidad (Salinas *et al.*, 2005).

Existe una demanda de calamar seco para el Oriente. El pulpo seco es objeto de amplio comercio en Europa (Mediterráneo); Japón mantiene importante comercio de exportación con pulpo congelado. Así mismo la presentación congelada individual, pieza entera, tubo, filete, anillos y tentáculos, representa un volumen considerable.

Finalmente los principales proveedores del mercado mundial de calamar son Japón, Taiwán, Tailandia, Nueva Zelanda, Perú, España, Francia y Estados Unidos, quienes proveen producto fresco y congelado. En cuanto a producto procesado este proviene de Turquía, Austria y Tailandia.

2.2. Avicultura

La avicultura tiene su origen hace unos 8,000 años, cuando pobladores de ciertas regiones de India, China y probablemente otras zonas del sureste de Asia iniciaron la domesticación del Gallus Gallus que habitaba en la jungla. En la India se criaba la gallina silvestre Bavinka que ponía alrededor de 30 huevos al año. El nuevo método de domesticación se extendió primeramente a los pueblos más próximos como: Persia, Babilonia y Asiría (INPROVO, 2001; Covadonga y Fonseca, 2004).

El responsable de la llegada de la gallina a América fue Cristóbal Colón y por tanto a México, donde se le valoró más por los huevos que por la carne. Pero en América las culturas prehispánicas ya criaban el guajolote, destacando a los aztecas de Tenochtitlán, aunque también lo hicieron las civilizaciones Olmeca, Chichimeca, Totonaca y Zapoteca (Covadonga y Fonseca, 2004) .

Actualmente la comida mexicana que disfrutamos tiene su base en el siglo XVI, fue la invasión de los alimentos y cultivos europeos que siguió a la llegada de los españoles, lo que sirvió para combinar la dieta mexicana para siempre. De los múltiples productos europeos introducidos a la Nueva España, los que tuvieron más impacto sobre la dieta mexicana fueron la carne de gallina, puercos y vacunos y sus derivados como los huevos, el queso y la leche (Long, 2003).

2.2.1. La avicultura en el mundo.

En la producción mundial de huevo de gallina los avances tecnológicos, como en otros casos, han permitido un crecimiento acelerado, con costos que permiten el acceso al consumidor de este producto a la gran mayoría de la población.

En el ámbito mundial, la producción tiende a realizarse en grandes empresas que deben mantener procesos muy acelerados de innovación, que les permite mantenerse en el mercado.

La avicultura mundial productora de huevo, enfrenta el desafío de garantizar el abasto de insumos para la nutrición de las aves, así como su optimización para reducir costos e igualmente, la observación de normas cada vez más estrictas de control sanitario, de inocuidad y de impacto ambiental (SAGARPA, 2007).

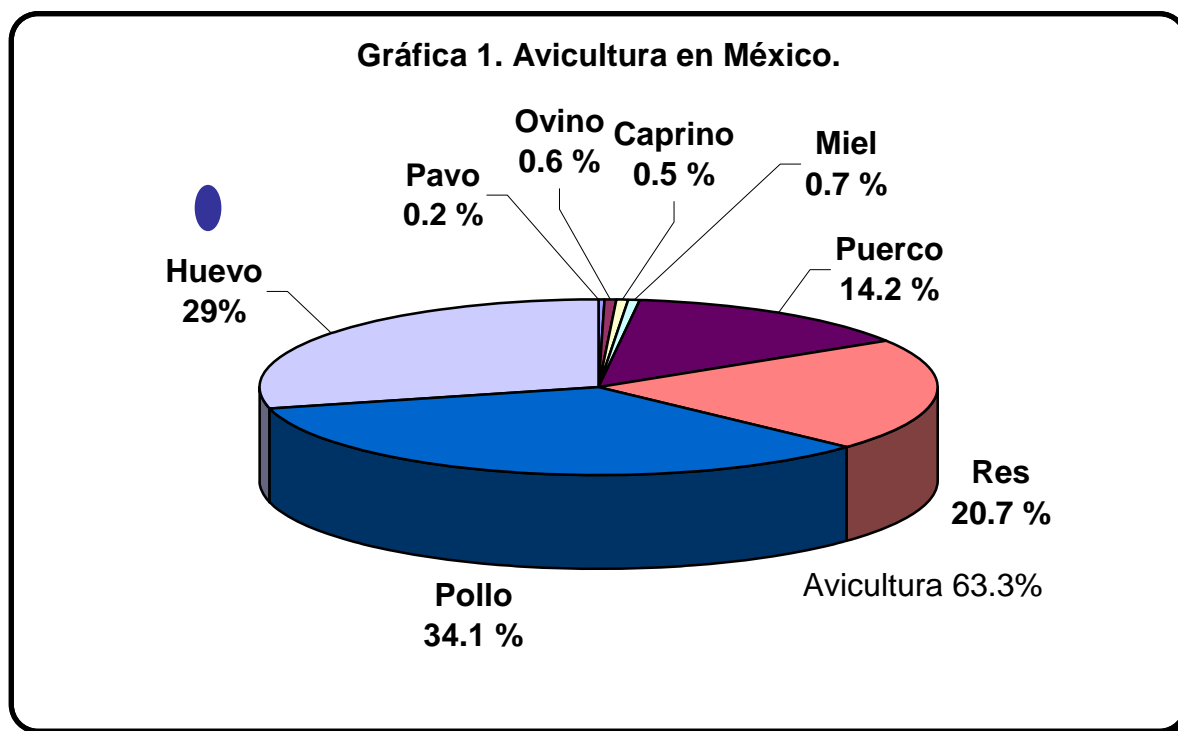
2.2.2. La avicultura en México.

En la presente década, la avicultura productora de carne es la rama de la ganadería que en mayor medida ha expandido sus sistemas productivos y su oferta. Las inversiones realizadas en el sector, acompañadas de menores ciclos de engorda en la producción de carne de pollo, así como la existencia previa de capacidad no utilizada, han sido algunos de los factores que han permitido a la avicultura responder al incremento en la demanda por carne de pollo. El aumento de la producción ha permitido a México ubicarse como el cuarto productor a nivel mundial después de EUA, China y Brasil (SAGARPA, 2007).

La actividad avícola en enero del 2008 presentó un crecimiento promedio anual de 4.4 % (8.1 % en enero 2007), favorecida por el aumento de la matanza de aves en dos granjas industriales. La producción de huevos creció 1.5 por ciento en promedio anual, decreciendo en 0.3 puntos porcentuales en comparación al mes anterior (www.economia.gob.mx, 2008).

La industria avícola mexicana no sólo es importante desde el punto de vista económico, sino que lo es desde el punto de vista social, ya que la proteína que aporta en carne y huevo, principalmente este último producto, es de los más baratos (Cuca *et al.*, 1990; Ávila, 2000).

En la gráfica se observa la participación en el consumo de diferentes productos alimenticios.



Fuente: INA (2008).

A pesar de esa evolución, el sector avícola nacional presenta un panorama incierto en el futuro debido, fundamentalmente, a los siguientes factores:

- La expansión de los sectores de huevo y pollo en la presente década ha estado acompañada de una disminución sustancial de los precios reales (consumidor y productor), lo que a su vez ha incidido negativamente en la rentabilidad del sector.
- El sector avícola de EUA ha basado su expansión en la presente década en el fortalecimiento de sus exportaciones. Este comportamiento ha generado una capacidad instalada importante en ese país, la cual puede asignarse de manera rápida hacia cualquier país del mundo.

- La industria avícola nacional ha desplazado, de manera lenta pero consistente, su ubicación regional hacia estados del centro y sur de la República Mexicana, este comportamiento se explica, por una parte, debido a la creciente competencia de productos avícolas de importancia provenientes de EUA en la franja fronteriza y, por otra, a la disponibilidad de los insumos graneleros en el país.
- Este panorama incierto se acentúa ante la posibilidad, que se ha manifestado recientemente, de la eliminación de la tasa cero del Impuesto al Valor Agregado (IVA) para los productos del sector avícola.
- Dicha medida implicará un aumento importante de los precios de pollo y del huevo con una consecuente disminución de su demanda, producción y rentabilidad (SAGARPA, 2007).

2.2.2.1. Formación y composición del huevo.

Concepto

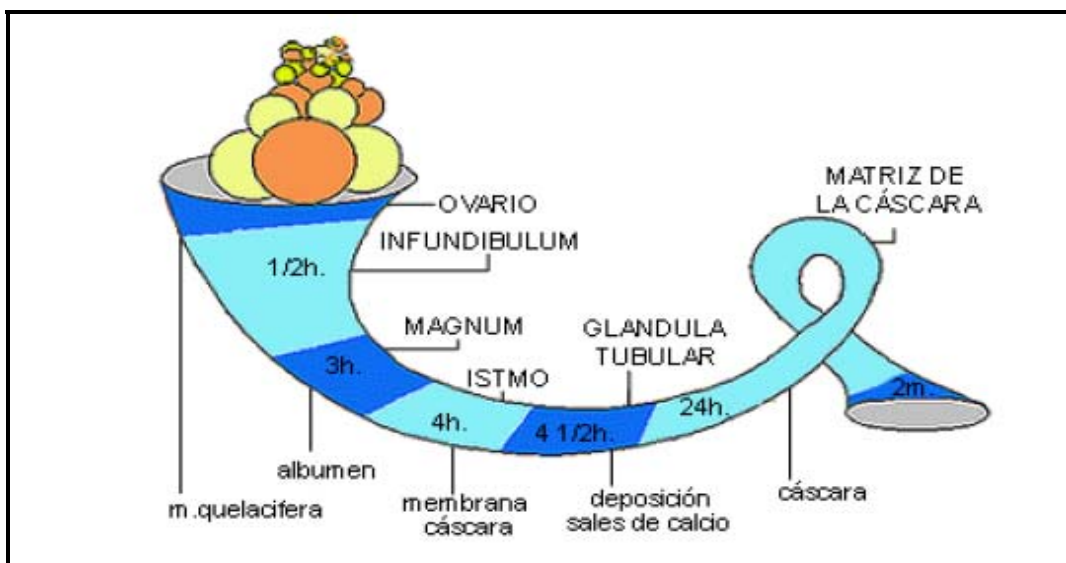
El huevo es el producto de la ovulación de la gallina (*Gallus domesticus*) y otras especies de aves que sean aceptadas para consumo humano, según la Norma Oficial Mexicana de la Secretaría de Salud, NOM-159-SSA-1996.

También se le define como el producto de figura ovoide, proveniente de la ovoposición de la gallina (*Gallus gallus*), constituido por cascarón, membranas, cámara de aire, clara, chalazas, yema y germen. El huevo proveniente de otras aves será designado con el nombre del ave correspondiente: vgr. huevo de pata, huevo de guajolota, etc. (Norma Mexicana de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, NMX-FF-079-SCFI-2004).

2.2.2.2. Formación del huevo.

La gallina pone huevos independientemente de que estos estén no fecundados por un gallo. En las estirpes modernas de gallinas, seleccionadas genéticamente para conseguir una alta producción de huevos, cada 25 horas, a un ritmo cadencial, el óvulo, que es la yema, se desprende del ovario y cae al embudo del oviducto por el que desciende lentamente. Se cubren con capas de clara producidas por las células secretoras de albúmina, después con un tejido membranoso originado por otras células secretoras de proteínas, finalmente con calcio y otros minerales formados por células secretoras de minerales situadas cerca del fondo del oviducto. El resultado es el huevo. La gallina requiere entre 24 y 26 horas para producir un huevo, treinta minutos más tarde, empieza de nuevo el proceso (Coutts y Wilson, 1990; INPROVO, 2001; Covadonga y Fonseca, 2004).

Figura 10. Esquema del proceso de formación del huevo desde el ovario hasta la cloaca (Partes anatómicas, tiempo de permanencia en las mismas y formación de distintos componentes).



Fuente: INPROVO (2001).

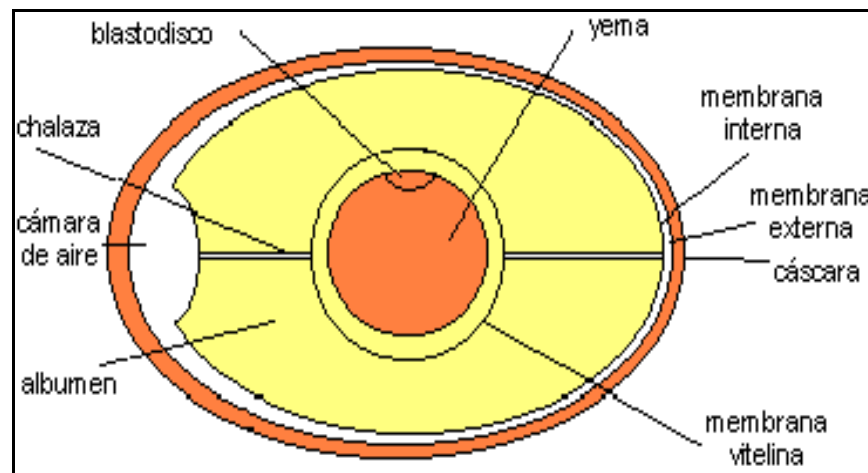
2.2.2.3. Composición física y química del huevo.

El huevo es uno de los alimentos más completos, contiene proteínas, hidratos de carbono, lípidos, vitaminas y nutrimentos inorgánicos (minerales).

Los componentes del huevo son: yema, albumen, membranas y cascarón. Las proporciones relativas de cada uno de los componentes varía en función de numerosos factores.

En un corte transversal de un huevo de gallina se pueden diferenciar claramente las partes fundamentales de su estructura: el cascarón, la clara o albumen y la yema, separadas entre si por medio de membranas que mantienen su integridad (INPROVO, 2001).

Figura 11. Estructura del huevo.



Fuente: INPROVO (2001).

El peso promedio de un huevo es de 60 g, aunque puede variar de 45 a 70 g. Aproximadamente el 58% del peso corresponde a la clara, 31% a la yema y 11% al cascarón y las membranas. Al separar cada una de estas partes, se producen pérdidas que se aproximan al 0.3% (INPROVO, 2001; Covadonga y Fonseca, 2004).

Tabla 4. Composición química del huevo (g/100g de muestra).

Componente	Composición	Agua	Proteína	Lípidos	Hidratos Carbono	Nutrientes Inorgánicos
Huevo entero	100	65.5	12	11	0.5	11
Sin cascarón	90	74	13	12	0.7	0.9
Clara	60	88	10	0.03	0.8	0.5
Yema	30	47	16	34	0.6	1.11
Cascarón	10	1	2	0	0	98

Fuente: Covadonga y Fonseca (2004).

De la tabla anterior se concluye que el compuesto más abundante en el huevo entero, después del agua, es la proteína, seguido muy de cerca por los lípidos. También se observa que el contenido de hidratos de carbono es prácticamente insignificante. El mayor componente de la clara son las proteínas, de la yema son los lípidos y del cascarón los nutrientes inorgánicos.

Cascarón: Cubierta exterior del huevo que sirve para proteger a las sustancias nutritivas que contiene en el mismo. Pesa entre 9 y 10% del huevo; su principal componente es el carbonato de calcio y una base orgánica que es proteína, pero contiene poco fósforo. El cascarón no es sólido sino que contiene muchos poros que permiten un intercambio gaseoso, el espesor total del cascarón está comprendido entre 300 y los 400 μm (Ruíz, 1997; Sauveur, 1993; Covadonga y Fonseca, 2004).

Cuando el huevo está recién puesto y se encuentra fresco, los poros se hallan sellados por una sustancia proteica denominada queratina, que ayuda a evitar la evaporación, así como la invasión por bacterias.

La cáscara se compone de:

- capa calcárea
- capa mamilár
- cutícula

La calidad o resistencia del cascarón depende principalmente del metabolismo mineral de la gallina y de las características genéticas de cada raza y estirpe, otros factores relacionados con las aves son la edad, las enfermedades y el medio ambiente (Ruíz, 1997).

El color del cascarón esta estrechamente relacionado a la herencia y depende de la concentración de unos pigmentos denominados porfirinas depositados en la matriz cálcica. La raza de la gallina determina el color del cascarón del huevo, blanco o de color marrón, sin que exista diferencia de calidad, valor nutricional o sabor entre ambos. Como sucede con la resistencia de la cáscara, la coloración disminuye al aumentar la edad de la gallina (Ruíz, 1997; INPROVO, 2001; Covadonga y Fonseca, 2004).

Clara (Albúmina de Huevo): Porción transparente, de textura viscosa que rodea a la yema y se encuentre contenida en las membranas del cascarón. Se distinguen tres capas diferenciales por su consistencia, dos densas y una acuosa: la clara densa va perdiendo su consistencia al transcurrir el tiempo de haber sido puesta, por tanto su capacidad de mantener a la yema en posición central normal. El aspecto nebuloso se debe a la presencia de dióxido de carbono, que no ha escapado a través del cascarón, esto indica que el huevo es muy fresco (Covadonga y Fonseca, 2004).

Está compuesta básicamente por agua 88% y cerca del 12% de proteínas globulares y fibrosas. La proteína más importante es la ovoalbúmina (54% de total proteico), cuyas propiedades son de interés por contener aminoácidos esenciales. En

la clara se encuentran algo más de la mitad de las proteínas del huevo y ningún lípido. Las vitaminas riboflavina y niacina están en mayor cantidad en la clara que en la yema (INPROVO, 2001).

Tabla 5. Principales propiedades de la clara.

Principales Proteínas de la Clara		
Proteína	Porcentaje	Características
Ovoalbúmina	54	Es la más importante cuantitativamente, representa más de la mitad de las proteínas de la clara; y cualitativamente por su perfil de aminoácidos indispensables. Se desnaturaliza fácilmente por agitación y su temperatura de coagulación es de 84° C.
Conoalbúmina	12	Liga iones, tri y bivalentes: Fe ³⁺ , Al ³⁺ , Cu ²⁺ , Zn ²⁺ . Al formar complejos con hierro inhibe el desarrollo de bacterias dependientes de éste. Se desnaturaliza los 61° C.
Ovomucoide	11	Contiene factor antitripsico, pero solo se ha demostrado que inhibe la tripsina de res. Es muy resistente al calor en medio ácido como alcalino. Se desnaturaliza a 70° C.
Globulinas	8	Las globulinas y las lisozimas permiten la formación de espuma después del batido.
Lisozima	3.5	Tiene acción bactericida, puede lisar e hidrolizar los carbohidratos que forman las paredes de algunas bacterias. Es sensible al calor, puede inactivarse a 65° C durante 10

		min.
Ovomucina	3.5	No es hidrosoluble, es una proteína fibrosa, abundante en la fracción viscosa que en la delgada. Es responsable de la estructura gelatinosa de la clara. Es resistente a la desnaturalización, permanece estable a 99° C.
Avidina	0.05	Es una glicoproteína. Liga la biotina y produce síntomas carenciales cuando se ingiere la clara de huevo cruda en grandes cantidades de 8 a 10 al día.

Fuente: Covadonga y Fonseca (2004).

Yema: Cuando las gallinas ponedoras alcanzan la madurez sexual (18-22 semanas de edad), los folículos crecen en el ovario como consecuencia del aumento del tamaño del citoplasma del ovocito. En este tiene lugar la deposición de lipoproteínas que constituyen el vitelo. Este ovocito, repleto de vitelo y rodeado de sus membranas es que se denomina yema.

La yema es la porción central del huevo de forma esferoide, textura viscosa coloidal, está separado de la clara por la membrana vitelita. El color de la yema varia del amarillo pálido al naranja intenso dependiendo de la alimentación de la gallina, en nuestro país se acostumbra dar a las gallinas flor de cempasúchitl que proporciona un color anaranjado intenso, por su contenido en carotenoides.

Es una mezcla de lípidos y proteínas en relación 2:1. El 65% del total de la materia es una lipoproteína de baja densidad que contiene un 88% de lípidos y un 12% de proteína. Los lípidos son apolares y requieren formar un complejo soluble en

plasma para poder ser transportados, esto se consigue mediante los complejos lipoproteicos (Shrimpton, 1987; Blas y González, 1991; Sauveur, 1993).

Los principales componentes químicos de la yema son:

1. Proteínas

- Lipovitelinas: son lipoproteínas de alta densidad, cuya fracción lipídica constituye el 22% del extracto seco.
- Fosfovítina: es una glicofosfoproteína que fijan con facilidad los iones metálicos formando complejos metálicos con ellos.

En la fase acuosa de la yema se encuentra dispersa sólo una pequeña cantidad de vitelita. En las partículas suspendidas llamadas gránulos se encuentran proteínas y grasa. En la fase sólida se han visto tres tipos de partículas: esferas, gránulos grandes (que contienen grasa en forma esterificada y colesterol) y micelas (que contienen casi el 90% de los triglicéridos en forma de microemulsión). En el centro de la micela se encuentra una gota de grasa rodeada por una capa de fosfolípido-proteína (Bowers, 1992).

2. Grasa

El contenido total de grasa en la yema es de 4 a 4.5 g por unidad, de los cuales 1.5 g son grasa saturada y el resto insaturada (predominando las mono insaturadas que son benéficas para el organismo). El principal fosfolípido es la lecitina (fosfatidilcolina) con algo de fosfatidiletanolamina y pequeñas cantidades de fosfatidilserina. Los carotenoides y las vitaminas liposolubles A, D, E y K representan el 1% de los lípidos. Los ácidos grasos que se encuentran en mayores concentraciones en los triglicéridos de la yema de huevo son: oleico, palmítico, esteárico y linoleico (Bowers, 1992; Turnbull, 1999).

En la tabla 6 se presentan los lípidos presentes en el huevo:

Tabla 6. Composición química de la yema del huevo.

Componente	% total		
	Materia Seca	Lípidos	Fosfolípidos
Lípidos	63.0	---	---
Triglicéridos	---	63.1	---
Fosfolípidos	---	29.7	---
Fosfatidil colina	---	---	69.2
Fosfatidil etanolamina	---	---	23.9
Fosfatidil serina	---	---	2.7
Esfingomielina	---	---	1.0
Otros	---	---	3.2
Esteres colesterol	---	1.3	---
Colesterol libre	---	4.9	---
Vitaminas y Pigmentos	---	1.0	---
Proteínas	33.0	---	---
Livetina	4 - 10	---	---
Fosvitina	5 - 6	---	---
Vitelina (en H.D.L.)	4 - 15	---	---
Vitelina (en L.D.L.)	8 - 9	---	---
Minerales	2.1	---	---
Vitaminas	1.5	---	---
Glucosa Libre	0.4	---	---

Fuente: Shenstone (1968); Noble (1990); Parkinson (1996); Covadonga y Fonseca (2004).

Chalazas: son cordones blanquecinos, retorcidos en espiral, en ejes longitudinales del huevo. se adhieren a la yema y la mantienen en su lugar, protegiéndola de las presiones. Las chalazas prominentes y fuertes indican buena calidad del huevo.

Membranas: el cascarón tiene dos membranas interiores, una esta adherida al cascarón y la otra contacta con la clara, ambas están unidas íntimamente y se separan en el polo más ancho, para formar la cámara de aire. Las membranas están formadas principalmente de queratina y mucina. Otra membrana es la vitelita, que recubre a la yema.

Cámara de aire: espacio comprendido entre las dos membranas del cascarón, se forma después de la ovoposición y sirve para que el embrión respire, en caso de que el huevo sea fértil y se incube. Se localiza en el polo obtuso o ancho del huevo. Es relativamente pequeño en el huevo recién puesto (3 mm) y aumenta de profundidad por deshidratación a medida que el huevo.

Germen o disco germinal (blastodisco o blastodermo): estructura ubicada superficialmente sobre la yema, como una pequeña depresión; cuya dimensión o desarrollo están relacionados con el huevo fértil y el desarrollo embrionario. Constituye la entrada de la latebra que es el canal que llega al centro de la yema, por donde viajan los espermatozoides (Covadonga y Fonseca, 2004).

Otros nutrimentos cuantitativamente poco importantes, pero esenciales desde el punto de vista nutricional, son los minerales y las vitaminas. Las tablas 8 y 9 reflejan la composición mineral y vitamínica del huevo. Excepto sodio, potasio y cloro que están presentes en forma libre, los demás minerales están ligados a proteínas o

fosfolípidos. El fósforo es orgánico casi en su totalidad y forma parte de las fosfoproteínas y fosfolípidos de la yema (Sauveur, 1993).

Nutrientos inorgánicos: El huevo contiene varios nutrientes inorgánicos, destaca el fósforo y el azufre. De todos los minerales presentes solo el sodio, el potasio y el cloro se encuentran en estado libre; el resto de los minerales están asociados en su mayoría a las proteínas o a los fosfolípidos. Casi todo el fósforo está presente bajo forma orgánica en las fosfoproteínas y fosfolípidos de la yema (Sauveur, 1993).

Tabla 7. Composición mineral de los componentes del huevo (mg/100 g de huevo fresco).

Mineral	Albumen	Yema	Huevo entero sin cascarón
Sodio	140 - 200	40 - 70	135
Potasio	130 - 170	90 - 130	135
Cloro	150 - 180	150 - 180	170
Calcio	7 - 15	100 - 190	55
Magnesio	10 - 12	10 - 12	11
Fósforo	10 - 15	550 - 650	220
Hierro	-	5 - 10	2 - 3
Azufre	160- 200	160 - 180	170

Fuente: Sauveur (1993); Covadonga y Fonseca (2004).

Vitaminas: La mayor parte de las vitaminas son mucho más abundantes en la yema que en el albumen, esto es evidente en el caso de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K): su nivel de presencia en la yema es un fiel reflejo de lo ingerido por la gallina (Cotterill *et al*, 1977; Sauveur, 1993).

Únicamente la riboflavina está presente en cantidades similares en la clara y en la yema, en cuanto a la nicotinamida, se encuentra, principalmente en la clara. La presencia de vitaminas del complejo B, hidrosolubles, presentes en cantidades mucho más elevadas en la yema que en el albumen demuestra que estas vitaminas no circulan en estado libre sino que son transportadas por proteínas (Sauveur, 1993).

Tabla 8. Composición vitamínica de los componentes del huevo (mg/100 g de huevo fresco).

Vitamina	Albumen	Yema	Huevo entero sin cascarón
Vitaminas liposolubles			
A, U.I.	-	800 - 2500	250 – 700
D ₃ U.I.	-	110 - 450	35 – 150
E, mg	-	3.5 - 10	1.1 - 3.5
K, mg	-	0.05 - 0.15	0.02 - 0.06
Vitaminas hidrosolubles			
Colina, mg	-	1250	410
Tiamina (B ₁), µg	3 – 5	275	95
Riboflavina (B ₂), µg	300 - 450	400 - 500	300 – 350
Nicotínico, µg	85 - 95	40 - 70	60 – 80
Piridoxina (B ₆), µg	25	300 - 350	150 – 200
Pantoténico, µg	190 - 250	2500 - 4500	1200 – 1700
Biotina, µg	5 – 7	30 - 690	15 – 20
Fólico, µg	1	50 - 105	15 – 35
Cianocobalamina (B ₁₂), µg	-	2.1 - 3.5	0.7 - 1.2

Fuente: Sauveur (1993).

Proteína: El huevo es una excelente fuente de proteína; es la mejor desde el punto de vista de la calidad por su contenido de aminoácidos indispensables. Por su alto valor biológico se considerará como patrón de referencia para determinar la calidad de la proteína de otros alimentos. Debido a que el huevo sobrepasa los requerimientos, actualmente se utiliza un patrón establecido por la FAO en 1985. La calificación química de una proteína es la proporción en la que se encuentra el aminoácido limitante indispensable (o aminoácido más escaso) con respecto al patrón de referencia. La calificación química de la proteína del huevo con respecto al patrón de FAO de 1985 es de 92, superior a la de la leche, el pescado y la carne (Covadonga y Fonseca, 2004).

Tabla 9. Contenido de Aminoácidos indispensables en el Huevo.

Aminoácido mg/g de proteína	Patrón FAO 1985 mg/g de proteína	Huevo de Gallina mg/g de proteína
Histidina	16	22
Isoleucina	40	54
Leucina	93	86
Lisina	60	70
Metionina + Cisterna	33	57
Fenilalanina + Tirosina	72	93
Treonina	50	47
Triptófano	10	17
Valina	54	66

Fuente: Covadonga y Fonseca (2004).

2.2.2.4. Modificación de la composición química del huevo con la alimentación.

La composición química del huevo varía con la edad de la gallina, la estirpe y el tipo de manejo, siendo el factor más importante la alimentación. Dada la diferente composición química de las fracciones del huevo, cualquier factor que afecte a la relación yema/albumen incidirá sobre la composición del mismo. Así, el incremento en el porcentaje de albumen, consecuencia de la mejora genética, ha producido huevos con menor contenido en materia seca, lípidos, calorías y colesterol, en relación con los huevos de hace unos años. Simmons y Somes (1985), indican que los huevos de gallinas Araucana tienen un 23% más de yema, 9% menos de albumen, 9% menos de cascarón y 10% más de materia seca que los huevos de gallinas Leghorn. Algo similar ocurre con peso de huevo y edad del ave. Los huevos de mayor tamaño tienen menor porcentaje de yema para una edad dada (Fletcher *et al.*, 1983). En los huevos de igual tamaño puestos por gallinas de edad diferente, el porcentaje de yema aumenta con la edad del ave (Fletcher *et al.*, 1981; Grobas *et al.*, 1996c).

Diversos autores han encontrado diferencias significativas en la composición química del huevo en varias estirpes. El porcentaje de proteína, porcentaje de grasa, perfil de ácidos grasos, nivel de colesterol, contenido de minerales y contenido de vitaminas difiere entre estirpes. Sin embargo, estas diferencias son poco importantes (Washburn, 1979).

Naber (1979), clasificó los nutrimentos del huevo en base a su respuesta a cambios en la dieta (tabla 10). Desde esa fecha varios estudios han complementado y modificado esta clasificación pero sus principales conclusiones siguen siendo válidas. La mayoría de los nutrimentos (proteínas, aminoácidos, grasa total y macrominerales) muestran escasa variación al cambiar la dieta. Microminerales,

vitaminas y ácidos grasos son los más influenciados por cambios dietéticos. El efecto es más o menos pronunciado en función del nutriente en cuestión.

Tabla 10. Clasificación de nutrientes encontrados en el huevo por su respuesta a cambios en la dieta.

Escasamente o no modificables	Modificables	Sin información al respecto
Agua	Yodo	Zinc
Calorías	Flúor	Niacina
Proteína	Manganeso	Piridoxina
Grasa	Vitamina A	Inositol
Hidratos de Carbono	Vitamina D	Ácido araquidónico
Ca, P, Fe	Vitamina E	
Na, K, Cl	Vitamina K	
Mg, Cu, S	Tiamina	
Acidez	Riboflavina	
Cenizas	Ácido pantoténico	
Ácido ascórbico	Ácido fólico	
Colina	Biotina	
Ácido esteárico	Vitamina B	
Ácido palmítico	Ácido oleico	
Colesterol	Ácido linoleico	
Aminoácidos	Ácido linolénico	

Fuente: Naber (1979).

La composición de la clara es bastante estable y muy difícil de modificar nutricionalmente, ya que sus componentes son segregados por las células epiteliales

del oviducto. Un cambio en la ración no modifica de forma sustancial su composición pero puede modificar la relación yema/albumen (Mateos, 1991). Así, al adicionar grasa aumenta el peso del albumen que el de la yema, con lo que disminuye ligeramente la relación yema/albumen y con ello la concentración nutritiva del huevo (Whitehead, 1995; Grobas *et al.*, 1996b).

Stadelman y Pratt (1989), han revisado los factores que modifican la composición del huevo e indican que el nivel de proteína en el huevo aumenta ligeramente al incrementar la proteína y la energía en la dieta. La fuente de proteína de la dieta no tuvo efecto alguno sobre el nivel proteínico del huevo. La cantidad total de albumen depende del equilibrio en aminoácidos de la dieta. Una deficiencia en lisina o metionina reduce el peso del albumen y disminuye la concentración de todos los aminoácidos libres (Sauveur, 1988).

El contenido en microminerales del huevo puede modificarse mediante la dieta, pero el patrón de respuesta es diferente para cada uno de ellos. Aparte de estos microminerales, es posible encontrar metales pesados en el huevo por incluir inadvertidamente en la dieta semillas tratadas con insecticidas y pesticidas. En general, parece ser que los metales tóxicos tienen tendencia a depositarse en el albumen y se encuentran niveles superiores en huevos producidos en áreas industrializadas que en rurales (Stadelman y Pratt, 1989).

El factor más importante que influye sobre la composición vitamínica del huevo es el contenido de vitaminas de la dieta, pero el efecto es muy variable según la vitamina. Así, el nivel de riboflavina y de cianocobalamina aumenta casi proporcionalmente al aumentar su nivel en la dieta. Sin embargo, la riboflavina alcanza un techo máximo con un nivel dietético en torno a 2 - 4 veces las recomendaciones, mientras que la vitamina B₁₂ (cianocobalamina), continúa aumentando por encima de la dosis (Naber, 1983; Squires y Naber, 1992; Squires y Naber, 1993a).

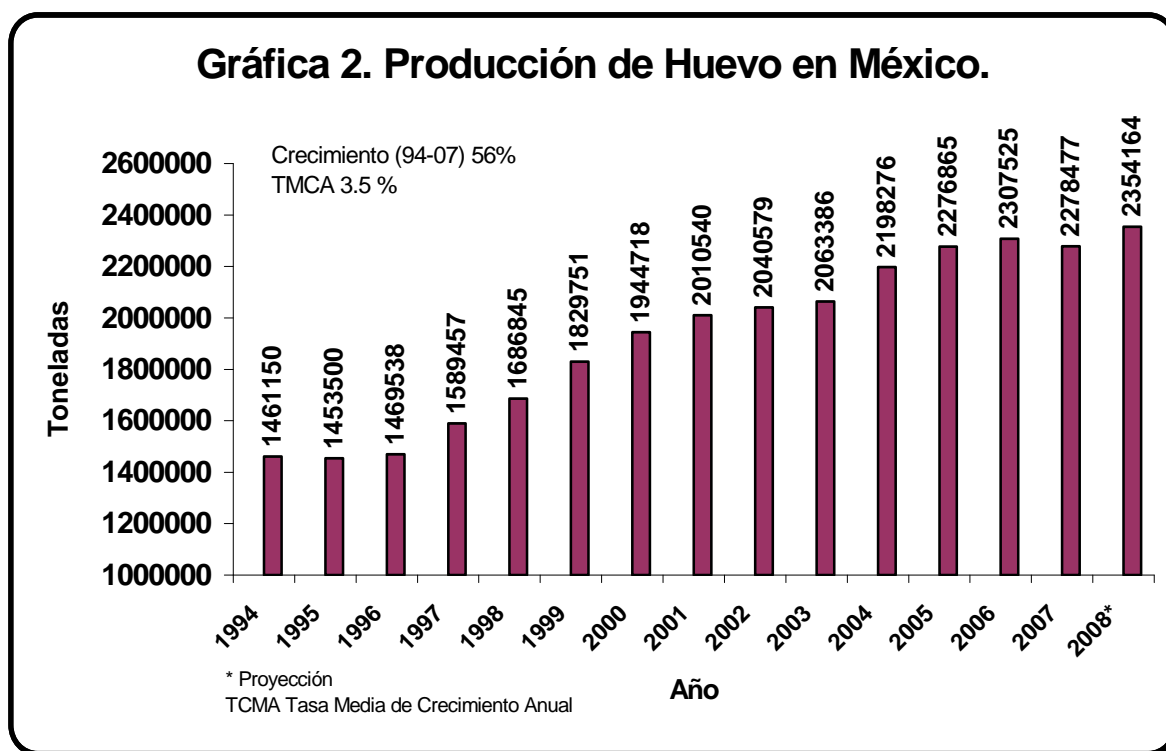
La eficiencia de transferencia de las vitaminas de la dieta al huevo varía también para cada vitamina. Naber (1983), calcula estas a partir de varios trabajos publicados por diversos autores. El autor concluye que la vitamina A tiene una eficiencia alta (60 - 80%), mientras que otras vitaminas como la K, la tiamina o la folacina la tiene baja (< 10%). Riboflavina, ácido pantoténico, biotina y las vitaminas B₁₂, D₃ y E presentan eficiencias del 20 al 50 %.

De los constituyentes del huevo, el componente lípidico es el más fácil de modificar mediante la manipulación en la dieta. La importancia es atribuida a la grasa y a sus fracciones en relación con la salud humana, por tanto se han diseñado diversas investigaciones que permiten modificar la concentración de colesterol y de diferentes ácidos grasos presentes en el huevo (Naber, 1983; Squires y Naber, 1992; Squires y Naber, 1993a).

2.2.3. Producción de huevo en México.

México es el sexto productor mundial de huevo y es autosuficiente en la producción de este alimento, y en 2007 se produjeron más de 2.5 millones de toneladas. El 70 por ciento se comercializa a través de mercados tradicionales, 21 en autoservicios y nueve por ciento se canaliza a la industria.

La producción de huevo para plato en 2007 se ubicó en 2,278,477 toneladas, siendo 1.01% inferior a la del año previo. Para este año se marca una alza importante en el ritmo de expansión de la producción con un valor de la producción de huevo de 2,354,164. Así mismo se estima la estabilización de la producción con la saturación del mercado con producción nacional (INA, 2008).



Fuente: INA (2008).

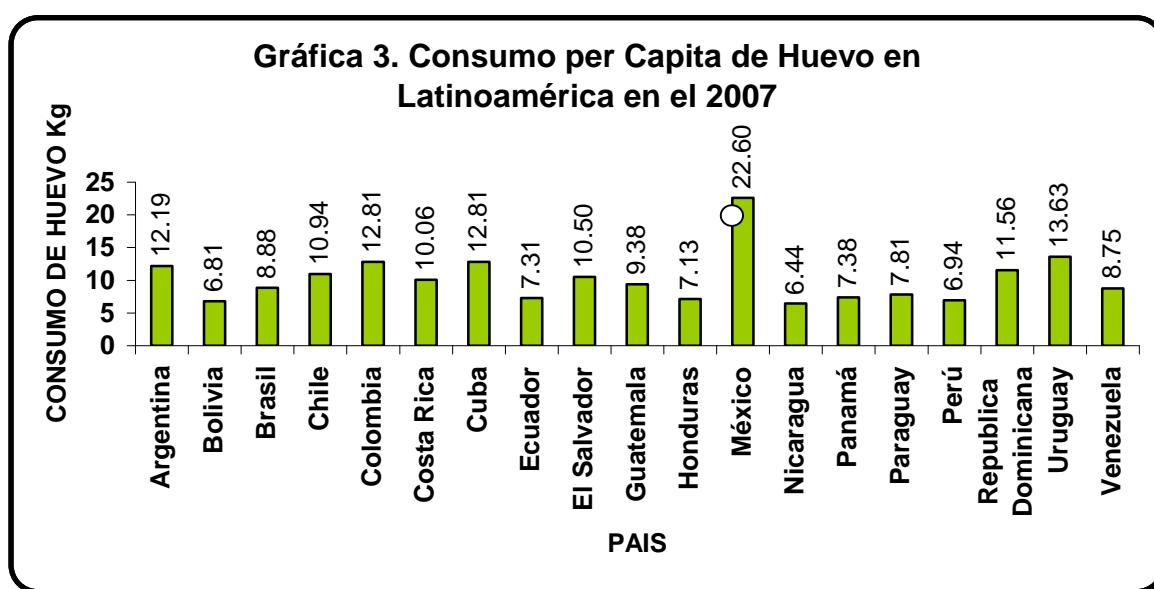
No obstante este aumento de ritmo de crecimiento de la producción de huevo, la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) calculada para el 2008 es de 3.5%, con un crecimiento de 1994-2007 del 56% situándose junto con la carne de pollo, como los productos con mayor consumo en el sector ganadero mexicano.

Definitivamente el crecimiento de la producción de huevo para plato en México ha estado fincado en su bajo precio al consumidor y en un gran hábito de consumo entre la población. Principalmente el huevo se consume más en los hogares de clase media y alta que en los niveles bajos, donde acostumbran consumir guisados y frijoles, caso contrario a lo ocurrido hace varios años donde el consumo de huevo radicaba en el medio rural, de hecho el Distrito Federal es la entidad donde se vende y consume más huevo en México (<http://www.sagarpa.gob.mx>, 2007).

Cabe señalar que si bien se ha enfrentado una fuerte corriente de opinión que busca limitar y reducir los consumos de éste alimento por su contenido de colesterol, principalmente en las grandes ciudades del país, el huevo se mantiene como una de las principales fuentes de proteína de origen animal, al ubicarse como un alimento de alto contenido alimenticio y de bajo precio, especialmente entre los estratos de menores recursos que viven en estos grandes centros de población (www.institutonacionalavicola.org.mx, 2007).

Para contrarrestar la imagen negativa que se ha dado al producto, los avicultores han introducido en el mercado huevo con contenido de Omega 3, resultado de cambios en la alimentación de las aves ponedoras, con lo cual se asegura una mejor digestión y desecho del colesterol.

De acuerdo con la información disponible por la FAO, México se mantiene como el sexto productor de huevo a nivel mundial, aportando a ésta el 3.5%, como primer consumido de huevo en Latinoamérica y como el segundo productor a nivel del Continente Americano, únicamente superado por los Estados Unidos, gráfica 3 (<http://www.sagarpa.gob.mx>, 2007).



Fuente: www.wattpoultry.com/IndustriaAvicola, (2007).

2.2.4. Consumo de huevo en México.

La comercialización del huevo de gallina ha continuado evolucionando en los últimos años, aumentando el flujo de éste a través de canales integrados, con una menor participación de intermediarios.

Esta evolución en gran medida ha respondido a los cambios en los hábitos de compra de la población, principalmente de zonas urbanas y a una creciente presencia de centros de autoservicios, en donde cada vez se dispone de menos trabajadores que se enfoquen a la venta de productos a granel y por tanto, el desplazamiento de producto empacado es el que toma relevancia (<http://www.institutodelhuevo.org.mx>, 2008).

En un estudio realizado por la empresa Gallup de México, arrojo datos interesantes:

- Las amas de casa clasifican al huevo en quinto lugar como alimento importante para la alimentación del hogar, solo debajo de la leche, las verduras, la carne y el pescado.
- Por otro lado el estudio menciona que de los diferentes alimentos que se consumen por lo menos una vez a la semana, el huevo ocupa el primer lugar junto con la leche.
- Se consume más el huevo en hogares de clase media y alta que en los niveles bajos donde se consumen guisados y frijoles, finalmente en el desayuno es el momento de mayor consumo de huevo (INA, 2007).

En cuanto a la producción de huevo por estado, encontramos que se han presentado situaciones diferentes en cada uno de ellos, lo que ha llevado a altibajos

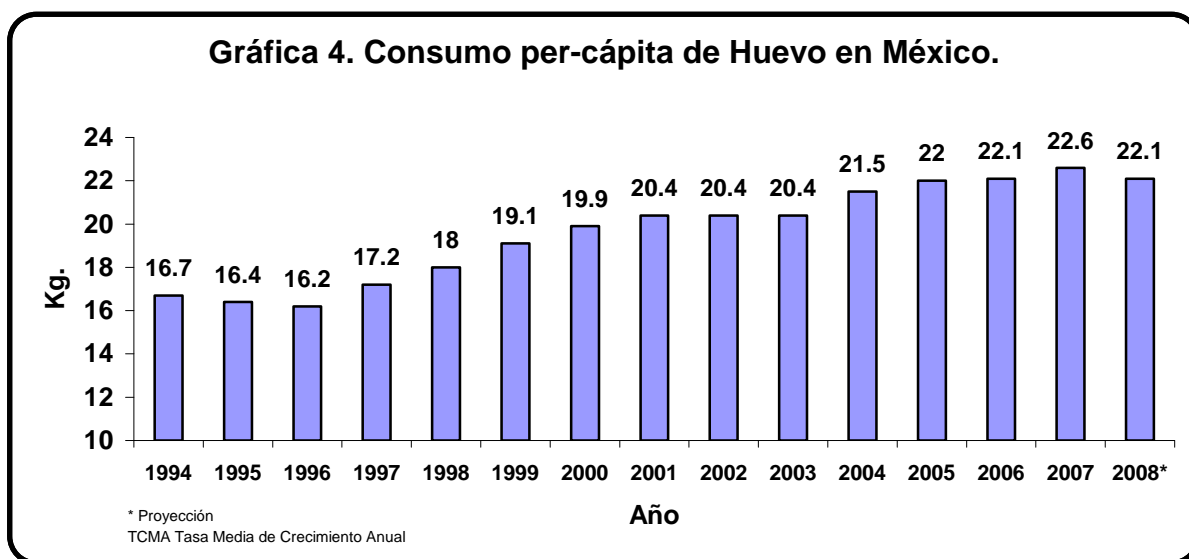
en sus respectivos resultados. En Jalisco, la producción de huevo es una actividad típica de la región por lo que desde hace muchos años se ha constituido como el líder en la producción de ovoides, le sigue muy por debajo Puebla, tabla 11.

Tabla 11. Principales Estados productores de huevo en México.

Estado	Participación en la Producción
Jalisco	48%
Puebla	19%
La Laguna	7%
Sonora	7%
Nuevo León	5%
Sinaloa	4%
Yucatán	4%
Guanajuato	3%
Resto	3%
Total	100 %

Fuente: INA (2008).

El aumento de la producción de huevo esta directamente relacionado con el aumento generalizado en el consumo de huevo en el país. Así mismo México es el principal consumidor de huevo fresco en el mundo con 22.6 kilogramos per cápita en el 2007, gracias a esto los problemas de desnutrición se han paliado de manera importante, sobre todo en el medio rural (www.institutodelhuevo.org.mx, 2008).



Fuente: INA (2008).

2.2.5. Huevo.

En los primeros años de la moderna producción animal se ha esforzado para mejorar las técnicas productivas y el desarrollo científico relacionados con la alimentación animal, tenían como objeto principal mejorar la eficacia productiva para lograr un adecuado abastecimiento de alimentos. Estos objetos iniciales se han cumplido, como lo demuestra el alto consumo de productos de origen animal en países desarrollados.

En el caso del huevo, el color de la yema y cáscara, densidad de albumen, peso, calidad bacteriológica y condiciones de producción han sido considerados como los aspectos cualitativos más importantes. El estancamiento o descenso del consumo de huevos en la pasada década ha sido motivado por la percepción del consumo sobre la influencia de la alimentación en la salud. De hecho, las enfermedades cardiovasculares suponen el 50% de las causas de mortalidad en los países desarrollados y entre los factores de riesgo se encuentran la grasa saturada y el colesterol ingerido en la dieta. Las autoridades sanitarias recomiendan reducir el

consumo de grasas de origen animal y el colesterol, por lo que el huevo, debido a su concentración en estos nutrimentos, se incluye dentro de los alimentos “a controlar”. En la actualidad debido a sus excelentes propiedades nutricias del huevo, existe una tendencia generalizada a reducir su consumo en un intento de resolver de forma simplista un problema de salud complejo relacionado con todo un estilo de vida (Grobas *et al.*, 1996a).

2.2.6. Criterios para medir la calidad del huevo.

Los huevo destinados al consumo se clasifican por el tamaño, color, forma y por la gravedad ó severidad de las manchas en el huevo. Para el caso de México las especificaciones y grados de clasificación de calidad de huevo están dadas por la Norma Mexicana NMX-FF-079-SCFI-2004, tabla 13. Sin embargo, los términos oficiales usados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A.) para describir el estado del cascarón, albumen y yema son los siguiente:

- **Cascarón:**

Limpio. Libre de sustancias extrañas, de machas y decoloraciones fácilmente visibles. Un huevo puede considerarse limpio si solamente tiene manchitas muy pequeñas.

Sucio. Cascarón que tiene suciedad o sustancias extrañas adheridas a su superficie, que tiene manchas muy aparentes o manchas que cubren más de la cuarta parte de la superficie del huevo.

Prácticamente normal (Calidad AA ó A). Cascarón que se aproxima a la forma usual, que tiene buena textura uniforme y que carece de zonas rugosas o manchas delgadas.

Ligeramente anormal (Calidad B). El cascarón puede ser ligeramente anormal y puede ser algo defectuoso de textura o resistencia.

Anormal (Calidad B). Huevo evidentemente deformado o de textura y resistencia defectuosa. La USDA ha suprimido la calidad C (Mountney y Parkhurst, 2003).

El estudio del cascarón se complementa con los aspectos tales como:

a. Forma del huevo. Viene definida por un índice relacionado con su diámetro medido por el ecuador, con su longitud.

b. Solidez del cascarón. Se estima a través de dos grandes tipos de medidas:

1. medidas indirectas: de resistencia que muestra la cantidad depositada.
2. la resistencia del cascarón a una fuerza de ruptura cualquiera.
3. el espesor de la cascarón se mide con un tornillo micrometro. Este espesor no es constante en toda la superficie del huevo: es máximo en el polo fino; mínimo en el ecuador e intermedio en el polo grueso. A menudo la medida esta comprendida entre 0.35 y 0.40 mm.

c. Color. Se compara con una escala de referencia que va de 0 a 10, cuando se desea efectuar una medición más exacta se recurre a la reflectometria tomando como referencia de color blanco ó un bloque de carbonato de magnesio.

d. Porosidad. Se estima por dos vías, una directa y una indirecta:

1. Recuento de los poros (una vez coloreado el cascarón) con ayuda de un microscopio.
2. Medición de la pérdida de peso en una incubadora, este método es el indirecto y es el más utilizado (Sauveur, 1993).

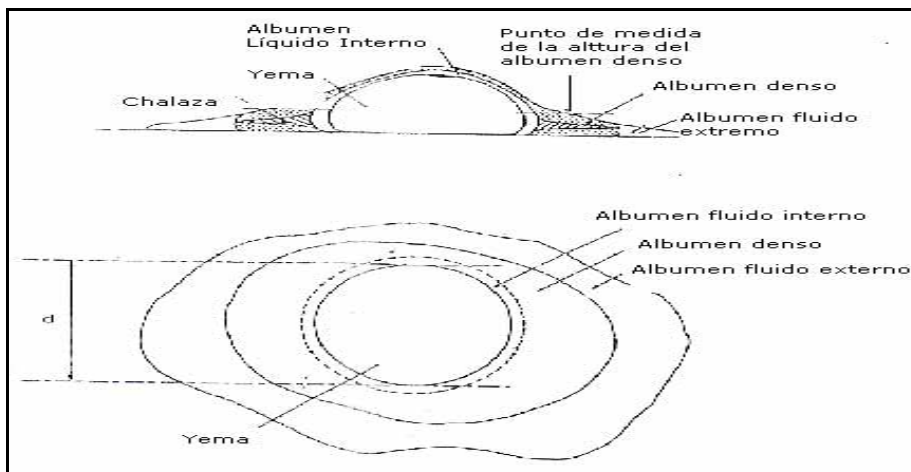
▪ **Albumen**

Se refiere a la consistencia del gel formado por el albumen denso, que es el que garantiza una buena protección de la yema en el interior del huevo. Los parámetros de medición de las propiedades físicas son:

a. Porcentaje de albumen denso. Estimado después de su separación con ayuda de un tamiz, de las porciones fluidas interna y externa.

b. Espesor del albumen denso. Se determina después de roto el huevo (figura 12).

Figura 12. Aspecto del huevo cuando se rompe sobre una superficie plana.

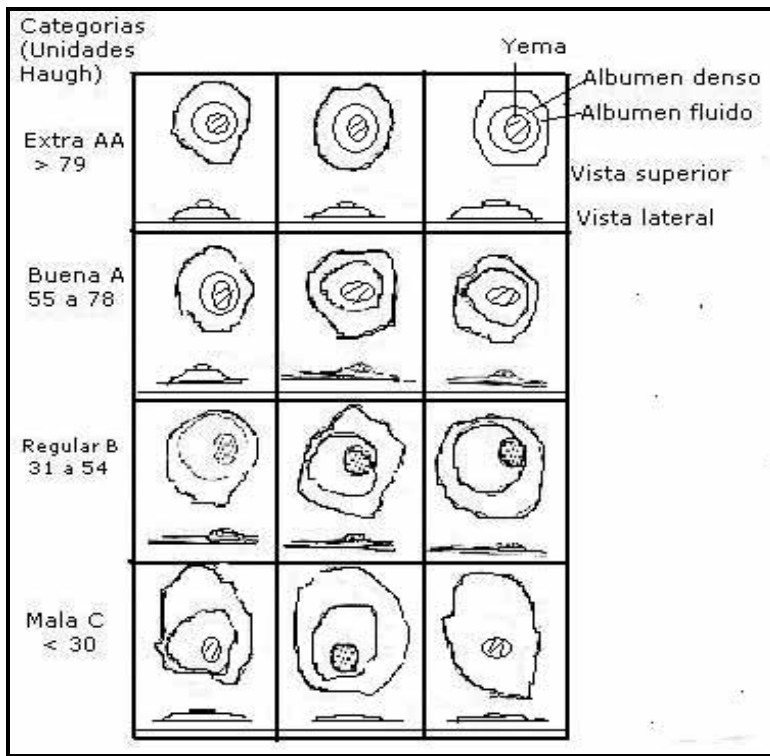


Fuente: Sauveur (1993).

c. Índice de albumen. Obtenido dividiendo el espesor del albumen denso por su anchura media. La correlación entre el índice de albumen y su espesor es de 0.98.

d. Comparación visual. Del huevo roto sobre una superficie plana con una serie de fotografías patrón o referenciales de acuerdo con la escala del USDA de los Estados Unidos tal como se muestra en la figura 13.

Figura 13. Apreciación esquemática de la calidad del huevo roto sobre una superficie plana.



Fuente: Sauveur (1993).

e. Unidades Haugh. Es la medida más utilizada introducida por Haugh en el año de 1939, la cuál esta relacionada con el logaritmo del espesor del gel del albumen denso y se corrige en función del peso del huevo, se expresa en “unidades Haugh” de acuerdo a la fórmula $UH = 100 \log (H - 1.7 P^{0.37} + 7.57)$

donde

H = Altura del albumen denso (mm)

P = Peso del huevo (g)

Las precauciones que hay que tener en cuenta a la hora de la medida de H son las siguientes:

- No utilizar huevos cuya temperatura interna sea inferior a 12°C.
- Romper el huevo con cuidado, sin romper el albumen denso y hacerlo lo más cerca posible de la superficie donde se va proceder a la medición.

- No romper más de un huevo cada vez y medir la altura inmediatamente, dado que ésta disminuye con el tiempo, sobre todo si la temperatura ambiente es elevada.
- Utilizar un micrómetro de trípode con una precisión de 1/10mm.
- Colocar su extremo fuera de las chalazas, sobre una parte plana del albumen denso, a unos 7-8 mm del borde de la yema (Sauveur, 1993).

Con frecuencia, la esfera del micrometro lleva incorporada en su periferia una regla de cálculo que permite estimar a partir de los valores de H y P, las unidades Haugh

La escala de unidades Haugh se extiende prácticamente de 20 a 110. Los valores más frecuentes están comprendidos entre 50 y 100. En los Estados Unidos, los límites de unidades Haugh aplicables a las cuatro clases de huevos definidos por el Departamento de Agricultura (USDA) están expuestas en la tabla 12.

Tabla 12. Clasificación del huevo de acuerdo a las unidades Haugh.

Clase	AA	A	B	C
Unidades Haugh	> 79	$79 > u \geq 55$	$55 > u \geq 31$	$u < 31$

Fuente: Sauveur (1993).

Está prohibido poner a la venta huevos de la última categoría.

f. Viscosidad. Las medidas de viscosidad del albumen son difíciles de realizar por que se trata de un fluido no-Newtoniano, en consecuencia hay que recurrir a viscosímetros rotativos preparados para el estudio reológico de los compuestos con deslizante pseudoplástico, además la interpretación de los datos es con frecuencia delicada.

Esta viscosidad es muy sensible a:

- el pH de medio

- La tasa de cizalladura aplicada (con frecuencia se trabaja a 34-36 seg^{-1}).
- El tiempo de medición (estable a partir de los 4 min a 20°C).
- Sobre todo la temperatura-

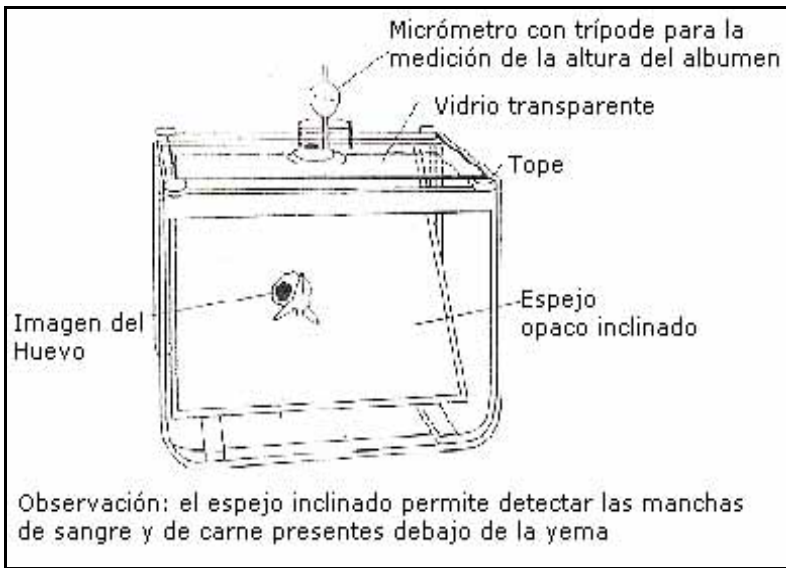
La medición debe efectuarse, por tanto en un baño maría a 20°C, después de 4 minutos, con una cizalladura de 34 seg^{-1} (Sauveur, 1993).

▪ **Yema**

Después de la puesta, la yema se “achata” al mismo tiempo que el albumen se hace más fluido. Esta es una de las características que más interesa al consumidor. De hecho la noción de color es compleja y debe en rigor ser subdividida en tres componentes: matiz, saturación y brillo. Pero el método más aplicado es la comparación del color de la yema con una patrón denominado “escala Roche”. Las consideraciones a tomar son: trabajar con luz natural y sin modificar el ángulo de iluminación en curso de una serie de mediciones (Sauveur, 1993).

La coloración de la yema debe ser uniforme, sin mancha visible alguna. En el caso de que aparezcan manchas claras debajo de la membrana vitelita, se estiman en una escala que va de 0 a 5, de forma similar se procede con las manchas de sangre que pudieran presentarse, por lo cual es útil disponer de un espejo inclinado debajo de la placa de vidrio transparente donde se efectuá el análisis del huevo, como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Unidad (estructura metálica y vidrios) utilizada para el estudio de la calidad interna del huevo.



Fuente: Sauveur (1993).

En México la calidad física del huevo se determina de acuerdo con la norma mexicana NMX-FF-079-SCFI-2004 Huevo fresco de gallina. En donde básicamente se determina la edad del huevo a través de Unidades Haugh.

Esta misma norma clasifica al huevo fresco de gallina para plato en:

- a) México extra
- b) México 1
- c) México 2
- d) Fuera de clasificación

Las especificaciones de las 4 categorías mencionadas anteriormente se citan en la tabla 13.

Tabla 13. Grados de Clasificación de Huevo en México.

Grados de Clasificación	Cascarón	Cámara de aire	Clara	Yema
México extra	Normal, integro y limpio	Normal y no exceder los 3.2 mm.	Limpia, firme y transparente, de tal forma que los límites de la yema sean ligeramente definidos. La altura de la albúmina es de más de 5.5. mm o en unidades Haugh mayor a 70.	De forma redondeada, libre de defectos, ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco terminativo impecable. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.
México 1	Normal, integro y limpio	De normal a ligeramente móvil, puede presentar movimientos ondulatorios limitados, pero sin burbujas y no exceder los	Transparente y firme, permitiendo ver los bordes de la yema cuando el huevo se rota a la luz del ovoscopio. La altura de la albúmina es de más de 4.2 mm o en unidades Haugh de 61 a 70.	De forma redondeada libre de defectos, ubicada en el centro, sin manchas de sangre y carnosidades, el disco terminativo imperceptible. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.

		5.0 mm.		
México 2	Puede presentar anormalidades pero debe estar intacto, libre de manchas o excremento adherido, sangre y otros materiales.	Puede presentar movimiento ondulatorio limitado y libre de burbujas, profundidad no mayor a 6.0 mm.	Puede ser débil y acuosa, de tal forma que la yema se acerque al cascarón provocando que ésta aparezca como visible, como una mancha oscura al girar el huevo en el ovoscopio, puede presentar puntos de sangre o carne, siempre y cuando en su conjunto no excedan los 3.1 mm. La altura de la albúmina es de más de 2.2 mm o en unidades Haugh de 31 a 60.	Puede aparecer oscura y estar ligeramente aplanada o alargada, desplazada fuera de la posición céntrica y con disco terminativo ligeramente visible, pero sin sangre. El color puede ser entre 8 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.
Fuera de clasificación	Lavado, sucio, manchado de sangre, excremento o cualquier	Que esté libre o espumosa, o que sea mayor de 6.0	Cuando tenga cuerpos extraños o manchas, que solas o en conjunto tengan un tamaño mayor a 3.1 mm o bien, cuando aparezca turbia.	Oscura, no céntrica, de conformación anormal, con disco terminativo desarrollado y/o crecimiento microbiológico.

	materia extraña, quebrado.	mm.		
--	----------------------------------	-----	--	--

Fuente: NMX-FF-079-SCFI (2004).

Otra manera de clasificar el huevo en México está dado por el peso y tamaño del mismo (ver tabla 16).

Tabla 14. Categorías por tamaño al empacar el huevo en México.

Tamaño	Peso mínimo por unidad (g)	Contenido neto mínimo por docena (g)	Contenido neto mínimo por caja (Kg)
1. Extra grande	Mayor de 64	768	15.3 caja de 240 piezas
2. Grande	Mayor de 60 hasta 64	720	21.6 caja de 360 piezas
3. Mediano	Mayor de 55 hasta 60	660	19.8 caja de 360 piezas
4. Chico	Mayor de 50 hasta 55	600	18.0 caja de 360 piezas
5. Canica	Menor o igual a 50	---	---

Fuente: NMX-FF-079-SCFI (2004).

2.2.7. Características generales de la gallina Leghorn *Bovans white*.

La gallina ponedora *Bovans white* es una gallina Leghorn, dócil, sexable mediante el plumaje que produce una alta cantidad de huevos de calidad superior y con una excelente conversión de alimento. Esto es el resultado de muchos años de investigación genética.

Las características genéticas favorables sólo pueden lograrse cuando al ave se la provee todos sus requerimientos. Estos incluyen, pero no sólo se limita a, alimento de buena calidad, buenas condiciones de alojamiento y manejo adecuado.

La ponedora *Bovans white* es una gallina blanca de carácter dócil, fácil de manejar y con una alta producción de tamaño uniforme y cáscara fuerte.

A las gallinas ponedoras *Bovans white* debe permitírseles consumir alimento *ad libitum* hasta que el lote alcance la máxima masa de huevos o el peso ideal haya sido alcanzado. Los comederos deben permitir el acceso al alimento durante la mañana y las horas de la tarde
(www.iasa.com.mx/imsa/publicaciones/guiademanejo, 2003).

2.2.7.1. Alimentación de la gallina ponedora *Bovans white*.

La gallina *Bovans white* debe ser iniciada y mantenida en un programa de alimentación que provea todos los nutrimentos requeridos conocidos para su crecimiento y desarrollo sexual.

La dieta debe contener todos los aminoácidos esenciales, vitaminas, energía. Finalmente la gallina ponedora *Bovans white* deben recibir alimento *ad libitum* o sin restricciones.

- **Agua.**

Suficiente agua de buena calidad debe ser suministrada. Los sistemas de agua deberán de ser verificados diariamente. El consumo de agua y alimento son excelentes indicadores de la salud de una lote de aves.

- **Programa de luz.**

El inicio de la producción de huevos es estimulado por muchos factores, siendo los más importantes el peso corporal y el incremento de las horas luz día. En la industria de huevos, se utiliza un programa de luz, que promueven un número óptimo de huevos, tamaño de huevo, viabilidad (sobrevivencia) y ganancia general. Para gallinas con 18 semanas de edad deberá utilizarse alrededor de 16 horas luz.

- **Temperatura.**

A pesar que las gallinas ponedoras *Bovans white* pueden tolerar un amplio rango de temperatura desempeñándose productivamente bien, exclusivas fluctuaciones en las temperaturas ambientales afectan la productividad y eficiencia. La temperatura ideal de la caseta está entre 21 y 24°C al comienzo de la producción y lentamente aumenta a medida que el ave crece. Temperaturas bajo 12°C y sobre 28°C, afectan negativamente la producción. Temperaturas de la caseta más templadas resultarán en un mayor peso del huevo y mejora en el consumo de alimento.

Casetas con mayor temperatura podrían disminuir el aumento en el peso del huevo y limitar el consumo de alimento en las etapas tempranas de postura, pero puede ser usada después en la postura para controlar el consumo de alimento y prevenir un excesivo tamaño del huevo. Es necesario mantener buenas condiciones de ventilación en todo momento

(Quintana, 1999; www.iasa.com.mx/imsa/publicaciones/guiademanejo, 2003).

3. JUSTIFICACIÓN

Con el éxito de la actividad avícola al contribuir de manera importante en el sistema de producción de alimentos en el mundo, se hace necesario una búsqueda para mejorar día a día cada uno de los aspectos involucrados en el proceso de producción. Adquirir el alimento adecuado para obtener resultados óptimos en la avicultura, es un aspecto importante donde el alimento representa el porcentaje más alto dentro de la inversión que se realiza en el ciclo de producción.

El uso de la harina de calamar *Dosidicus gigas* D´Orbigny 1835 en bioensayos aplicados a gallinas ponedoras *Bovans white* permitirá conocer el nivel óptimo de inclusión en la dieta, cuya finalidad es la de lograr un máximo en las variables productivas de las aves, mantener o incrementar la calidad física del huevo, así como mejor la calidad de la proteína en éste y lograr el aprovechamiento de este recurso poco consumido en este país para poder ser usado en la avicultura.

Cabe señalar que este recurso solo es usado en la alimentación del calamar en granjas acuícolas o para captura de otras especies acuícolas. En estudios realizados la suplementación en las dietas de las gallinas esta dado por la incorporación de algas marinas a las dietas así como diferentes niveles de inclusión de harina de cabezas de camarón y la utilización de harina de pescado como fuente de proteína con dietas isoproteicas en las que las sustituciones se han hecho proteína por proteína, para no afectar el contenido total de proteína en la dieta de las aves. No obstante la harina de calamar *Dosidicus gigas* D´Orbigny 1835, contiene más proteína (77.56%) que las harinas de pescado (en promedio 60-70%) y definitivamente es un factor importante que debe de tomarse en cuenta al formular las dietas de las aves, procurando cubrir los requerimientos nutricionales de la gallina *Bovans white*.

En la actualidad las tendencias tanto en la formulación como en la fabricación de alimento es la disminución de costos por kilo de alimento producido, por lo que es necesario identificar o localizar nuevas fuentes de proteína no convencionales, de bajo costo y que se disminuya los precios del alimento balanceado para las aves.

Por tanto el presente trabajo forma parte de la línea de investigación “Aprovechamiento de Recursos Naturales Marinos para el Desarrollo de Productos Avícolas Funcionales”, del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán” (INCMNSZ).

En donde se pretende conocer los efectos de la incorporación de la harina de calamar *Dosidicus gigas* D’Orbigny 1835 sobre el contenido de proteína, la calidad física del huevo y la percepción organoléptica del huevo proveniente de gallinas *Bovans white* alimentadas con diferentes niveles de inclusión de harina de calamar *Dosidicus gigas* (0, 10 y 20%).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general.

Identificar que nivel de inclusión (0, 10 y 20%) de harina de calamar (*Dosidicus gigas* D´Orbigny 1835) es el adecuado para incrementar el contenido proteico en el huevo de gallina *Bovans white*, manteniendo la calidad física y sensorial de éste.

4.2. Objetivos particulares.

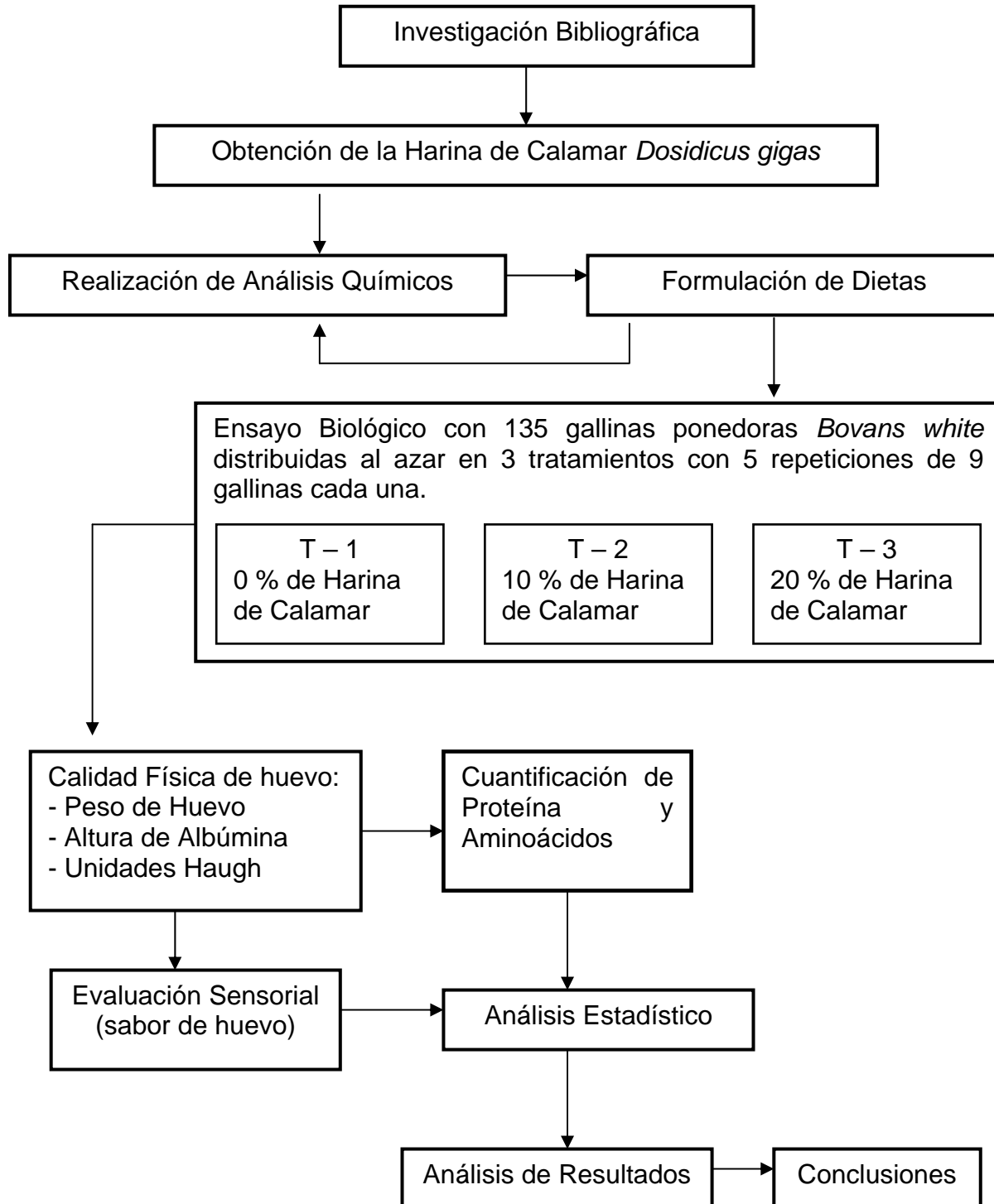
- Determinar el análisis químico proximal a la harina de calamar *Dosidicus gigas*.
- Realizar el análisis químico proximal a las dietas (0, 10 y 20% de harina de calamar) con las cuales se alimento a las gallinas ponedoras *Bovans white*.
- Evaluar la calidad física del huevo de gallina alimentadas con harina de calamar *Dosidicus gigas* al 0, 10 y 20% de inclusión de la misma.
- Evaluar sensorialmente el sabor del huevo de gallina *Bovans white* alimentadas con inclusiones de 0, 10 y 20% de harina de calamar *Dosidicus gigas*.
- Cuantificar el contenido de proteína en los huevos de gallina en cuya dieta se incorpore 0, 10 y 20 % de harina de calamar *Dosidicus gigas*.

5. HIPÓTESIS.

1. El adicionar harina de calamar *Dosidicus gigas* a diferentes niveles de inclusión (10 y 20%), a la dieta de gallinas ponedoras *Bovans white* no afecta a la proteína del huevo.
2. Si se adiciona harina de calamar *Dosidicus gigas* a diferentes niveles de inclusión (10 y 20%), a la dieta de gallinas ponedoras *Bovans white* no afecta la calidad física del huevo y la percepción sensorial (sabor de huevo).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

Diagrama de flujo de la investigación.



6.1. Obtención de la harina de calamar *Dosidicus gigas* D'Orbigny 1835.

El calamar *Dosidicus gigas* fue capturado en Baja California Sur, La Paz, en donde fue secado y empacada en bolsas de plástico. Cada una con 1500 g de la harina, se envolvieron en papel estraza y se colocaron en cajas de cartón de 15 kg, para finalmente ser transportadas por paquetería al Instituto en la Ciudad de México.

6.1.1. Muestreo de la harina de calamar *Dosidicus gigas*.

Para realizar el análisis de la harina de calamar, se tomaron 10 paquetes de 1.5 kg y se realizó un muestreo por cuarteo (Pérez, 2000) con el propósito de obtener una muestra representativa para el análisis químico proximal de la harina de calamar.

6.1.2. Análisis químico proximal de la harina de calamar.

Análisis químico proximal (A. Q. P.) se realizó antes de la formulación de las dietas para el ensayo biológico, en las que se determinó humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína cruda y fibra cruda de acuerdo a los métodos descritos por A. O. A. C. (2002). Los análisis se realizaron por triplicado

6.1.3. Análisis estadístico.

Los datos fueron analizados con estadística básica reportando media, desviación estándar y coeficiente de variación.

6.2. Ensayo biológico.

Se llevó a cabo en el Centro Experimental de Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.A.) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se encuentra ubicada en Santiago Zapotitlán, delegación Tláhuac, Distrito Federal, a una altitud de 2,250 m.s.n.m., entre los paralelos 19° 17' 30'' de latitud norte y los meridianos 99° 00'30'' longitud oeste, bajo condiciones de clima templado subhúmedo y bajo grado de humedad, con una precipitación pluvial media anual de 747 mm. La temperatura media anual es de 16° C.

Se realizaron tres experimentos, empleando diseños completamente al azar con gallinas alojada en jaulas en una caseta de ambiente natural tipo convencional. Se distribuyeron aleatoriamente 135 gallinas *Bovans white* de 18 semanas de edad en 3 tratamientos con 5 repeticiones de 9 gallinas cada una. Las aves se alojaron en jaulas con 3 gallinas durante las seis semanas que duró el experimento (Ver Anexo 1).

El agua y el alimento se suministraron a libre acceso. El programa de iluminación fue de 16 horas luz y una temperatura media de 17° C.

El ensayo se llevo a cabo durante seis semanas en donde se pesaba y recolectaba el huevo diariamente, para finalmente calcular las variables productivas semanalmente.

Donde la conversión alimenticia se calculó:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Alimento consumido por semana (g)}}{\text{Peso total de huevo (g)}}$$

6.2.1. Criterios de selección del ensayo biológico.

Inclusión: Gallinas con un peso de entre 1.2 – 1.5 Kg y de 18 semanas de edad.

Exclusión: Que padezcan de síndrome ascítico y/o deformación de patas.

Eliminación: Aquellas aves que enfermen, mueran o produzcan huevos en fáfara (sin cascarón) durante el ensayo.

6.2.2. Formulación de raciones.

Se formularon las raciones con la incorporación de la harina de calamar *Dosidicus gigas* en diferentes niveles de inclusión (0, 10 y 20%). Donde:

- T – 1 – 0 % de inclusión de harina de calamar
- T – 2 – 10 % de inclusión de harina de calamar
- T – 3 – 20 % de inclusión de harina de calamar

Las raciones empleadas en los experimentos se formularon con el paquete computacional de formulación NUTRITION. Tanto los aminoácidos esenciales como los minerales cubrieron las necesidad para gallinas ponedoras señaladas por la National Reseach Council (NRC, 1994).

6.2.3. Análisis estadístico.

Se realizó la media y desviación estándar para conocer el comportamiento de los diferentes tratamientos durante las seis semanas que duro el ensayo biológico.

Así mismo se realizó un análisis de varianza para un diseño factorial en bloques para el % de postura, para conversión alimenticia y para masa de huevo. Para las variables productivas de peso promedio de huevo y consumo de alimento se aplicó un diseño del tipo cuadrado latino en bloques. Finalmente se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan para clasificar en grupos homogéneos estadísticamente diferentes, ($p \leq 0.05$), con un paquete estadístico SPSS para Windows Versión 11.0 (Statistical Product and Service Solutions).

6.3. Evaluación de la calidad física del huevo.

Se realizó en el Departamento de Nutrición Animal del I.N.C.M.N.S.Z. con ayuda de un equipo automatizado Techical Service and Supplies Inc. y un software que realiza en forma automática varias determinaciones de calidad física de huevo (figura 15).

Figura 15. Equipo para calidad de huevo.



Al finalizar el experimento biológico se tomaron al azar 5 huevos de cada repetición, haciendo un total de 25 huevos por tratamiento, es decir 75 huevos por día, esto se repitió 4 días para dar 300 huevos analizados para calidad de huevo.

Para cada huevo se evaluaron los siguientes aspectos:

Limpieza. Externamente se evaluó la limpieza del cascarón, manchas de sangre, rastros de alimento y heces, internamente si había manchas o no de sangre o carne en la yema.

Peso del huevo. Cada pieza se pesó en una balanza analítica digital marca Ohaus.

Altura de la albúmina. Se rompió el cascarón y el contenido se depositó en un contenedor de vidrio transparente y con la ayuda de un calibrador metálico colocado a un centímetro de la yema se obtiene la altura de la albúmina densa.

Unidades Haugh. Se obtiene mediante la siguiente fórmula (Buxadé 1987):

$$UH = 100 \log (h - 1.7 p^{0.37} + 7.6)$$

donde:

UH = Unidades Haugh

h = Altura de la albúmina densa (mm)

p = Peso del huevo en (g)

Para este caso se empleó el equipo automatizado cuyo software realiza en forma automática el cálculo, tomando en consideración la altura de la albúmina, el peso del huevo (figura 16).

Figura 16. Determinación de unidades Haugh.



6.3.1. Criterios de selección para calidad de huevo.

Inclusión: Huevos completos.

Exclusión: Huevos con cascarón fracturado, yemas con manchas de sangre o carne.

Eliminación: Huevos rotos.

6.3.2. Análisis estadístico.

La estadística aplicada para peso de huevo se realizó un análisis de varianza del tipo diagrama de bloques y para la altura de albumen y a las unidades Haugh fue un análisis de varianza del tipo factorial aleatorio, posteriormente se realizó la prueba de comparación múltiple de Duncan para conocer la diferencia entre las medias de

los diferentes tratamientos ($p \leq 0.05$), con un paquete estadístico SPSS para Windows Versión 11.0 (Statistical Product and Service Solutions).

6.4. Evaluación sensorial.

Esta prueba se llevó a cabo en el laboratorio de evaluación sensorial del departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del I.N.C.M.N.S.Z. en cubículos individuales utilizando luz blanca para la evaluación del sabor del huevo.

Evaluación del sabor del huevo.

Al finalizar el ensayo biológico se tomaron 6 huevos de cada tratamiento y se cocinaron en forma de huevo revuelto, con aceite vegetal y sin sal. Se aplicó una Prueba de Nivel de Agrado para Huevo, Prueba Hedónica en donde se estableció una escala del uno al cinco, donde uno correspondía disgusta mucho y cinco gusta mucho (Pedrero y Pangborn, 1996). Participaron 32 jueces no entrenados de ambos sexos, consumidores habituales de huevo (figura 17). A cada panelista se le proporcionó una charola con 3 diferentes muestras de huevo revuelto, cada una identificada con un número aleatorio de tres dígitos, obtenido de una tabla de números aleatorios. Se les dio una rebanada de pan blanco de caja y un vaso de agua, la cual debían consumir antes de probar cada muestra de huevo. Se les dio el cuestionario (Anexo 2) donde se pedía indicaran el nivel de agrado de las muestras de huevo.

Figura 17. Evaluación Sensorial del sabor de huevo.



6.4.1. Criterios de selección para la evaluación sensorial.

Inclusión: Hombres y mujeres de entre 20 y 50 años de edad, consumidores habituales de huevo.

Exclusión: Aquellos que padezcan de alguna enfermedad que altere el sentido de gusto y de la vista.

Eliminación: Aquellos que no hayan seguido las indicaciones señaladas en los cuestionarios.

6.4.2. Análisis estadístico.

A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza ($p \leq 0.05$), con un paquete estadístico SPSS para Windows Versión 11.0 (Statistical Product and Service Solutions).

6.5. Análisis Químicos y Cuantificación de Proteína cruda y Aminoácidos en el huevo.

Al finalizar la evaluación de calidad física del huevo se realizó un “pool” de los 5 huevos analizados correspondientes a cada réplica. El “pool” incluía la yema y la clara, se mezcló con ayuda de un Braun para ser recolectados en botes de 50 mL con tapa y se almacenaron en congelación hasta la determinación del contenido de proteína.

Para la determinación del contenido de proteína cruda se utilizó la técnica de Kjeldahl, es un método cuantitativo que determina la cantidad de nitrógeno total. Se divide principalmente en tres etapas: 1) Digestión, 2) Destilación y 3) Titulación. Finalmente para determinar la cantidad de proteína cruda presente en la muestra se multiplica por un factor de conversión (6.25). El equipo utilizado fue un autoanalizador Kjeltec Tecator (figura 18).

Figura 18. Autoanalizador Kjeltec Tecator.



6.5.1. Análisis estadístico.

El análisis estadístico empleado para la determinación de humedad fue un análisis de varianza del tipo cuadrado latino aleatorio ($p \leq 0.05$) para la determinación de proteína fue un análisis de varianza para un diseño Factorial Aleatorio ($p \leq 0.05$) con un paquete estadístico SPSS para Windows Versión 11.0 (Statistical Product and Service Solutions).

6.5.2. Cuantificación de Aminoácidos en el huevo.

Al finalizar la evaluación de calidad física del huevo se realizó un “pool” de los 5 huevos analizados correspondientes a cada réplica. El “pool” incluía la yema y la clara, se mezcló con ayuda de un Braun para ser recolectados en botes de 50 mL con tapa y se almacenaron en congelación hasta la determinación del contenido de proteína.

Para la cuantificación de los aminoácidos presentes en el huevo se utilizó el método AccQ-TAG Waters (HPLC) 1993. Manual No. WATO52874. Se realizó por triplicado. El equipo utilizado fue un Cromatógrafo de líquidos (figura 19).

6.5.3. Análisis estadístico.

El análisis estadístico empleado para la cuantificación de aminoácidos fue un análisis con estadística básica reportando media, desviación estándar y coeficiente de variación.

Figura 19. Equipo para la determinación de aminoácidos (H. P. L. C.).



7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Composición de la harina de calamar *Dosidicus gigas*.

Una vez obtenida la harina de calamar *Dosidicus gigas* se procedió a realizar el Análisis Químico Proximal obteniéndose los siguientes resultados:

En la tabla 15 se presenta la composición química de la harina de calamar *Dosidicus gigas*, destaca el valor de proteína de 77.76 g en 100 g de muestra, los resultados obtenidos se comparan con los obtenidos por Abugoch (1999), tabla 16, donde se obtuvo mayor contenido de proteína, cenizas y extracto etéreo. Estos valores están en mayor concentración debido a que este trabajo se analizó el calamar ya procesado es decir en harina mientras que los datos reportados por Abugoch son de calamar fresco, por esta razón los valores obtenidos para la harina son altos.

Así mismo se determinó la cantidad de minerales presente en la harina de calamar *Dosidicus gigas* (tabla 15), los minerales presentes son el calcio seguido por el zinc, hierro, potasio y desde luego rica en sodio.

Esta determinación es de vital importancia para conocer la cantidad exacta que hay en minerales en la harina para posteriormente realizar la formulación de las dietas y esto nos ayudara para conocer la cantidad exacta de minerales que hay que adicionar en las dietas de las gallinas ponedoras *Bovans white* para no alterar la composición base.

Tabla 15. Análisis químico proximal de la harina de calamar *Dosidicus gigas* (g / 100 g de muestra).

Componente	
Humedad (g/100g)	3.46 ± 0.002 C. V. 0.05
Extracto etéreo (g/100g)	6.33 ± 0.007 C. V. 0.001
Proteína cruda (x 6.25) (g/100g)	77.76 ± 0.04 C. V. 0.05
Fibra cruda (g/100g)	2.71 ± 0.001 C. V. 0.005
Cenizas (g/100g)	8.54 ± 0.002 C. V. 0.02
Hidratos de carbono (g/100g) (por diferencia)	1.2
Calcio (mg/100g)	0.15 ± 1.2 X 10 ⁻²
Zinc (mg/100g)	0.15 ± 7.5 X 10 ⁻³
Cobre (mg/100g)	0.01 ± 5.7 X 10 ⁻⁴
Hierro (mg/100g)	0.19 ± 9.6 X 10 ⁻³
Sodio (mg/100g)	0.16 ± 5.3 X 10 ⁻³
Potasio (mg/100g)	0.14 ± 2.5 X 10 ⁻³
Magnesio (mg/100g)	0.08 ± 5.8 X 10 ⁻⁴
Energía Bruta (Kcal/g)	4.03 ± 0.02 C. V. 0.004

Tabla 16. Composición Química del calamar fresco *Dosidicus gigas*.

Componente	g / 100 g de muestra
Humedad	82,23 ± 0.98
Proteínas	15.32 ± 0.93
Cenizas	1.31 ± 0.12
Extracto etéreo	0.87 ± 0.18
E. N. N.*	0.27

* E.N.N. Extracto No Nitrogenado

Fuente: Abugoch (1999).

Se realizó un perfil de aminoácidos presentes en la harina de calamar *Dosidicus gigas* (tabla 17).

La harina de calamar *Dosidicus gigas* presenta aminoácidos esenciales para el ser humano (Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Valina e Histidina), de ahí la importancia de el uso y consumo de esta harina, el aminoácido triptófano desafortunadamente no fue posible cuantificarlo debido a la falta de reactivos por lo que se recomienda realizar esta cuantificación en estudios posteriores.

Por la cantidad tan alta de proteína obtenida en el análisis químico proximal para la harina de calamar *Dosidicus gigas* se esperaba mayor concentración de aminoácidos presentes en está harina pero desafortunadamente no fue así aunado a que no se tienen reportes de aminoácidos para calamar, con esto no es posible hacer un comparativo.

Tabla 17. Perfil de aminoácidos de la harina de calamar *Dosidicus gigas*.

Aminoácidos	g de aa / 100 g de proteína	C. V.
Isoleucina*	4.26 ± 0.01	0.33
Leucina*	6.56 ± 0.02	0.32
Lisina*	10.16 ± 0.03	0.28
Metionina*	1.64 ± 0.01	0.86
Cisteína	2.12 ± 0.03	1.33
Fenilalanina*	4.56 ± 0.02	0.46
Tirosina	4.22 ± 0.02	0.50
Treonina*	3.86 ± 0.02	0.55
Valina*	5.4 ± 0.03	0.52
Arginina	3.86 ± 0.02	0.55
Histidina*	6.89 ± 0.03	0.41
Alanina	6.79 ± 0.03	0.52
Ácido Aspártico	9.53 ± 0.01	0.15
Ácido Glutámico	14.53 ± 0.02	0.15
Glicina	7.57 ± 0.03	0.47
Prolina	5.16 ± 0.03	0.55
Serina	3.42 ± 0.02	0.62

* aminoácidos esenciales.

7.2. Ensayo biológico.

Para el ensayo biológico se propusieron 3 diferentes tratamientos:

Tabla 18. Composición de la dietas para gallinas ponedoras *Bovans white*.

INGREDIENTES	T - 1	T - 2	T - 3
	TESTIGO 0 % HARINA DE CALAMAR	10% DE HARINA DE CALAMAR	20% DE HARINA DE CALAMAR
PESO EN Kg			
Sorgo Milo 9% ¹	28.241	31.078	32.609
Soya 48% ¹	13.455	9.856	7.451
Carbonato de Calcio	4.980	4.995	5.008
Aceite de segunda	1.911	1.416	1.078
Harina de calamar ¹	0.000	1.345	2.691
Ortofosfato ²	0.824	0.738	0.647
Sal	0.232	0.234	0.234
Metionina ¹⁰	0.088	0.078	0.057
Vitaminas para ponedoras ³	0.050	0.050	0.050
Toxisorb ⁴	0.050	0.050	0.050
Avelut polvo ⁵	0.050	0.050	0.050
L-Lisina ¹⁰	0.043	0.035	0.000
Minerales CEIEPA ⁶	0.025	0.025	0.025
Cloruro de colina	0.025	0.025	0.025
Avired ⁷	0.010	0.010	0.010
Furafeed ⁸	0.008	0.007	0.007
I Q ⁹	0.008	0.008	0.008
PRECIO \$	120.59	109.51	99.52

¹ Fuente de proteína cruda.

² Ortofosfato fosfato monobásico. Fósforo 21% min. Calcio 18 % min. Flúor 0.21% máx. Humedad 5 % máx. Complemento mineral para elaboración de Alimentos Balanceados.

³ Vitaminas (por Kg): A 10 000 000 UI, D3 3 000 000 UI, E 20 000 UI, K3 2.500 g, Tiamina 2.500 g, Riboflavina 5 g, Niacina 35 g, Ácido Pantoténico 10 g, Piridoxina 4 g, Ácido Fólico 1 g, Cianocobalamina 10 mg, Biotina 200 mg, Excipiente cbp 1 000 g.

⁴ Toxisorb. Secuestrante de Micotoxinas de Alto desempeño.

⁵ Avelut polvo. Como fuente de Xantofilas naturales amarillas.

⁶ Minerales CEIEPA. Premezcla de minerales para aves de postura. (mg por Kg de dieta) Magnesio 120, Zinc 100, Hierro 120, Cobre 12, Yodo 0.7, Selenio 0.4, Cobalto 0.2, excipiente cbp 1 000 000.

⁷ Avired. Pigmento vegetal. Lucatin rojo como fuente de Cantaxantina.

⁸ Furafeed. Como antimicótico

⁹ I Q. Antioxidante para conservación de la dieta hasta por 3 meses.

¹⁰ Metionina y Lisina. Se adicionan por estar en cantidad insuficiente en los otros componentes de la dieta.

7.2.1. Análisis químicos de las dietas.

En la tabla 19 se muestra el análisis químico proximal de las dietas isocalóricas e isoproteicas para gallinas en producción.

El análisis químico proximal realizado a las tres diferentes dietas con los diferentes niveles de inclusión de la harina de calamar *Dosidicus gigas*, indica que la dieta 3 con 20% de inclusión de harina de calamar presentó mayor humedad que la dieta testigo, la dieta 1 con 0% de inclusión de harina de calamar presentó mayor grasa que la dieta tres con 20% de inclusión de harina de calamar esto es dado por la inclusión del aceite a las diferentes formulaciones y la de mayor inclusión del mismo fue la dieta uno de ahí el valor un poco más elevado de grasa que las otras dos diferentes dietas.

Con lo que respecta a la proteína cruda en la dieta tres del 20% de inclusión de harina de calamar *Dosidicus gigas* a la formulación se tiene un valor ligeramente superior comparado con la dieta testigo (T – 1), este valor esta dado por la cantidad de proteína de la harina de calamar que como se presento en la tabla 15 la harina de calamar *Dosidicus gigas* es rica en proteína.

Para el caso de hidratos de carbono los resultados se obtuvieron por diferencia y se tiene que la dieta uno presenta mayor cantidad de éstos debido a la incorporación ligeramente mayor de soya para la dieta uno que en las otras dos dietas.

Así mismo la dieta tres presenta mayor cantidad de cenizas y de fibra cruda dado por la inclusión del 20% de harina de calamar *Dosidicus gigas*.

Tabla 19. Análisis químico proximal de las diferentes dietas con la harina de calamar *Dosidicus gigas* (g/100 g de muestra).

DIETAS	HUMEDAD	EXTRACTO ETEREO	CENIZAS	PROTEINA CRUDA	FIBRA CRUDA	HIDRATOS DE CARBONO*	ENERGIA BRUTA (Kcal/g)
T - 1 Testigo	8.99 ± 0.01 C. V. 0.001	7.30 ± 0.007 C. V. 0.09	9.74 ± 0.02 C. V. 0.22	15.84 ± 0.01 C. V. 0.0008	2.28 ± 0.001 C. V. 0.05	55.85	2.98 ± 0.01 C. V. 0.05
T - 2 10 % de harina de calamar	9.19 ± 0.01 C. V. 0.001	6.94 ± 0.01 C. V. 0.21	10.35 ± 0.03 C. V. 0.32	16.38 ± 0.02 C. V. 0.0001	3.17 ± 0.004 C. V. 0.001	53.97	2.90 ± 0.002 C. V. 0.06
T - 3 20 % de harina de calamar	9.32 ± 0.01 C. V. 0.11	6.57 ± 0.01 C. V. 0.16	10.95 ± 0.02 C. V. 0.15	18.78 ± 0.001 C. V. 0.00004	3.65 ± 0.06 C. V. 0.01	50.73	2.75 ± 0.002 C. V. 0.08

* Por diferencia

7.2.2. Variables Productivas.

La tabla 20 muestra las diferentes variables productivas efectuadas durante el ensayo biológico, estos indican un alto porcentaje de postura ó producción de huevos por parte del tratamiento dos correspondiente al 10% de inclusión de harina de calamar *Dosidicus gigas*, así mismo alto consumo de alimento y masa de huevo (% de postura por el peso promedio de huevo).

Tabla 20. Resultados de las variables productivas de las gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de inclusión de harina de calamar *Dosidicus gigas*.

Variables Productivas	T- 1 Testigo 0 % de Inclusión de harina de calamar	T - 2 10 % de Inclusión de harina de calamar	T - 3 20 % de Inclusión de harina de calamar
% de Postura	91.42 ± 5.08	94.35 ± 6.31	89.33 ± 10.37
Peso de Huevo (g)	53.62 ± 2.62	52.85 ± 2.36	52.33 ± 2.56
Consumo de alimento (ave / g / día).	95.49 ± 8.24	96.16 ± 8.80	94.07 ± 8.37
Conversión Alimenticia	1.96 ± 0.27	1.95 ± 0.28	2.05 ± 0.35
Masa de Huevo (g)	49.11 ± 4.95	49.93 ± 5.44	46.91 ± 7.27

Debido a no tener otras evidencias bibliográficas con quien poder comparar los resultados obtenidos del presente ensayo las dietas dos y tres se compararan con la dieta uno ó testigo que es la dieta comercial y que nos servirá de referencia.

En cuanto a las variables productivas se describirán detalladamente los resultados:

7.2.3. Porcentaje de Postura.

Los resultados revelaron que la dieta con 20% de la harina de calamar y la dieta testigo son las que presentan menor % de postura durante el ensayo con 89.33% y 91.42% respectivamente, mientras que para la dieta con 10% de harina de calamar presentó mayor % de postura con 94.23%, tabla 21.

Estos resultados obtenidos pudieran estar dados la inclusión del 10% de la harina de calamar en la dieta base y con esto verse favorecida la producción del huevo (porcentaje de postura).

Es decir que las gallinas que consumieron la dieta con 10% de la harina de calamar tuvieron mayor producción de huevo que las gallina alimentadas con las otras dos dietas.

Tabla 21. Resultados del porcentaje de postura.

Tratamientos	1	2
20 % Harina de calamar	89.33 ^a	
Testigo	91.42 ^a	
10 % Harina de calamar		94.23 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas ($P>0.05$).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$).

7.2.4. Peso promedio de huevo.

Los resultados de los diferentes tratamientos, tabla 22, muestran que las dietas con 20% de la harina de calamar y la dieta con 10% de la harina de calamar se obtienen huevos con un peso de menor (52.35 g y 52.86 g respectivamente), mientras que la dieta testigo presentan huevos con un peso mayor (53.61 g).

Indudablemente la inclusión de la harina de calamar esta provocando un peso promedio menor en el huevo tanto en la dieta dos como en la dieta tres, ya que la raza de las gallinas, la edad de las mismas y las condiciones tanto de temperatura como de alojamiento de las aves de experimentación fueron las mismas para los tres diferentes tratamientos.

Por otro lado el peso promedio de huevo de los tres diferentes tratamientos es comparado con la guía de manejo de gallinas ponedoras *Bovans white* (www.iasa.com.mx/imsa/publicaciones/guidamanejo), se tiene que para los tres tratamientos a las 23 semanas de edad, las gallinas están produciendo huevos con un peso mayor, el dato reportado en la guía es un peso promedio de huevo de 51.7 g.

Tabla 22. Resultados del peso promedio del huevo.

Tratamientos	1	2
20 % Harina de calamar	52.35 ^a	
10 % Harina de calamar	52.86 ^a	
Testigo		53.61 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas ($P>0.05$).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$).

7.2.5. Consumo de Alimento.

Los resultados de los diferentes tratamientos presentan diferencia numérica, pero no existe diferencia estadística en el consumo de alimento, tabla 23.

El consumo de alimento fue comparado con la guía de manejo de gallinas ponedoras *Bovans white* (www.iasa.com.mx/imsa/publicaciones/guiademanejo), y se tiene que las recomendaciones de consumo de alimento por ave por día coinciden con los valores de consumo de alimento para la edad de las gallinas durante el ensayo biológico.

Tabla 23. Resultados de consumo de alimento.

Tratamientos	Consumo de alimento (ave / g / día)
Testigo	95.49
10 % Harina de calamar	96.16
20 % Harina de calamar	94.07

No se presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$).

7.2.6. Conversión Alimenticia.

Los resultados para la conversión alimenticia nos indica que no hay diferencia estadística entre el tratamiento testigo y el tratamiento con 10% de la harina de calamar, pero si hay diferencia con respecto al tratamiento con 20% de harina de calamar, tabla 24.

La conversión alimenticia del tratamiento tres se esta viendo afectado por la inclusión del 20% de la harina de calamar, es decir el alimento esta provocando en las gallinas un aumento en la conversión alimenticia.

Por tanto el tratamiento tres con 20% de inclusión de harina de calamar presenta mayor conversión alimenticia es decir esta consumiendo más alimento y produciendo menor cantidad de huevos. Como productores avícolas lo que se requiere es todo lo contrario lograr que el ave consuma menos alimento y logre producir mayor cantidad de huevo o huevos con un peso mayor a los obtenidos por las gallina alimentadas con la dieta del 20% de harina de calamar.

Tabla 24. Resultados de conversión alimenticia.

Tratamientos	1	2
Testigo	1.96 ^a	
10 % Harina de calamar	1.95 ^a	
20 % Harina de calamar		2.05 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas ($P>0.05$).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$).

7.2.7. Masa de Huevo.

Los resultados de la estadística indican que la dieta con 20 % de la harina de calamar tiene menor masa con 46.91 mientras que en las otras dos dieta la masa de huevo es mayor no se encontró diferencia significativa entre la dieta testigo y la dieta con 10 % de la harina de calamar con 49.11 g y 49.93 g respectivamente.

Tabla 25. Resultados de masa de huevo.

Tratamientos	1	2
20 % Harina de calamar	46.91 ^a	
Testigo		49.11 ^b
10 % Harina de calamar		49.93 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

7.3. Calidad Física del Huevo.

La tabla 26, indica las diferentes variables evaluadas para la calidad física del huevo, destacan las Unidades Haugh reportadas por el tratamiento dos.

Tabla 26. Resultados de la evaluación de la calidad física del huevo.

Variables de calidad física	Testigo 0% de Inclusión de harina de calamar	T - 1 10% de Inclusión de harina de calamar	T - 2 20% de Inclusión de harina de calamar
Peso de huevo (g)	53.55 ± 3.78	52.36 ± 4.90	51.84 ± 3.91
Altura de albumen	9.27 ± 0.96	9.42 ± 1.11	8.90 ± 1.05
Unidades Haugh	97.20 ± 4.49	98.11 ± 5.43	95.86 ± 4.99

7.3.1. Peso de Huevo.

La prueba de Duncan para los diferentes tratamientos muestra que el menor peso de huevo fue dado por las gallinas alimentadas con la harina de calamar tanto para el 20 % como para el 10 % con 51.83 g y 52.58 g, mientras que las gallinas alimentadas con la dieta testigo se tienen huevos con un peso mayor (53.55 g), tabla 27.

Los resultados obtenidos de peso promedio de huevo los clasificamos de acuerdo a su peso y tamaño con la Norma Mexicana NMX-FF-079- Huevo fresco de gallina y se tiene que los tres tratamientos entran en la categoría de consumo de huevo número 4 que corresponde a la categoría de huevo chico, el rango establecido en dicha norma es mayor de 50 hasta 55 g.

Tabla 27. Resultados de peso de huevo.

Tratamientos	1	2
20 % Harina de calamar	51.83 ^a	
10 % Harina de calamar	52.58 ^a	
Testigo		53.55 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

7.3.2. Altura de Albumen y Unidades Haugh.

En cuanto a la altura de albumen, tabla 28, el tratamiento con el 20% de inclusión de harina de calamar presentó menor altura de albumen con 8.90 mm mientras que para el tratamiento testigo y el tratamiento con 10% de harina de calamar tuvieron mayor altura de albumen con 9.27 y 9.42 mm respectivamente.

Este mismo suceso ocurre al evaluar las unidades Haugh, tabla 29, sin olvidar que la altura del albumen esta en función logarítmica y se ajusta con el peso del huevo.

Los resultado tanto del altura de albumen como de las unidades Haugh se comparan con los grados de clasificación establecidos por la Norma Mexicana NMX-FF-079 Huevo fresco de gallina y se obtiene un grado de clasificación México extra siendo este el grado más alto. Donde el rango para esta clasificación de altura de albumen es de más de 5.5 mm ó en unidades Haugh mayor a 70, tabla 30.

Otra manera de comparar las unidades Haugh es con la escala propuesta por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) que indica valores superiores a 79 unidades Haugh; el huevo deberá ser considerado en una categoría AA. Por tanto los huevos provenientes de los tres tratamientos utilizados en este ensayo entran en la categoría AA, tabla 31.

Tabla 28. Resultados de altura de albumen.

Tratamientos	1	2
20 % Harina de calamar	8.90 ^a	
Testigo		9.27 ^b
10 % Harina de calamar		9.42 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas (P>0.05).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas (P<0.05).

Tabla 29. Resultados de unidades Haugh.

Tratamientos	1	2
20 % Harina de calamar	95.86 ^a	
Testigo		97.20 ^b
10 % Harina de calamar		98.11 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas (P>0.05).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas (P<0.05).

Tabla 30. Clasificación del huevo de acuerdo a las unidades Haugh.

Clase	AA	A	B	C
Unidades Haugh	> 79	79 > u ≥ 55	55 > u ≥ 31	u < 31

Fuente: Sauveur (1993).

Tabla 31 Grados de Clasificación de Huevo en México.

Grados de Clasificación	Clara	Yema
México extra	Limpia, firme y transparente. Altura de albumen es de más de 5.5. mm o en unidades Haugh mayor a 70.	De forma redondeada, libre de defectos. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.
México 1	Transparente y firme,. La altura de la albúmina es de más de 4.2 mm o en unidades Haugh de 61 a 70.	De forma redondeada libre de defectos. El color puede ser entre 9 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.
México 2	Puede ser débil y acuosa, puede presentar puntos de sangre o carne, siempre y cuando en su conjunto no excedan los 3.1 mm. La altura de la albúmina es de más de 2.2 mm o en unidades Haugh de 31 a 60.	Puede aparecer oscura y estar ligeramente aplanada o alargada, visible, pero sin sangre. El color puede ser entre 8 y 13 en el abanico Colorimétrico de Roche.
Fuera de clasificación	Cuando tenga cuerpos extraños o manchas.	Oscura, disco terminativo desarrollado y/o crecimiento microbiológico.

Fuente: NMX-FF-079-SCFI (2004).

7. 4. Evaluación Sensorial

Sabor de Huevo.

En la evaluación sensorial para el Sabor del huevo, tabla 32, indica que el tratamiento testigo pudiera tener una ligera ventaja numéricamente hablando sobre los otros tratamientos, pero la estadística no encuentra diferencia significativa alguna por parte de los jueces que amablemente colaboraron con este proyecto.

Tabla 32. Resultados de la evaluación sensorial del sabor del huevo.

Tratamiento	Sabor
Testigo	4.16 ± 1.02
10 % Harina de calamar	4.09 ± 0.86
20 % Harina de Calamar	4.06 ± 1.01

No se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

Se reporta media y desviación estándar de $n=32$

7.5. Análisis Químicos al Huevo.

7.5.1. Humedad.

En la determinación de humedad, tabla 34, se tiene menor humedad con los huevos obtenidos con las gallinas alimentadas con la harina de calamar al 10% con 76.04% mientras que la dieta testigo y el tratamiento con el 20% de la harina de calamar presentan mayor humedad con 76.27 y 76.44% de humedad respectivamente.

Los resultados obtenidos en la determinación de humedad son superiores a los reportados por Covadonga y Fonseca (2004). Las autoras reportan un porcentaje de humedad para huevo entero de 65.5%, cabe mencionar que esta determinación no se realizó inmediatamente de haber sido puesto el huevo. Cuando se realizó la calidad física del huevo se homogenizo el mismo con ayuda de un Braun para ser colocados en recipientes de plástico y fueron almacenados en congelación, se mantuvo bajo estas condiciones hasta un día antes de iniciar la determinación de humedad.

Tabla 33. Resultados de humedad del huevo.

Tratamientos	1	2
10 %Harina de calamar	76.04 ^a	
20 % Harina de calamar		76.27 ^b
Testigo		76.44 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas ($P>0.05$).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P<0.05$).

7.5.2. Proteína.

En la tabla 35, se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos hallándose mayor proteína en la dieta testigo y en el tratamiento con el 10% de inclusión de harina de calamar, caso contrario ocurre con el tratamiento del 20% de inclusión de la harina de calamar donde la proteína en el huevo para este último caso es menor. Comprobándose lo mencionado por Washburn (1979) y Naber (1979) donde la proteína proporcionada en la dieta de las aves puede modificar en poca proporción el contenido de proteína en el huevo.

Por tanto bajo las mismas condiciones el tratamiento con el 10% de la harina de calamar mantiene la cantidad de proteína en el huevo fresco de gallina ponedora *Bovans white* comparada con la dieta testigo.

Sauveur (1993), menciona que una disminución del nivel proteínico en la dieta da lugar a una reducción del peso del huevo y que también se afecta al albumen. En este caso el aumento de proteína dado por la inclusión del 20% de la harina de calamar no produjo huevos con mayor contenido proteínico (ni mayor peso en el huevo), pero numéricamente el tratamiento donde se incluía el 10% de la harina de calamar si se vio favorecido.

Con lo que respecta el peso del huevo no se ve favorecido por el aumento de la proteína en las diferentes dietas (mayor peso de huevo se da en el tratamiento testigo, seguido por la dieta con 10% de calamar y finalmente la dieta con el 20% de calamar).

Tabla 34. Resultados de proteína cruda de huevo.

Tratamientos	1	2
20 % Harina de calamar	10.79 ^a	
Testigo		12.34 ^b
10 % Harina de calamar		12.58 ^b

^a para cada tratamiento literales iguales no existen diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

^{a, b} para cada tratamiento literales diferentes indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

7.5.3. Aminoácidos.

Los huevos de las gallinas *Bovans white* obtenidos con la alimentación de la harina de calamar *Dosidicus gigas* a diferentes niveles de inclusión presenta aminoácidos esenciales para el ser humano (Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Valina e Histidina), ver tabla 35, de ahí la importancia del uso y consumo de éste recurso marino, el aminoácido que no pudo ser cuantificar en el laboratorio fue el triptófano.

Los valores obtenidos son comparados con los reportados para huevo entero de Sauveur (1993) tabla 36, se tiene que los huevos obtenidos por las gallinas alimentadas con la harina de calamar *Dosidicus gigas* a diferentes niveles de inclusión presenta mayor contenido de aminoácidos que los reportados por el autor ya mencionado.

Finalmente es importante destacar que las proteínas del huevo entero de gallina tiene un alto valor biológico y que el coeficiente de utilización práctica de las proteínas del huevo cocido alcanzan el 94% mientras que las proteínas de la leche solo alcanzan el 86%, de ahí que el huevo es de mejor absorción y disponibilidad para el ser humano.

Tabla 35. Resultados del perfil de aminoácidos del huevo (g de aa/100 g de proteína).

Aminoácidos	TESTIGO 0 % HARINA DE CALAMAR	10% DE HARINA DE CALAMAR	20% DE HARINA DE CALAMAR
Isoleucina*	5.26 ± 0.05 C. V. 0.86	5.18 ± 0.03 C. V. 0.6	4.92 ± 0.09 C. V. 1.92
Leucina*	8.46 ± 0.06 C. V. 0.67	8.26 ± 0.06 C. V. 0.7	8.35 ± 0.03 C. V. 0.30
Lisina*	7.28 ± 0.07 C. V. 0.96	6.93 ± 0.02 C. V. 0.3	7.14 ± 0.05 C. V. 0.63
Metionina*	3.91 ± 0.05 C. V. 1.31	3.71 ± 0.05 C. V. 1.4	3.55 ± 0.05 C. V. 1.27
Cisteína	2.87 ± 0.06 C. V. 1.94	2.83 ± 0.10 C. V. 3.4	2.66 ± 0.03 C. V. 1.15
Fenilalanina*	5.79 ± 0.21 C. V. 3.59	5.66 ± 0.06 C. V. 1	5.60 ± 0.04 C. V. 0.74
Tirosina	4.40 ± 0.07 C. V. 1.51	4.21 ± 0.09 C. V. 2	4.12 ± 0.06 C. V. 1.56
Treonina*	4.87 ± 0.11 C. V. 2.17	4.68 ± 0.07 C. V. 1.4	4.40 ± 0.05 C. V. 1.11
Valina*	6.52 ± 0.07 C. V. 0.07	6.32 ± 0.07 C. V. 1	6.11 ± 0.05 C. V. 0.84
Arginina	6.74 ± 0.03 C. V. 0.45	6.52 ± 0.06 C. V. 0.8	6.45 ± 0.13 C. V. 1.94

Histidina*	3.60 ± 0.05 C. V. 1.27	3.39 ± 0.05 C. V. 1.4	2.26 ± 0.05 C. V. 1.99
Alanina	5.77± 0.09 C. V. 1.47	5.50± 0.04 C. V. 0.8	5.37± 0.11 C. V. 2.06
Ácido Aspártico	9.73 ± 0.07 C. V. 0.7	9.35 ± 0.06 C. V. 0.6	8.86 ± 0.05 C. V. 0.57
Ácido Glutámico	12.04 ± 0.09 C. V. 0.71	11.72 ± 0.0 C. V. 0.6	12.04 ± 0.09 C. V. 0.71
Glicina	3.48 ± 0.04 C. V. 1.16	3.15 ± 0.07 C. V. 2.2	3.08 ± 0.05 C. V. 0.40
Prolina	3.66 ± 0.06 C. V. 1.67	3.43 ± 0.05 C. V. 1.5	3.11 ± 0.08 C. V. 2.60
Serina	7.27 ± 0.06 C. V. 0.83	7.0 ± 0.13 C. V. 1.9	3.41 ± 0.07 C. V. 1.91

*Aminoácidos esenciales. Se reporta media y desviación estándar con n=3.

Tabla 36. Contenido de aminoácidos (mg de aa por huevo de 60 g).

Aminoácidos	TESTIGO 0 % HARINA DE CALAMAR	10% DE HARINA DE CALAMAR	20% DE HARINA DE CALAMAR	Sauveur (1993)
Isoleucina*	631	621	590	345
Leucina*	1015.2	984	1002	550
Lisina*	877	832	856	455
Metionina*	470	445	426	210
Cisteína	344	334	320.2	155
Fenilalanina*	694	680	672	320
Tirosina	528	505	494	280
Treonina*	584	562	528	310
Valina*	782	758	733	410
Arginina	809	782	774	410
Histidina*	432	407	271	155
Alanina	692	660	644	360
Ácido Aspártico	1167.6	1122.2	1063.32	630
Ácido Glutámico	1444	1406	1445	820
Glicina	418	378	370	210
Prolina	440	412	373	270
Serina	872	840	410	480

8. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos y bajo las condiciones empleadas se puede inferir que:

- Estadísticamente la inclusión de harina de calamar (*Dosidicus gigas*) al 10% en la dieta de gallinas ponedoras *Bovans white* mantiene el contenido proteínico en el huevo.
- El análisis químico proximal de la harina de calamar *Dosidicus gigas* presentó un alto contenido de proteína (77.76%) y de cenizas (8.54%). Así mismo se encontraron aminoácidos esenciales para el ser humano en ésta harina.
- El análisis químico proximal realizado a las diferentes dietas (0, 10 y 20% de harina de calamar *Dosidicus gigas*) con las cuales se alimento a las gallinas ponedoras *Bovans white* indican que la dieta con 20% de calamar exhibe mayor contenido de humedad (9.32%), cenizas (10.95%), proteína cruda (18.78%) y fibra cruda (3.65%), mientras que la dieta uno correspondiente al 0% de inclusión de harina de calamar presentó mayor contenido de grasa (7.30%) y de hidratos de carbono (55.85%).
- La calidad física del huevo de gallina alimentadas con harina de calamar *Dosidicus gigas* indicó que el peso del huevo es menor tanto para 10 como para 20% de inclusión (52.58 g y 51.83 g respectivamente), catalogadas por la Norma Mexicana NMX-FF-079-Huevo fresco de gallina en el nivel 4 correspondiente a huevo chico (mayor de 50 hasta 55 g), cabe señalar que el peso del huevo con la dieta testigo es de 53.55 g es decir también entra en la misma clasificación.

-
- Estadísticamente hablando la adición del 10% de harina de calamar *Dosidicus gigas* a la dieta de las gallinas ponedoras mantiene las unidades Haugh del huevo comparada con la dieta testigo (98.11 y 97.20 respectivamente), la dieta del 20% de harina es ligeramente menor (95.86), estando los tres resultados dentro de la categoría México extra dado por la Norma Mexicana NMX-FF-079 Huevo fresco de gallina, siendo éste el valor máximo.
 - La evaluación sensorial aplicada al sabor de huevo mostró que no hubo diferencias estadística entre los tres diferentes tramientos.
 - La cantidad de proteína encontrada en el tratamiento donde se incluyó el 10% de la harina de calamar fue semejante a la obtenida por la dieta testigo, por tanto la dieta con la inclusión del 10% de harina de calamar puede ayudar en la avicultura en las formulaciones para poder realizar sustituciones por la harina de soya, sin afectar sus necesidades biológicas, finalmente por costo, la harina de calamar *Dosidicus gigas* puede ser una buena fuente de proteína.

9. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Como se ha señalado, el calamar es un producto con importantes características nutricionales y que tiene un bajo precio; no obstante, el consumo nacional es bajo. Por ello se considera necesario promover el consumo del calamar gigante con programas específicos que difundan y promuevan sus características, con objeto de que este producto pueda tener una amplia aceptación entre el público consumidor. Además, debe proporcionarse orientación al consumidor, a los profesionales de la salud y a toda persona que lo solicite.

En lo referente al calamar gigante, es necesario que se apoye la realización de estudios e investigación que permitan ampliar el conocimiento sobre este producto. Lo anterior es importante, ya que, como lo menciona Cifuentes *et al.*, (1991), cada día un número mayor de mexicanos tienen carencias de alimento y se presenta la paradoja de una población mal nutrida en un país que cuenta con recursos naturales, específicamente pesqueros, de alto valor nutritivo.

Se recomienda que en estudios posteriores se den dos semanas de adaptación a las gallinas para tener resultados mas altos en cuanto a las variables productivas y llevar el estudio hasta 6 u 8 semanas.

Se recomienda realizar la determinación de colesterol en los huevos debido a que el calamar contiene 315 mg y el huevo 215 mg, así como el perfil de proteína y finalmente realizar la determinación de triptófano en la harina de calamar *Dosidicus gigas*.

10. BIBLIOGRAFÍA:

- Abugoch, J. L., Guarda, M. A., Pérez, R. L. M. y Paredes G. P., (1999). Determinación de la composición químico-proximal y la formulación de un producto tipo gel jibia (*Dosidicus gigas*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 49 No. 2: 156-161.
- Abugoch, J. L., Guarda, M. A., Pérez, R. L. M., y Donghi V. M. I., (2000). Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia (*Dosidicus gigas*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 50 No. 4: 380-385.
- Alejo, P. M. C. (2001). Sistemática de los calamares de importancia comercial del Golfo de California y Pacifico Central Oriental. Tesis de Maestría en Ciencias. (Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos). U. N. A. M. pp. 146.
- A. O. A. C. Official Methods of Analysis of AOAC International (2002). Revisión 2. 17th Edition. U. S. A.
- Ávila, G. E. (2000). Alimentación de las aves. Ed. Trillas. México, D. F. pp. 35-42.
- Blas, B. C. y González, M. G. (1991). Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. pp. 115-143.
- Bowers, J. (1992). Food. Theory and Applications. Second Edition. McMillan Pub Co., Ney York, USA. pp. 359-400.
- Boyle, P. R., (1983). Cephalopod Life Cycles Vol I Species Accounts. Academic Press. INC. London. pp. 475.

- Boyle, P. R. and Rodhouse P. (2004). Cephalopods: Ecology and Fisheries. Ed. Blackwel Science. England. pp. 452.
- Brito-Castillo, L., Alcántara-Razo, E., Morales-Azpeitia, R., y Salinas-Zavala, C. A. (2000). Temperaturas del Golfo de California Durante Mayo y Junio de 1996 y su relación con las capturas de Calamar Gigante (*Dosidicus gigas* D´Orbigny, 1835). Ciencias Marinas. 26 (3): 413-440.
- Buxadé, C. C. (1987). La Gallina Ponedora, Sistemas de Explotación y Técnicas de Producción. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 1987.
- Castellanos, C. C. y Hernández, R. G. (2005). Efecto del almacenamiento en congelación sobre las proteínas miofibrilares del músculo de calamar. Tesis de Licenciatura. (Química de Alimentos). U. N. A. M.
- Cifuentes Lemus, J. L., Torres, G. P. y Frías, M. M. (1995). “El océano IX La pesca”, en M. C. Farias, (coord.). La ciencia para todos, 2ª Ed., Fondo de Cultura Económica, México. pp. 96.
- Coutts, J. A. and Wilson, G. G. (1990). Egg Quality Handbook. Ed. Queensland Department of Primary Industries. Australia. pp. 45.
- Covadonga, T. M. y Fonseca, P. M. (2004). El Huevo, Mitos, Realidades y Beneficios. 1ª. Edición. Instituto del huevo. México D. F. pp. 95.
- Cotterill, O. J., Marion, W. W. y Naber, C. (1977). A nutrient re-evaluation of shell eggs. Poultry Sci. 56:1927-1934.
- Cuca, G. M., Ávila, G. E. y Pro M. A. (1990). Alimentación de las aves. Colegio de postgraduados. Montecillo, Estado de México. México. pp. 119.

- Ehrhardt, N. M., Pierre, S. J., González, D. G., Ulloa, R. P., García B. F., Ortiz, C. J. y Solís, N. A. (1982a). Descripción de la pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* Durante 1980 en el Golfo de California, México, flora y poder de pesca. *Ciencia Pesquera* 3: 41-62.
- Ehrhardt, N. M., Pierre, S. J., Solís, N. A., García B. F., González, D. G., Ortiz, C. J. y Ulloa, R. P. (1982b). Crecimiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, Durante 1980. *Ciencia Pesquera* 3:33-39.
- Ehrhardt, N. M., Jacquemin, P. S., García, B. F., González, D. G., López, B. J. M., Ortiz, C. J. y Solís, N. A. (1983). On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. In J. F. Caddy (Ed). *Advances in assessment of world cephalopod resources*. FAO Fish. Tech. Pap., 231:306-339.
- Ehrhardt, N. M., Solís, N. A., Pierre, S. J., Ortiz, C. J., Ulloa, R. P., González, D. G. y García B. F. (1986). Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante en el Golfo de California, México. durante 1980. Instituto nacional de la Pesca. *Ciencia Pesquera* (5): 63-76.
- FAO. (1994). Documento Técnico de Pesca. Examen de la situación mundial de las especies altamente migratorias y las poblaciones transzonales. No. 337. Roma, FAO. pp. 75.
- FAO. (2000). Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Versión 2.3. Fisheries Dep., Fishery Information, Data and Statistics Unit.
- FAO. (2003). Perfiles Nutricionales por Países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp. 216.

- Filauri, V. N. (2005). Patrón de Crecimiento y Estructura Poblacional del Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*, Orbigny 1935) en la región central del Golfo de California México. Tesis de Maestría en Ciencias. (Biología Marina). U. N. A. M. pp. 74.
- Fletcher, D.L., Britton, W.M., Pesti, G.M. and Savage, S.I. (1981). Effect of Carbonated Drinking Water on Production Performance and Bone Characteristics of Laying Hens Exposed to High Environment Temperatures. Poultry Sci. 60: 983-987.
- Fletcher, D.L., Britton, W.M., Pesti, G.M. and Rahn, A.P. (1983). Reseach Note: Effect of Carbonated Drinking Water on Production Performance and Bone Characteristics of Laying Hens Exposed to High Environment Temperatures. Poultry Sci. 62: 1800-1805.
- García-Domínguez, F. y González-Ramírez, P. (1988). Observaciones sobre la alimentación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) D'Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California. Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología, Tabasco. México. pp. 149-150.
- Grobas, S., Mateos, G. G., Coren, S. C. (1996a). Influencia de la Nutrición sobre la Composición Nutricional del Huevo. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid. Ed. FEDNA. Madrid, España. pp 25.
- Grobas, S., Mateos, G. G., García Jiménez, M. J., y Álvarez, C. (1996b). Influence of Calcium and Environment Temperature on Performance of First Cycle (Phase 1) Comercial Leghorns Poultry Sci., 75 (1) 67.
- Grobas, S., Méndez, J., Medel, P., Lázaro, R. y Mateos, G. G. (1996c). Calcium requirement of first cycle hens. Poultry Sci., 75 (1) 66.

- Guerrero, G. F., Flores, A. S. y de la Rosa, R. P. (1996). Descripción general de la pesquería del calamar gigante en Santa Rosalía, B. C. S. mayo de 1995. *Oceanología*. 7: 165-183.
- Hammann, M. G., Palleiro-Nayar, J. S. y Sosa-Nishizaki, O. (1995). The effects of the 1992 el Niño on the Fisheries of Baja California, México. *CalCOFI Rep.*, 36: 127-133.
- Hernández-Herrera, A., Morales-Bojórques, E., Cisneros-Mata, M. A., Nevárez-Martínez, M. O. and Rivera-Parra, G. I. (1998). Management Strategy for the Giant squid (*Dosidicus gigas*) Fishery in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep. Vol 39*: 212-218.
- INPROVO. Instituto de Estudios del Huevo (2001). El libro del Huevo. España. pp. 95.
- Instituto de Estudios del Huevo. (2006). Huevo y Salud, nuevas evidencias científicas 2003-2006. 1ª Edición. Madrid, España. pp. 133.
- INA. (2007). La industria avícola mexicana. Ed. INA. pp. 7.
- INA. (2007). El huevo una costumbre muy mexicana. Ed. INA. pp. 7.
- INA. (2007). Resultados del estudio sobre el consumo de huevo en México realizado por Gallup de México. México. D. F. pp. 2
- Kato, S. (1996). La Pesquería de Calamar de California. FAO, Informe de Pesca. 170 (Suplemento 1): 9-17.

- Klett, T. A. (1981). Estado Actual de la Pesquería del Calamar Gigante en el estado de Baja California Sur. CRIP-La Paz. Dep. Pesca. Serie Científica. pp 21:28.
- Klett, T. A. (1996). Pesquería del Calamar Gigante *Dosidicus gigas*. In Casas-Valdez, M. y Ponce-Díaz, G. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. 1 Semarnap. Gobierno del Estado de Baja California Sur, México. 127-149.
- Leal-Ocampo, R. (1994). Pesquería del Calamar Gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny) en la zona del Pacífico Mexicano. Tesis. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar (CICIMAR) del IPN. La Paz, BCS, México. pp. 81.
- Long, T. J. (2003). La riqueza culinaria del altiplano mexicano. Cuadernos de Nutrición. (26) 4: 173.
- Mann, K. H., and Lazier, J. R. N. (1996). Dynamics of marine ecosystems. Biological-physical Interactions in the Oceans. 2nd ed. Blackwell Science, 349 pp.
- Markaida, U. and Sosa-Nishizaki, O. (2001). Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico 1995-1997. Fisheries Research. 54: 63-82.
- Markaida, U. (2002). El calamar gigante del Golfo de California. Ecofronteras. 21-24.
- Mateos, G. G. (1991). En: Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ed. De Blas, C. y Mateos, G. G. AEDOS. Mundi- Prensa. Madrid, España. pp 226-263.
- Mejía, R. A. (2005). Edad y Crecimiento del Calamar gigante *Dosidicus gigas* D'Orbigny 1835 captura en la Costa Occidental de la Península de Baja

- California, México durante el año 2004. Tesis de Maestría en el uso, manejo de Preservación de los Recursos Naturales (Oceanografía Pesquera). CIBNOR, Baja California Sur. pp. 121
- Michael, G., Klett, E. & Ochoa, R. (1986). Estudio preliminar para la determinación de la madurez gonádica del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835). *Ciencia Pesquera*. 5: 77-89.
- Morales-Bojórques, E., Hernández-Herrera, A., Nevárez-Martínez, M. O., Díaz, A. J., de León-Corra, I., Rivera-Parra, G. I. y Ramos-Montiel, A. (1997). Abundancia poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las costas de Sonora, México. *Oceánides*, 12 (2): 89-95.
- Morales-Bojórques, E., Cisneros-Mata, M. A., Nevárez-Martínez, M. O. and Hernández-Hernández, A. (2001a). Review of stock assessment and fishery Research for *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.*, 54: 393-404.
- Morales-Bojórques, E., Hernández-Herrera, A., Nevárez-Martínez, M. O., Cisneros-Mata, M. A., and Guerrero-Escobedo, F. (2001b). Population size and exploitation of giant squid (*Dosidicus gigas*, 1835) in the Gulf of California, Mexico. *Sci. Mar.*, 65(1): 75-80.
- Morales-Bojórques, E., Martínez-Aguilar, S., Arreguín-Sánchez, F., and Nevárez-Martínez. (2001c). Estimations of catchability-at-length for the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep.* 42: 161-171.
- Mountney, G. J. and Parkhurst, C. R. (2003). *Tecnología de productos avícolas*. Ed. Acribia, Zaragoza, España. pp. 350-394.

- Naber, E. C. (1979). The effect of nutrition on the composition of eggs. *Poultry Sci.* 55: 518-528.
- Naber, E. C. (1983). Nutrient and drug effects on cholesterol metabolism in the laying hen. *Poultry Sci.* 55: 14-30.
- NRC, Nacional Research Council. (1994). Nutrient Requirement of Domestic Animals. Nutrient Requirement of Poultry. 8a. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D. C. pp. 112.
- Nesis, K. N. (1970). The biology of the giant squid of Perú and Chile. *Dosidicus gigas*. P. P. Shushov. Institute of Oceanology. Academy of Sciences. URSS. pp. 111–114.
- Nevárez-Martínez, M. O., y Morales-Bojórquez, E. (1997). El escape proporcional y el uso de referencia biológica para la explotación de calamar gigante, *Dosidicus gigas*, del Golfo de California, México. *Océanides*. 12(2): 97-105.
- Nevárez-Martínez, M. O., Hernández-Herrera, A., Morales-Bojórquez, E., Balmori-Ramírez, A., Cisneros-Mata, M. A. and Morales-Azpeitia, R. (2000). Biomass and distribution of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*; d'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, México. *Fisheries Research*. 49:129-140.
- Nigmatullin, Ch. M., Nesis, K. N. y Arkhipkin, A. I. (2001). A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research* 54 (1): 9-19.
- Noble, R. C. (1990). En *Egg Quality – Current problems and Recent Advances*. Ed. Wells, R. G. y Belyavin Butterwofhs. Londres. pp 159-217.

Norma Mexicana. NMX-FF-079-SCFI-2004. Productos Avícolas.- Huevo Fresco de Gallina – Especificaciones y Métodos de Prueba (Cancela a la NMX-FF-079-1991)

Palombo, A. y Santorelli, N. (1968). Gli animali Comestibile de mail. D'Italia. Ed. Hoepli. pp. 408-411.

Paquete estadístico SPSS para Windows Versión 11.0 (Statistical Product and Service Solutions).

Parkinson, T. L. (1996). The chemical composition of eggs. J. Sci. Food Agric. 17: 101-111.

Pedrero, F. D. y Pangborn, R. M. (1996). Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos Analíticos. Alhambra Mexicana. México. pp. 251.

Quintana, L. J. A. (1999). Avitecnia. Manejo de las Aves Domésticas más comunes. 3ª edición. Ed. Trillas. México, D. F. pp. 384.

Richardson, R. I. and Mead, G. C. (2005). Poultry Meat Science. Ed by CABI publish. Abingdon, Oxfordshire. England. pp. 240.

Rocha, F., Guerra, A. and González, A. (2001). A review of reproductive strategies in cephalopods. Biol. Rev. 76: 291-304.

Romero, N. (1981). Atún y calamar, pilares del consumo masivo. Revista Técnica Pesquera. No. 158:12-15.

- Roper, C. F., Sweeney, M. J. and Nausen, C. E. (1984). FAO species catalogue. Vol. 3 Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop. (125)3: 1-277.
- Roper, C. F., Sweeney, M. J. and Hochberg, F. G. (1995). Cephalopodos. En: Fisher. Krupp, W. F., Schneider, W. Somer, C., Carpenter, K. E. and Niem, V. H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental. Volumen I plantas e invertebrados. pp 305-355.
- Ruiz, G. A. (1997). Producción Avícola FMVZ. Universidad de Caldas. Ed. Monografías Universitarias. Manizales Colombia. pp. 101-141.
- SAGARPA. CONAPESCA. (2003). Anuario estadístico de pesca. pp. 265.
- SAGARPA. (2007). Programa Nacional Pecuario 2007-2012. México, D. F. pp. 42.
- Salinas, Z. C., Sánchez, H. S., Aragón, N. E., Sánchez, V. C., Soria, M. G., Escoto, G. G., Moctezuma, C. T., Camarillo, C. S., Mejía, R. A. y Bazzino, F. G. (2005). Programa Maestro de la pesquería de Calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Ed. Comité Sistema Producto de la pesquería de calamar gigante en el Estado de Sonora. pp. 81.
- Sauveur, R. (1988). Reproduction des voluilles et production d'oeufs. Institut National de la Recherche Agronomique. París. pp. 623.
- Sauveur, B. (1993). El huevo para consumo bases productivas. Versión Española. Ed. Mundi Prensa. Barcelona, España. pp. 434.
- Secretaria de Pesca. (1993). Pescados y Mariscos de las Aguas Mexicanas. Catalogo de pesca. pp 85-86.

- Shenstone, F. S. (1968). En: Egg Quality: a study of the hen's egg. Ed. Carter, T. C. Oliver & Boyd. Edimburgo. pp 27-64.
- Shrimpton, D. T. (1987). The nutritive value of eggs and their dietary significance. In: Wells R. G. and Belyavin. Egg Quality-Current Advances. Chap. 2. pp.11-25.
- Simmons, R. W. III and Somes, R.G. (1985). Chemical composition of Araucana Chicken eggs. Poultry Sci., 64:1264-1268.
- Squires, M. W. and Naber, E. C. (1992). Vitamin Profiles or Eggs as indicators of Nutritional Status in the Laying Hen: Vitamin B₁₂ Study: 1, 2. Poultry Sci. 71: 2075-2082.
- Squires, M.W. y Naber, E.C. (1993a). Vitamin Profiles or Eggs as indicators of Nutritional Status in the Laying Hen Riboflavin Study. Poultry Sci. 72: 483-472.
- Stadelman, W. J. and Pratt, D. E. (1989). Factors influencing composition of the hen's egg. World's Poultry Science Journal. 45:247-266.
- Turnbull, W. H. (1999). Eggs, Nutritional Value. In: Encyclopedia of Human Nutrition. Academic Press. London. pp. 631-634.
- Vargas, S. S. (1980). Inspección sanitaria del calamar (*Loligo spp*) con base a sus cambios organolépticos postcocción. Tesis de licenciatura. (Médico Veterinario Zootecnista). U. N. A. M. pp.88.
- Voss, G. L. (1976). Mexico's potencial cephalopod fisheries. Memorias Simposiun sobre Recursos Pesqueros Masivos de México. Ensenada, B. C. México: 267-279.

Washburn, K. W. (1979). Genetic variation in the chemical composition of the egg. *Poultry Science* 58: 529-535.

Whitehead, C. C. (1995). Animals and hens. *Feed Sci. and Technol.* 53: 91-98.

Wormuth, J. H. (1976). The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid Family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography.* 23: 1-96.

Yatsu, A., Yamanaka, K. y Yamashiro, C. (1999c). Tracking experiments of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, with an ultrasonic telemetry system in the Eastern Pacific Ocean. *Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.*, 36:55-60.

Zdzislaw, E. S. (1994). *Tecnología de los productos del mar: Recursos, composición nutritiva y conservación.* Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 20-24, 41-72.

Consultas en línea:

www.economia.gob.mx, (2008).

www.iasa.com.mx/imsa/publicaciones/guiademanejo, (2003).

www.institutodelhuevo.org.mx, (2008).

www.institutonacionalavicola.org.mx, (2007).

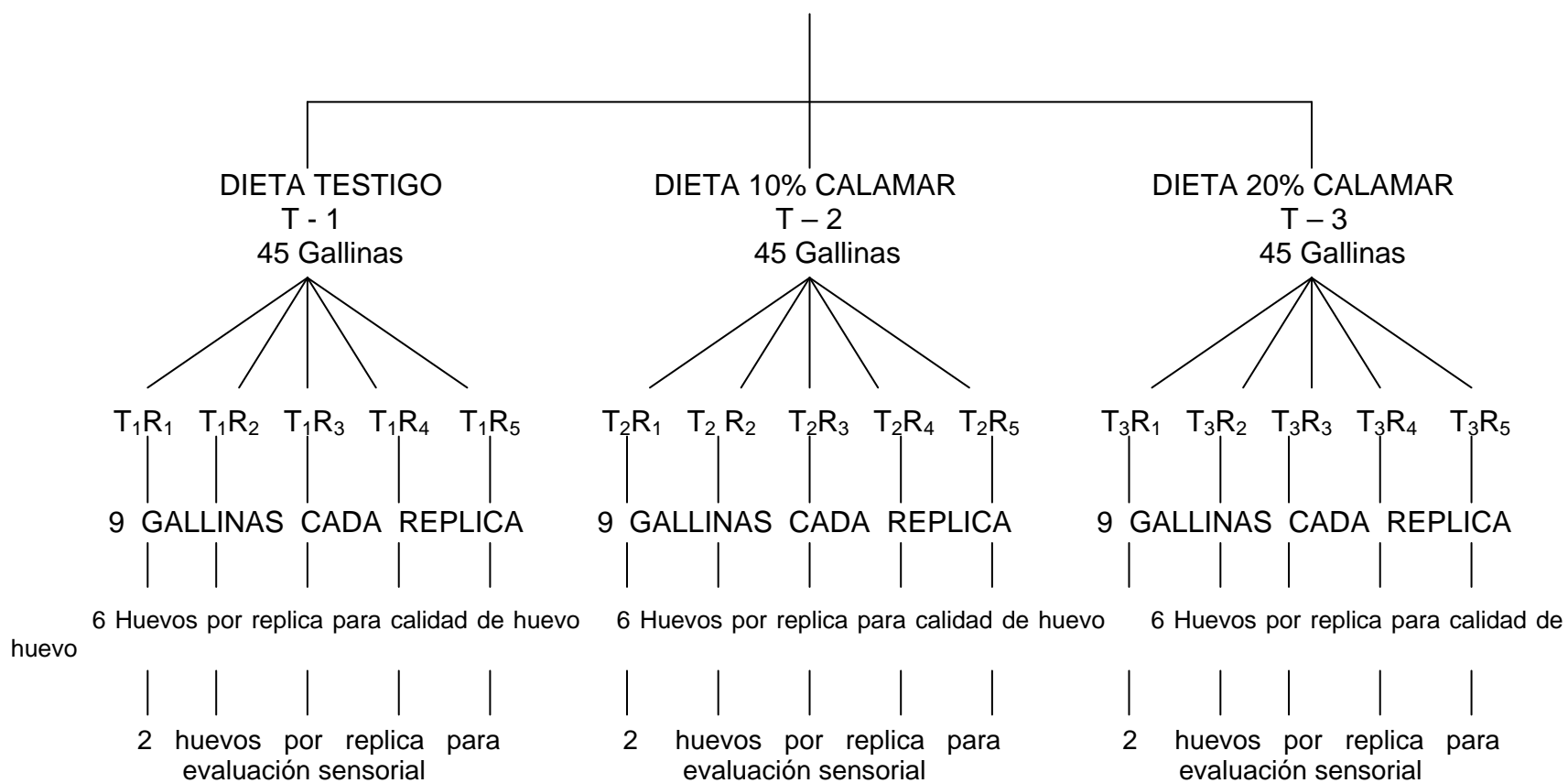
www.sagarpa.gob.mx, (2007).

www.wattpoultry.com/IndustriaAvicola/Article.aspx?id=19408, (2007).

ANEXO 1

ENSAYO BIOLÓGICO

135 Gallinas *Bovans white*
(huevos blancos)



ANEXO 2

Prueba de Nivel de Agrado Para Sabor de Huevo

Nombre: _____ Fecha: _____
 Muestra: Huevo Característica a evaluar: Sabor

INSTRUCCIONES: Pruebe cada una de las muestras que se le presentan e indique con una X su nivel de agrado de acuerdo a la siguiente escala. **Entre cada muestra es importante que tome un poco de pan y agua.**

	644	078	236
Gusta mucho	_____	_____	_____
Gusta poco	_____	_____	_____
Es Indiferente	_____	_____	_____
Disgusta poco	_____	_____	_____
Disgusta mucho	_____	_____	_____

Comentarios: _____

!!! GRACIAS !!!