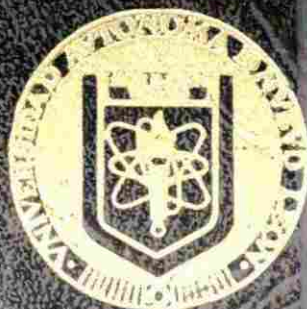


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**EFECTO DE LA CABEZA DE CAMARON CO-EXTRUIDA
CON TRIGO O SORGO SOBRE EL CRECIMIENTO
DEL CAMARON**
Penaeus stylirostris

POR

Martín Camarena Conchas

Como requisito parcial para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias
con Especialidad en
RECURSOS ALIMENTICIOS Y PRODUCCION ACUICOLA

San Nicolás de los Garza, N. L.

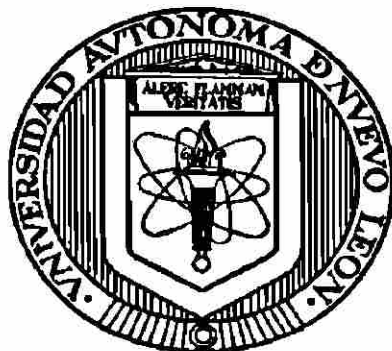
Octubre, 1998

VI
FH380
62
M6
3
1



1080087113

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFECTO DE LA CABEZA DE CAMARÓN CO-EXTRUIDA CON
TRIGO O SORGO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CAMARÓN

Penaeus stylirostris

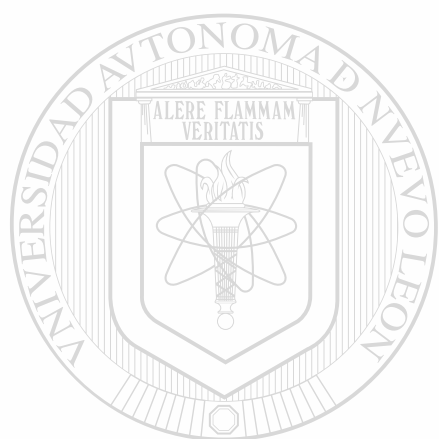
Por

Martín Camarena Conchas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE TESIS BIBLIOTECAS

Como requisito parcial para obtener el
grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en
RECURSOS ALIMENTICIOS Y PRODUCCIÓN ACUÍCOLA.



UANL

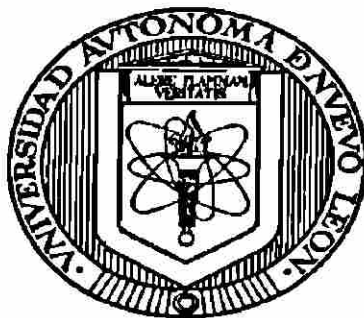
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



EFECTO DE LA CABEZA DE CAMARÓN CO-EXTRUIDA CON
TRIGO O SORGO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CAMARON

Penaeus stylirostris

Por

Martín Camarena Conchas

Como requisito parcial para obtener el
grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en

RECURSOS ALIMENTICIOS Y PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Comisión de Tesis

Dr. Denis Ricque Marie
Presidente y director

Dra. Lucía Elizabeth Cruz Suárez
Secretario y co-director

Dra. María Guadalupe Alanís Guzmán
Vocal

DEDICATORIA

A mis padres:

Elena y Victor por su cariño y comprensión

A mis hermanos:

José Luis y Eva

A mi sobrino

Helson



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AGRADECIMIENTOS

A CONACyT por la beca otorgada que me permitió realizar mis estudios de maestría.

Expreso mi sincero agradecimiento al Dr. Denis Ricque Marie y la Dra. Lucía Elizabeth Cruz Suárez por su gran ayuda en la realización de mi de tesis, por su confianza y amistad durante mis estudios de maestría.

A la Dra. Ma. Guadalupe Alanís Guzmán por la revisión de mi tesis, por sus acertadas observaciones y por su amistad.

Al Ing. Sergio Escutia Zúñiga por brindarme todas la facilidades para realizar el bioensayo de campo en la empresa AquaStrat.

A todo el personal de la granja AquaStrat, especialmente al M.C. David Villareal Cavazos y al Ing. Enrique Soto Fabela por su sincera amistad y ayuda.

Al M.C. Roberto Mercado Hernández por su asesoría en los análisis estadísticos.

A mis maestros Dr. Roberto Mendoza Alfaro y Dra. Graciela García Díaz por brindarme desinteresadamente sus conocimientos y su amistad.

Al M.C. Mario Pelcaster Villegas y al Biól. Daniel Iruegas García por su amistad y ayuda en la realización de los coextruidos.

Al biól. Servando Quiroz Bustos por su participación en el trabajo de tesis y por su amistad.

A la Biól. N. Cristina Muñoz Vázquez y la Biól. Cynthia Arizpe Muñoz por su amistad y afecto.

Al M.C. Mario González Quijano por su ayuda en el análisis de taninos y por su amistad.

Especialmente a Martha G. Nieto López, Alejandra Rocha Estrada y Adrián Salgado Vargas por su gran amistad y ayuda.

A mis compañeros y amigos del programa maricultura:

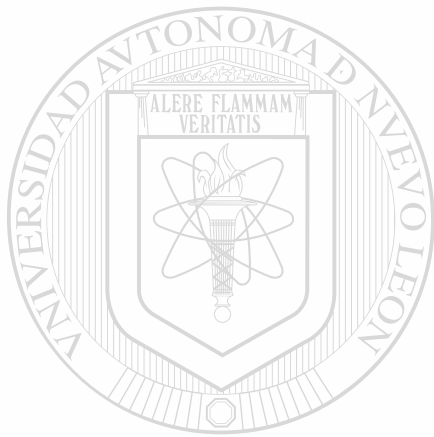
Mireya Tapia Salazar, Alma Melo del Angel, David Miguel Angel Montaña Aguilar, Beatriz Elena Ponce Ambriz, Oscar Manuel Loaiza Jiménez, José Tobías Chavana, Manuel Hernández Cruz, Pablo González Valdés, Mario Novales Terrero, Sandra Edith de la Cruz Hernández, José Luis Sánchez Morales, Adriana García Flores, Claudio Guajardo Barbosa, Luis Omar Peña Ortega, Jesús Montemayor Leal y Carlos Aguilera González por su ayuda y sincera amistad.

Titulo de tesis :

**EFFECTO DE LA CABEZA DE CAMARÓN CO-EXTRUIDA CON TRIGO O SORGO
SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CAMARON *Penaeus stylirostris***

por : Martín Camarena Conchas

**Este proyecto fue realizado con el financiamiento de CONACyT a través del proyecto
de investigación con clave 1532P-B9507.**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

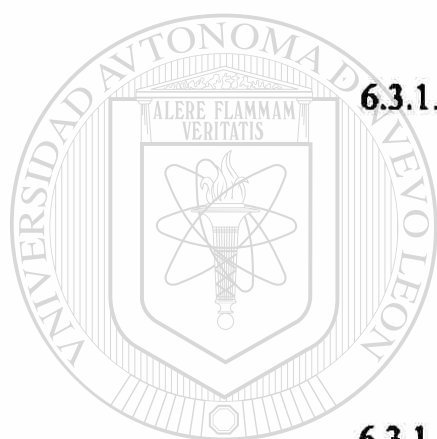
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CONTENIDO

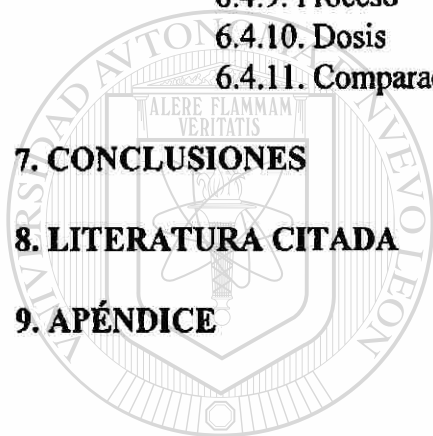
	Página
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. La extrusión	3
2.2. Extrusión de cereales	3
2.3. Co-extrusión de subproductos	4
2.4. Uso de subproducto de camarón	4
2.5. Uso de fuentes de carbohidratos	5
3. HIPÓTESIS	7
4. OBJETIVO GENERAL	7
4.1. Objetivos particulares	7
5. MATERIALES Y MÉTODOS	8
5.1. Materias primas	8
5.1.1. cabeza de camarón	8
5.1.2. Harina de cabeza de camarón	8
5.1.3. Harina de camarón comercial Tepual	8
5.1.4. Harina de pescado	8
5.1.5. Pasta de soya	9
5.1.6. Grano de trigo y sorgo	9
5.2. Extrusor	9
5.3. Elaboración de extruidos y coextruidos	9
5.4. Trigo y sorgo extruidos	10
5.5. Coextruidos sencillo de cabeza de camarón con trigo o sorgo	10
5.6. Coextruidos dobles de cabeza de camarón con trigo o sorgo	10
5.7. Análisis químico de los ingredientes	10
5.8. Diseño experimental	11
5.9. Formulación y elaboración de las dietas	15
5.9.1. Criterio utilizado en la formulación	15
5.9.2. Técnica de elaboración de las dietas	15
5.10. Análisis químico de las dietas	17
5.11. Análisis de lixiviación de las dietas	17
5.12. Evaluación del crecimiento del camarón	17

	Página
5.12.1. Bioensayo en laboratorio	17
5.12.1.1. Descripción de la sala de bioensayos	17
5.12.1.2. Desarrollo del bioensayo	18
5.12.2. Bioensayo en estanquería	18
5.12.2.1. Descripción de la instalación experimental	18
5.12.2.2. Desarrollo del bioensayo	19
5.12.3. Parámetros de la evaluación biológica	19
5.13. Análisis estadístico para el bioensayo en laboratorio	20
5.14. Análisis estadístico para el bioensayo en jaulas en estanquería	21
5.15. Análisis de costos	22
5.15.1. Costos específico de las dietas	22
5.15.2. Costo del alimento por tonelada de camarón producido	22
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1. Parámetros de proceso	23
6.2. Análisis de ingredientes y dietas	23
6.2.1. Composición proximal de los ingredientes experimentales	23
6.2.2. Solubilidad de proteína	24
6.2.3. Contenido de taninos	25
6.2.4. Nitrógeno volátil total	27
6.2.5. Granulometría de las harinas de cabeza de camarón y de camarón comercial Tepual	27
6.2.6. Composición proximal de las dietas	28
6.2.7. Lixiviación de las dietas usadas en laboratorio	29
6.2.7.1. Efecto de los diferentes factores en la lixiviación de las dietas	29
6.2.7.1.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble	29
6.2.7.1.2. Efecto del proceso	30
6.2.7.1.3. Efecto del acarreador	32
6.2.7.1.4. Efecto de la dosis	32
6.2.7.1.5. Efecto del origen	33
6.2.8. Lixiviación de las dietas utilizadas en el bioensayo en jaulas	34
6.2.8.1. Lixiviación para las 6 dietas	34
6.2.8.2. Efecto del Proceso	35
6.2.8.3. Efecto de la Dosis	36
6.3. Evaluación biológica	36
6.3.1. Evaluación biológica en laboratorio	36
6.3.1.1. Calidad de agua en la sala de acuarios	36
6.3.1.2. Resultados a los 14 días	38
6.3.1.3. Resultados y discusión de los parámetros zootécnicos a los 28 días en laboratorio	39
6.3.1.3.1. Supervivencia	40

6.3.1.3.1.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble	40
6.3.1.3.1.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis	40
6.3.1.3.1.2.1. Efecto de proceso	41
6.3.1.3.1.2.2. Efecto del acarreador	41
6.3.1.3.1.2.3. Efecto de la dosis	42
6.3.1.3.1.3. Efecto del origen	43
6.3.1.3.2. Tasa de crecimiento	44
6.3.1.3.2.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble	44
6.3.1.3.2.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis	45
6.3.1.3.2.2.1. Efecto del proceso	45
6.3.1.3.2.2.2. Efecto del acarreador	46
6.3.1.3.2.2.3. Efecto de la dosis	47
6.3.1.3.2.3. Efecto del origen	48
6.3.1.3.3. Consumo	49
6.3.1.3.3.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble	49
6.3.1.3.3.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis	50
6.3.1.3.3.2.1. Efecto del proceso	50
6.3.1.3.3.2.2. Efecto del acarreador	51
6.3.1.3.3.2.3. Efecto de la dosis	52
6.3.1.3.3.3. Efecto del origen	53
6.3.1.3.4. Tasa de conversión alimenticia	54
6.3.1.3.4.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble	54
6.3.1.3.4.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis	55
6.3.1.3.4.2.1. Efecto del proceso	55
6.3.1.3.4.2.2. Efecto del acarreador	56
6.3.1.3.4.2.3. Efecto de la dosis	56
6.3.1.3.4.3. Efecto del origen	57
6.3.2. Evaluación biológica en jaulas en estanquería	58
6.3.2.1. Calidad del agua en el estanque	58
6.3.2.1.1. Oxígeno	58
6.3.2.1.2. Temperatura	59
6.3.2.1.3. Transparencia	59
6.3.2.2. Productividad primaria	60
6.3.2.3. Resultados y discusión de los parámetros zootécnicos en jaulas en estanquería	61
6.3.2.3.1. Supervivencia	61
6.3.2.3.2. Tasa de crecimiento	62
6.3.2.3.3. Consumo	64



	Página
6.3.2.3.4. Tasa de conversión alimenticia	64
6.4. Costos	66
6.4.1. Evaluación económica de los extruidos y coextruidos	66
6.4.2. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido en el bioensayo en laboratorio	67
6.4.3. Costo de la extrusión sencilla y extrusión doble	69
6.4.4. Costo del proceso	69
6.4.5. Acarreador	69
6.4.6. Dosis	70
6.4.7. Origen	70
6.4.8. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido en el bioensayo en jaulas en estanquería	71
6.4.9. Proceso	72
6.4.10. Dosis	72
6.4.11. Comparación general	72
7. CONCLUSIONES	74
8. LITERATURA CITADA	77
9. APÉNDICE	86



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

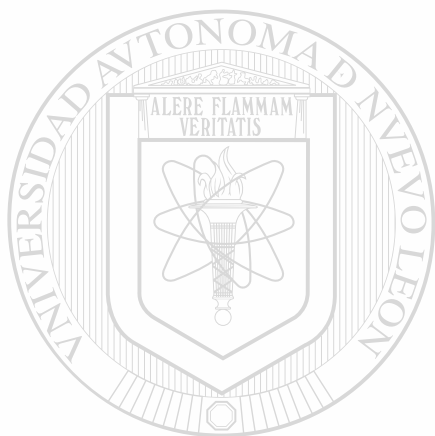
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Fig. 21. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 28 días.	45
Fig. 21a. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 28 días.	45
Fig. 22. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al acarreador a los 28 días.	46
Fig. 22a. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al acarreador a los 28 días.	46
Fig. 23. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.	48
Fig. 23a. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.	48
Fig. 24. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al origen a los 28 días.	49
Fig. 24a. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al origen a los 28 días.	49
Fig. 25. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.	50
Fig. 25a. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.	50
Fig. 26. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 28 días.	51
Fig. 26a. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 28 días.	51
Fig. 27. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al acarreador a los 28 días.	52
Fig. 27a. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al acarreador a los 28 días.	52
Fig. 28. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.	53
Fig. 28a. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.	53
Fig. 29. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al origen a los 28 días.	54
Fig. 29a. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al origen a los 28 días.	54
Fig. 30. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.	54
Fig. 30a. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.	54
Fig. 31. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 28 días.	55

Fig. 31a. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 28 días.	55
Fig. 32. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al acarreador a los 28 días.	56
Fig. 32a. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al acarreador a los 28 días.	56
Fig. 33. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.	57
Fig. 33a. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.	57
Fig. 34. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al origen a los 28 días.	57
Fig. 34a. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al origen a los 28 días.	57
Fig. 35. Oxígeno disuelto del agua en el estanque durante los 14 días.	58
Fig. 36. Temperatura del agua en el estanque durante los 14 días.	59
Fig. 37. Transparencia en el estanque durante los 14 días.	59
Fig. 38. Sobrevivencia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 14 días.	62
Fig. 39. Sobrevivencia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 14 días.	62
Fig. 40. Sobrevivencia del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 14 días. Estanquería.	62
Fig. 41. Sobrevivencia del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 28 días. Laboratorio.	62
Fig. 42. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso	63
Fig. 43. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 14 días.	63
Fig. 44. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 14 días. Estanquería.	63
Fig. 45. Tasa de crecimiento del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 28 días. Laboratorio.	63
Fig. 46. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 14 días.	64
Fig. 47. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 14 días.	64
Fig. 48. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 14 días. Estanquería.	64
Fig. 49. Consumo individual del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 28 días. Laboratorio.	64
Fig. 50. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al proceso a los 14 días.	65
Fig. 51. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> de acuerdo al nivel de inclusión a los 14 días.	65
Fig. 52. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 14 días. estanquería.	65
Fig. 53. Tasa de conversión alimenticia del camarón <i>P. stylirostris</i> a los 28 días. Laboratorio.	66

	Página
Fig. 54. Costo específico promedio por factor (columna negra) y del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Bioensayo en laboratorio.	71
Fig. 55. Costo específico de las dietas (columna negra) y del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Bioensayo en laboratorio.	71
Fig. 56. Costo específico promedio por factor, dietas control (columna negra) y del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Bioensayo en jaulas en estanquería	73
Fig. 57. Costo específico por dietas experimentales, dietas control (columna negra) y del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Bioensayo en jaulas en estanquería.	73



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



RESUMEN

La extrusión da un valor nutricional agregado a los ingredientes mejorando la digestibilidad, reduciendo sustancias antinutricionales, esterilizando, entre otros beneficios. Los cereales como el trigo y sorgo usados en dietas para organismos acuáticos permiten un ahorro de proteína por su alto valor energético; presentan la ventaja de ser económicos y de fácil adquisición. Por otra parte la cabeza de camarón es un recurso nutricional importante en dietas para camarón como ya se ha demostrado. Con la finalidad de evaluar el proceso de extrusión, el uso de trigo o sorgo, así como la incorporación de cabeza de camarón en alimentos para el camarón *Penaeus stylirostris*, se realizaron dos evaluaciones biológicas: 1) en el laboratorio Maricultura de la F.C.B./U.A.N.L. en un sistema de acuarios de agua marina sintética durante 28 días con tres repeticiones y 9 camarones/acuario de un peso promedio de 0.41 g; 2) en jaulas en estanquería de la empresa AquaStrat ubicada en Escuinapa, Sin. por 14 días con cuatro repeticiones y 25 camarones/jaula de un peso promedio de 6.9 g. En ambas evaluaciones se realizó el análisis del costo específico de las dietas y del costo de alimento por tonelada de camarón producido. Se evaluaron el efecto de los factores extrusión (sencilla y doble), proceso (secado y extrusión), acarreador (trigo y sorgo), dosis (0, 4 y 8% de cabeza de camarón) y origen (harina de cabeza de camarón y harina de camarón comercial Tepual) utilizando 16 dietas isoproteicas (35.8-37.2%), isolipídicas (6.5-8.3%) e isocalóricas (5.2-5.3 Kcal/g). La sobrevivencia del camarón fue superior al 85% y no fue afectada por los factores estudiados. La tasa de crecimiento (TC) mejoró con el proceso de extrusión, con el uso de sorgo y con la inclusión de 8% de cabeza de camarón, siendo mayor principalmente con los coextruidos dobles trigo y sorgo + cabeza de camarón al 8% y con la harina de camarón comercial Tepual. El consumo individual del camarón se incrementó con el proceso de extrusión, el sorgo y los coextruidos dobles trigo y sorgo + cabeza de camarón al 8%. La tasa de conversión alimenticia (TCA) tiende a mejorarse con la extrusión sencilla, con el proceso de extrusión y el sorgo, pero es afectada con el 4% de harina de cabeza de camarón sin extraer en la dieta. Las dietas con el proceso de extrusión fueron más económicas, excepto para las dietas con trigo o sorgo extraído sin cabeza de camarón. Asimismo, fueron más económicas con el 8% de cabeza de camarón y aumentó su costo a medida que disminuyó la inclusión de camarón. El costo del alimento por tonelada de camarón producido fue más barato con el proceso de coextrusión con sorgo, y con la harina de camarón comercial Tepual. En jaulas en estanquería se evaluaron el efecto del sorgo con los factores proceso (secado y extrusión) y dosis (0 y 4% de cabeza de camarón) en un diseño bifactorial utilizando las mismas dietas que en laboratorio, y dos dietas control (dieta con el 8% de harina de camarón comercial Tepual y dieta comercial Rangen). La sobrevivencia, la TC y la TCA mostraron un patrón de respuesta similar al obtenido en laboratorio. La sobrevivencia no fue afectada. La TC fue mayor con el coextruido sorgo + cabeza de camarón al 4% y con los controles. El consumo individual no presentó el mismo patrón de respuesta que en laboratorio, y fue igual para las dietas experimentales y control. La TCA fue mejor con el proceso de co-extrusión y con las dietas control, pero empeoró con la harina de cabeza de camarón sin extraer. El costo específico de las dietas fue menor con el 4% de cabeza de camarón coextruido o en forma de harina. El costo del alimento por tonelada de camarón producido fue menor con el coextruido sorgo-camarón, con sorgo extraído sólo y con la dieta control elaborada con harina de camarón comercial Tepual.

ABSTRACT

The extrusion process adds a nutritional value to ingredients by improving their digestibility, reducing antinutritional factors, sterilizing among other benefits. Due to its energy content cereals as wheat and sorghum are used in diets to feed cultured aquatic species, allowing to spare protein; these cereals have the advantage to be cheap and easy to acquire. As it has already been demonstrated, shrimp head is an important nutritional source in diets for shrimp. The objective of this study is to evaluate the extrusion process, the use of wheat or sorghum and shrimp head in shrimp *Penaeus stylirostris*. This research was carried out in two trials: 1) in a closed recirculating artificial sea water facility at Programa Maricultura in F.C.B./U.A.N.L. for 28 days with three replicates and 9 shrimp/aquarium of an average 0.41g initial weight, 2) in cages in a culture pond at the AquaStrat shrimp farm in Escuinapa, Sin. for 14 days with four replicates and 25 shrimp/cage of an average 6.9g initial weight. In both trials the specific cost of diets and the cost of feeding/ton of shrimp produced were evaluated. In the closed research facility the effect of extrusion (single and double), process (drying and extrusion), cereal (wheat and sorghum), dose (0, 4 and 8% of shrimp head) and origin (shrimp head meal and commercial shrimp meal Tepual) were evaluated using 16 isoproteic (35.8-37.2%), isolipidic (6.5-8.3%) and isocaloric (5.2-5.3 Kcal/g) diets. Survival was higher than 85% and was not affected by the factors. %Weight gain (WG) increased with the extrusion process, with the use of sorghum and with the drying inclusion of 8% shrimp head; the best WG was observed when a double co-extruded of wheat or sorghum + shrimp head 8%, and when commercial shrimp head Tepual were present. The shrimp consumption increased with the extrusion process and the use of sorghum, but was negatively affected with 4% shrimp head included in the diets. Diets were more economic when ingredients submitted to the extrusion process were included, except when wheat and sorghum were included alone without shrimp head. Diets containing 8% of shrimp head were cheaper than diets containing 4 and 0% of shrimp head. Cost of feed by ton of shrimp produced was less when using the extrusion process and sorghum as well as shrimp meal Tepual. In cages in culture pond the effect of sorghum with the process (drying and extrusion) and dose (0 and 4% of shrimp head) factors were evaluated with a bifactorial design using the same diets that were part of the closed research facility trial plus two control (diet with 8% of commercial of shrimp head Tepual, and Rangen a commercial diet). Survival, GW and FCR had a response pattern similar to the one observed in the closed research facility. Survival was not affected. GW was highest with the co-extruded sorghum + shrimp head at 4% and the control diets. Consumption did not present the same response pattern as the one observed in the closed research facility; it was similar in all diets. FCR increased using the extrusion and control diets but decreased when shrimp head was used. The specific cost of diets was lower when 4% of shrimp head co-extruded or shrimp head meal were used. Cost of feed by ton of shrimp produced was lower with coextruded sorghum-shrimp, with the extrusion process and with the control diet where commercial shrimp meal Tepual was included.

1. INTRODUCCIÓN

El camarón es una especie de importancia comercial que es cultivada ampliamente en el mundo. De la producción mundial de camarón en 1982, el 5% provino de la acuicultura, mientras que en 1992 se incrementó a un 30% y se proyecta que para el año 2000 será del 50% (Stephens, 1996).

En América Latina el cultivo del camarón es una de las producciones acuícolas más importantes por su volumen y valor (Lucien-Brun, 1996). En México la pesquería del camarón es una de las más importantes y su volumen de captura va de 45,000 a 70,000 toneladas métricas (TM) anualmente (Cruz-Suárez *et al.*, 1993) mientras que su producción por acuicultura es de aproximadamente 15,000 TM procedente de 20,000 hectáreas (has) de estanquería cultivada (Melo, 1997).

La producción de camarón por acuicultura puede alcanzar de 800 a 2,500 kg/ha/cosecha para sistemas con fertilización y suplemento de alimento, en tanto que en sistemas donde dependen directamente del alimento pueden producir hasta 20,000 kg/ha/cosecha (Akiyama y Chwang, 1993).

El alimento en la industria de la camaronicultura juega un papel decisivo en la producción y calidad del producto, pero representa un alto costo en la producción. Akiyama y Chwang (op. cit.) reportan que los gastos por alimento varían del 50 al 70% del total de los gastos de producción. Debido a lo anterior y a la necesidad de contar con un alimento que mejore el crecimiento, sobrevivencia, tasa conversión alimenticia y que proporcione resistencia a las enfermedades numerosos trabajos se han realizado en la búsqueda de nuevas alternativas en el aprovechamiento de productos alimenticios de valor nutricional, así como el uso de tecnologías que mejoren la calidad del alimento para el camarón.

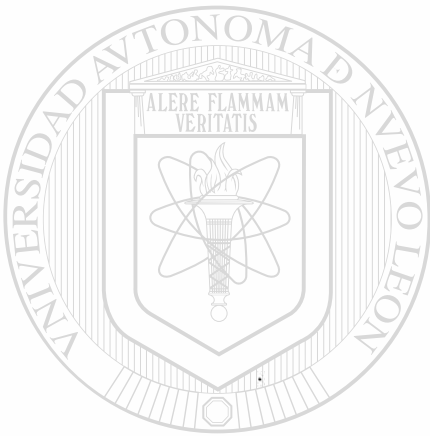
El subproducto de camarón (cabezas) es un recurso de interés nutricional, el cual es una fuente importante de proteína, colesterol, carotenoides y minerales. Se ha demostrado que su uso en dietas para camarón mejora su crecimiento a medida que se aumenta el nivel de inclusión en la dieta (Sudaryono *et al.*, 1995; Cruz-Suárez *et al.*, 1993 y Fox *et al.*, 1994).

Por otra parte, la tecnología de la extrusión se ha convertido en un proceso importante en la producción de alimento (Kiang, 1990). El uso de esta tecnología en la producción de alimento para organismos acuáticos se encuentra en rápido crecimiento en el mundo (Rokey y Huber, sin año). Los alimentos extruidos presentan ventajas sobre los alimentos peletizados ya que se puede controlar la flotabilidad del producto, dar mayor integridad al alimento, se puede incluir mayor nivel de grasa, incrementar la disponibilidad de carbohidratos, esterilizar el producto (Woodroffe, 1993 y Botting, 1991) y mejorar la digestibilidad de los ingredientes (Cluet, 1990).

La extrusión permite procesar subproductos frescos mezclados con harinas, que aparte de su valor nutricional actúan como acarreadores del subproducto durante el proceso. Las harinas de cereales son un recurso importante a considerar por ser de bajo costo, de fácil adquisición, de valor energético y por su capacidad ligante.

Los extruidos de cereales y coextruidos de subproductos con harinas de cereales representan una importante alternativa para ser usados como ingredientes en la elaboración de dietas para el camarón.

En base al valor nutricional de la cabeza de camarón, el valor energético de los cereales y los beneficios del proceso de extrusión, se planteó éste trabajo donde se evaluó en el camarón *P. stylirostris* el proceso de extrusión, el efecto nutricional de la cabeza de camarón en harina, la cabeza fresca de camarón coextruida con harinas de trigo o sorgo, así como trigo o sorgo en harina y extruido.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2. ANTECEDENTES

2.1. La extrusión

La extrusión se ha convertido en un proceso importante en la producción alimentaria, muchas empresas en el mundo utilizan este proceso en la fabricación de alimentos, debido a que es un proceso versátil, no genera efluentes y permite de manera eficiente controlar los gastos por concepto de mano de obra, materia prima, instalación y energía (Fellows, 1994). En la producción de alimentos balanceados la extrusión brinda beneficios en la tasa de conversión alimenticia, ya que mejora la digestibilidad de los nutrientes y reduce sustancias antinutricionales (Cluet, 1990 y Kiang, 1990), inactiva proteasas (Choudhury y Gogoi, 1996), da estabilidad al alimento en el agua y reduce los costos por alimento (Kiang, sin año), permite además una esterilización del producto (Golhor *et al.*, 1989; Cluet, 1990 y Woodroffe, 1993) y provee la oportunidad de utilizar material fresco (Botting, 1991 y Kiang, 1996).

2.2. Extrusión de cereales

Davis y Arnold (1995) evaluaron el efecto de dos procesos de extrusión (seco y húmedo) en las harinas de trigo, sorgo, maíz y arroz mediante la digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) y la digestibilidad aparente de la energía (DAE) en el camarón *Penaeus vannamei*, encontrando que la DAMS y la DAE para el trigo disminuyeron con la extrusión, y con el sorgo se incrementó principalmente con la extrusión en seco. En el maíz las digestibilidades se incrementaron con la extrusión en seco, pero con la extrusión húmeda disminuyó. En el arroz las digestibilidades disminuyeron con la extrusión en seco, pero con la extrusión húmeda presentó similares digestibilidades con la harina de arroz sin extruir. Por otra parte evaluaron la gelatinización de los almidones en los cereales, encontrando que con la extrusión se incrementó, siendo más alto para el trigo y sorgo.

Sheen y Chen (1991) evaluaron el extruido de arroz en dietas para el camarón *Penaeus monodon* en cinco niveles de inclusión (0, 7.5, 15, 22.5 y 30%) para reemplazar la harina de trigo. Los resultados señalaron que a medida que se incrementó el nivel de extruido de arroz, mejoró la sobrevivencia y disminuyó el peso final resultando en un ligero aumento en la biomasa.

Lim y Dominy (1992) no encontraron diferencia en la sobrevivencia, ganancia de peso y tasa de conversión alimenticia del camarón *Penaeus vannamei* cuando incluyeron soya integral doblemente extruida a diferentes niveles en las dietas.

2.3. Co-extrusión de subproductos

El proceso de co-extrusión ofrece la posibilidad de incrementar el valor nutricional de los subproductos frescos, estabilizándolos y dándoles un valor nutricional agregado, lo que permite generar ingredientes de bajo costo y de alta digestibilidad, evitando al mismo tiempo la contaminación ambiental que genera este tipo de desecho. A continuación se describen algunas de las aplicaciones:

Carver *et al.* (1989) describen el proceso de coextrusión de cabezas de camarón frescas y ensiladas con pasta de soya las cuales se incluyeron en 25 y 75% respectivamente para el primer coextruido, y para el segundo coextruido se incluyó 46% de cabeza de camarón y 54% del primer coextruido.

Dominy y Lim (1993) evaluaron la pasta de soya (s) coextruida con vísceras de calamar (c) en mezclas de 50s/50c y 40s/60c en dietas para el camarón *Penaeus vannamei*, encontrando resultados similares en la ganancia en peso con estas dos dietas, sin embargo, con la mezcla 40s/60c se encontró mayor ganancia en peso que cuando se uso solamente pasta de soya o pasta de soya extruida en las dietas.

Pelcastre (1996) evaluó el efecto de coextruidos de subproducto de carpa (p) y pasta de soya (s), así como pasta de soya extruida sobre el crecimiento en el bagre de canal *Ictalurus punctatus*, encontrando el mejor crecimiento con las dietas que incluían el coextruido 60s:40p ó 50s:50p, y el peor crecimiento con pasta de soya extruida, ésto atribuido al daño de sus nutrientes por el tratamiento térmico durante la extrusión.

Melo (1997) trabajó con subproducto (cabeza) fresco molido de camarón, el cual fue secado o coextruido con pasta de soya e incluido en un nivel de 4 y 8% en dietas isoproteicas e isoenergéticas para el camarón *Penaeus vannamei*. En un primer experimento con alimentación racionada no encontró diferencia en la tasa de crecimiento (TC), tasa de conversión alimenticia (TCA) y sobrevivencia, aunque se esperaba un aumento del crecimiento con la incorporación del subproducto de camarón en la dieta. La ausencia del efecto promotor de crecimiento del subproducto fue atribuido a un posible deterioro de la proteína del subproducto molido previamente. En un segundo experimento con alimentación a saciedad, aumentó el consumo con la incorporación del subproducto de camarón en forma de harina o de coextruido, confirmando su poder attractante y demostrando la conservación de esta propiedad en los coextruidos.

2.4. Uso de subproducto de camarón

Meyers *et al.* (1973) proponen la necesidad de actualizar la información de fuentes alternas de proteína animal y vegetal disponibles de menor costo para la formulación de alimentos; por su parte Dominy y Lim (1993) sugieren la utilización de subproductos de la industria comercial de pescado y mariscos. Uno de los subproductos es la cabeza de

camarón, el cual es un recurso importante por su volumen, ya que llega a representar 40 al 44% del peso total del camarón (Pan, 1989 y Meyers *et al.*, 1973). Existen reportes sobre la utilización de subproducto de camarón para la formulación de dietas a nivel experimental, los cuales ponen en evidencia el subproducto de camarón como promotor de crecimiento en crustáceos, dentro de estos trabajos se pueden citar a los siguientes:

Cruz-Suárez *et al.* (1993) utilizaron subproductos de camarón de pesquería (cabezas) en forma de harina incluyéndola de 3, 6 y 18% en dietas isoproteicas e isolipídicas para el camarón *Penaeus vannamei* de un peso de 0.2 g. Los mejores resultados se observaron con el nivel de inclusión al 18%.

Fox *et al.* (1994) reportan el uso de cabezas de camarón sujetas a diferentes procesos: a) separación de la carne de la cáscara (mediante un separador de carne y hueso) y secado con aire a 40 °C/14 hrs, b) secadas por 24 horas en un simulador solar y c) secadas al horno a 80 °C, las cuales se incluyeron de 30 a 33% en dietas para camarón *Penaeus vannamei* de 0.2 g de peso promedio, encontrando mejor crecimiento con la dieta que contenía harina de carne separada de la cáscara.

Sudaryono *et al.* (1995) utilizaron harina de cabeza de camarón en un nivel de 7.9% mezclada con subproductos de sardina, langosta, desecho de concha y harina de lupino en dietas isoproteicas (40%) e isolipídicas (4-5%) para juveniles de camarón *Penaeus monodon* de 4.8 g por 42 días, encontrando mejor crecimiento con harina de cabeza de camarón y desecho de concha.

2.5. Uso de fuentes de carbohidratos

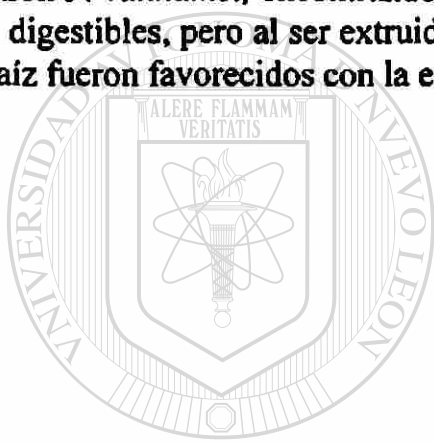
Los carbohidratos se consideran la energía más barata en la alimentación de los animales, en el caso del camarón son importantes en el metabolismo energético y en la formación de quitina (Fox *et al.*, 1991). La utilización de los carbohidratos por los camarones es limitada y necesita más estudio (Akiyama *et al.*, 1993 y Shiau, 1997).

Shiau (1997) realiza una recopilación de publicaciones sobre la utilización de los carbohidratos por los camarones, encontrando que el almidón favorece principalmente el crecimiento y sobrevivencia del camarón seguido por la sucrosa, trealosa y dextrina mientras que la glucosa ocasiona su decremento. Esto mismo ha sido reportado por Sick y Andrews (1973), Shiau y Peng (1991), Chen (1993) y Liao y Sheen (1993) los cuales sugieren que la ineficiente utilización de los azúcares simples es aparentemente atribuida a su rápida absorción y transporte de la glándula digestiva a la hemolinfa, mientras que Alvarado y Robinson (1979 en Shiau, 1997) sugieren la posible inhibición de la absorción de aminoácidos en el intestino debido a la presencia de la glucosa. Por otra parte Cuzon (1994) refiere que el camarón almacena glucosa en las células R de la glándula digestiva como glucógeno. En relación a lo anterior se citan referencias del uso de fuentes de carbohidratos en la nutrición de camarón.

Cruz-Suárez *et al.* (1994) emplearon harinas de trigo, maíz, sorgo, mijo perla, arroz, harina de pasta y subproductos de galleta como ingredientes en dietas para camarón *Penaeus vannamei* de 0.7 g de peso, encontrando mejor crecimiento en las dietas que contenían harina de trigo y subproducto de galletas (elaboradas con harina de trigo) seguida por las dietas con harina de sorgo.

Shiau *et al.* (1991 en Shiau, 1997) estudiaron la utilización de tres tipos de harina de trigo (straight flour, first grade clear flour, second grade clear flour) incluyéndose en 35% en dietas para camarón *Penaeus monodon*, los resultados indicaron que los tres tipos de harina tienen el mismo valor nutricional, ya que no se encontró diferencia en peso ganado, digestibilidad de proteína, digestibilidad de materia seca y digestibilidad de carbohidratos.

Davis y Arnold (1995) evaluaron la digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) y la digestibilidad aparente de la energía (DAE) del trigo, sorgo, arroz y maíz en el camarón *P. vannamei*, encontrando que el trigo y el arroz en su forma original (harina) fueron más digestibles, pero al ser extruidos disminuyeron su digestibilidad, mientras que el sorgo y el maíz fueron favorecidos con la extrusión.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3. HIPÓTESIS

La cabeza fresca de camarón coextruida con harinas de trigo o sorgo incorporada en dietas promueve el crecimiento del camarón *Penaeus stylirostris*.

4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la cabeza de camarón en forma de harina o coextruida con harinas de trigo o sorgo sobre la sobrevivencia, tasa de crecimiento, consumo y tasa de conversión alimenticia del camarón *Penaeus stylirostris* bajo condiciones de laboratorio y en jaulas en estanquería.

4.1 Objetivos particulares

Evaluar el efecto de la cabeza de camarón sin extruir y extruida en los niveles 0, 4 y 8% en dietas.

Evaluar las harinas de trigo y sorgo sin extruir y extruidas en dietas.

Evaluar el efecto del proceso de secado (en harina) y coextrusión aplicado a la cabeza de camarón con las harinas de trigo o sorgo.

Análisis económico del costo específico de las dietas experimentales y de la dieta comercial, así como el costo del alimento por tonelada de camarón producido.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materias primas

5.1.1. Cabeza de camarón

La cabeza de camarón usada en este trabajo procedió del camarón blanco *Penaeus vannamei* cultivado en la granja ACUATAM, S.A. de C.V. de Altamira, Tamps., y se adquirió en la Planta de Procesado Impulsora de Pescados y Mariscos de Tampico, Tamps. La cabeza de camarón se transportó en hielo en cajas de unicel al laboratorio de Maricultura de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, donde se mantuvo en congelación a -20 °C hasta su uso.

5.1.2. Harina de cabeza de camarón

Una muestra de cabeza de camarón se descongeló y se secó en estufa a 80 °C por 14 horas de acuerdo al proceso usado por Fox *et al.* (1994), posteriormente se molió en un molino para café Moulinex y se almacenó en una bolsa de plástico a 4 °C para ser usado al día siguiente en la elaboración de las dietas.

5.1.3. Harina de camarón comercial Tepual

Se utilizó como testigo la harina de camarón Chilena deshidratada por secado directo y elaborada a partir de cabeza y cáscara de camarones silvestres pelágicos: Camarón nilon *Heterocarpus reedi*, langostino amarillo *Cervimunida johni* y/o langostino colorado *Pleuroncodes monodon*, comercializado por la compañía Inual-Tepual S.A. ubicada en Santiago de Chile, Chile. La harina de camarón comercial Tepual se utilizó en los niveles de inclusión de 4 y 8 % en las formulaciones con harina de trigo. En lo sucesivo a ésta harina se le llamará harina comercial Tepual o harina Tepual.

5.1.4. Harina de pescado

Se utilizó una harina de pescado (jurel) chilena tratada con antioxidante, la cual fue procesada en una planta procesadora con buen control de calidad (Galleguillos com. Per., julio de 1998) y seleccionada por Fundación Chile. El lote de harina fue recibido por el programa Maricultura de la F.C.B./U.A.N.L. en marzo de 1997. Este lote fue utilizado en pruebas de evaluación nutricional en el camarón azul *P. stylirostris* (super camarón), por Luis Peña Ortega y Mario Novales Terrero.

5.1.5. Pasta de soya

La pasta de soya utilizada en las dietas presentó el 46% de proteína, fue obtenida de un establecimiento comercial de la ciudad de Monterrey, N.L. y se almacenó en un lugar fresco y seco hasta su uso.

5.1.6. Grano de trigo y sorgo

Se adquirió el grano de trigo duro Anahuac y sorgo variedad Lerma en una forrajera de la ciudad de Monterrey, N.L. y se almacenaron en lugar fresco y seco.

5.2. Extrusor

Se utilizó un extrusor Insta-Pro 600 (extrusión en seco) de tornillo sencillo con una configuración de 10-08-08-08 sugerida por Pelcastre (1996).

5.3. Elaboración de extruidos y coextruidos

Los extruidos y coextruidos se procesaron considerando un máximo de humedad de 30% en la mezcla de acuerdo a lo sugerido por Rokey (1993); Park *et al.*, (1993); Pelcastre (1996) y Melo (1997) ya que con humedad superior el extrusor Inta -Pro se tapa.

El cálculo teórico de la proporción de cabeza de camarón húmedo que fue posible coextruir con las harinas secas es el siguiente:

$$30\% \text{ de la mezcla húmeda} = (P \times 77.7) + ((1 - P) \times 11)$$

$$\text{donde } P = \frac{30 - 11}{77.7 - 11} = 0.285 = 28.5\%$$

En donde:

P es la proporción de cabeza de camarón fresca.

el 77.7% es la humedad de la cabeza de camarón.

el 11% es la humedad de las harinas secas (trigo o sorgo molido).

Finalmente se eligió la proporción de harina (h) y cabeza de camarón (c) de 70h:30c para la mezcla, lo cual correspondió de 30% a 31% de humedad y no se presentó dificultad durante el proceso.

5.4. Trigo y sorgo extruidos

El grano de trigo y sorgo se molió en el molino Pulvex 200 provisto de un tamiz 1/16". Cada harina se mezcló con agua por separado en una mezcladora Hobart durante 10 minutos para llevar las mezclas a una humedad de 30%.

Cada harina humedecida se pasó por el extrusor previamente calentado con frijol de soya hasta 120 °C. Durante el proceso se registró la velocidad de alimentación en el extrusor, el amperaje de trabajo e incremento de temperatura.

Los extruidos fueron secados al sol, y una vez secos se molieron en el molino Pulvex 200 provisto del tamiz 1/16" y se almacenaron en bolsas de plástico a 4 °C.

5.5. Coextruidos sencillos de cabeza de camarón con trigo o sorgo

La cabeza de camarón (c) congelada se molió en un molino de carne marca TOR-REY y se mezcló por separado con las harinas (h) de trigo y sorgo en una proporción de 70h:30c, el mezclado se realizó en una mezcladora Hobart de 10 a 15 minutos, adicionando antioxidante (BHT) y antifúngico (checkmol) en una proporción de 180 mg/kg y 2500 mg/kg respectivamente.

Las mezclas se coextruyeron, se secaron, molieron y almacenaron de acuerdo al proceso descrito para el trigo y sorgo extruido.

5.6. Coextruidos dobles de cabeza de camarón con trigo o sorgo

Los coextruidos dobles se elaboraron usando los coextruidos sencillos (cs) y la cabeza de camarón (c) previamente molidos en una proporción de 70cs:30c. El mezclado se realizó en la mezcladora Hobart de 10 a 15 minutos, durante este paso se agregó a la mezcla antioxidante (BHT) y antifúngico (Checkmol) en las mismas proporciones antes descritas.

Las mezclas se coextruyeron, se secaron, se molieron y se almacenaron de acuerdo al proceso descrito para el trigo y sorgo extruido.

5.7. Análisis químico de los ingredientes

Los ingredientes se analizaron mediante los siguientes métodos: proteína (Tecator, 1987), humedad (AOAC, 1990, No. 929.36), ceniza (AOAC, 1990, No. 942.05), lípidos (Tecator, 1983), fibra cruda (AOAC, 1990, No. 962.09) y extracto libre de nitrógeno (diferencia).

Los lípidos contenidos en los extruidos se analizaron por el método de hidrólisis ácida propuesto por AOAC (1990, No. 922.06).

A la harina de sorgo, coextruido sencillo y coextruido doble camarón-sorgo se le determinó el contenido de taninos (Price *et al.*, 1978).

A la cabeza fresca de camarón se determinó el Nitrógeno Volátil Total (Tecator, 1987, ASN 3140). A la cabeza fresca y a la harina de camarón se le midió la solubilidad de proteína por el método de hidróxido de potasio al 0.2% desarrollado por Keith Rinehart (citado en Dale, 1992).

5.8. Diseño experimental

Los coextruidos sencillos se usaron como fuente de cabeza de camarón y se incorporaron de 40 al 46% en las dietas para lograr una dosis de 4% de cabeza de camarón, mientras que los coextruidos dobles se incluyeron al 43.5% para lograr una dosis de 8% de cabeza de camarón en las dietas. Sin embargo, el doble proceso de extrusión podría afectar la calidad nutricional del coextruido como ha sido reportado por Dominy y Lim (1993); Pelcastre (1996) y Melo (1997). Para evaluar este posible daño se decidió elaborar dietas con el 21.8% de coextruidos dobles, lo que da nuevamente la dosis de 4% de cabeza de camarón en las dietas, lo que permitió comparar la eficiencia de los coextruidos sencillos y dobles en esta dosis.

En la figura 1 se describe la secuencia del proceso para obtener las dietas experimentales elaboradas con coextruidos sencillos y dobles.

Además de las dietas mencionadas arriba, para completar el diseño experimental se introdujeron las siguientes dietas:

Dietas con trigo o sorgo en forma de harina (sin extraer) o extraeridos sin cabeza de camarón.

Dietas con 0, 4 y 8% de harina de cabeza de camarón con harina de trigo o sorgo (sin extraer) y harina de camarón comercial Tepual.

Dietas con 4 y 8% de harina de cabeza de camarón experimental o de harina de camarón comercial Tepual como control.

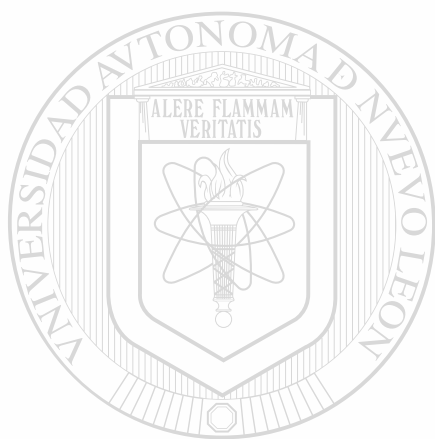
Las dietas consideradas constituyen un diseño factorial incompleto con 16 dietas las cuales fueron evaluadas en dos bioensayos de crecimiento de camarón:

- 1.- Las 16 dietas fueron evaluadas en el bioensayo en laboratorio (tabla 1).
- 2.- De acuerdo a los resultados del bioensayo en laboratorio, se seleccionaron para evaluar en jaulas en estanquería las dietas 2, 4, 6 y 8 las cuales incluyen los factores de proceso (secado y extrusión) y dosis (0 y 4%), la dieta 16 y la dieta comercial Rangen se usaron como control (tabla 2).

La selección de las dietas a evaluar en jaulas en estanquería, se realizó considerando:

- a) Que el menor costo de las dietas se obtuvo con sorgo, asimismo, la inclusión de sorgo en las dietas mejoró la TC y en algunos casos la TCA en el camarón con respecto a las dietas elaboradas con trigo.

- b) Que en el contexto de un alimento comercial es más probable el uso de un coextruido sencillo que de un coextruido doble, por lo que se evaluó el coextruido sencillo sorgo-camarón (dieta 8) en comparación con el sorgo molido con y sin harina de cabeza de camarón, así como con el sorgo extruido.
- c) Que la dieta 16 elaborada con el 8% de harina de camarón Tepual presentó la mejor TC y TCA en el camarón.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Fig. 1. Proceso para la obtención de dietas elaboradas con coextruidos sencillos y coextruidos dobles.

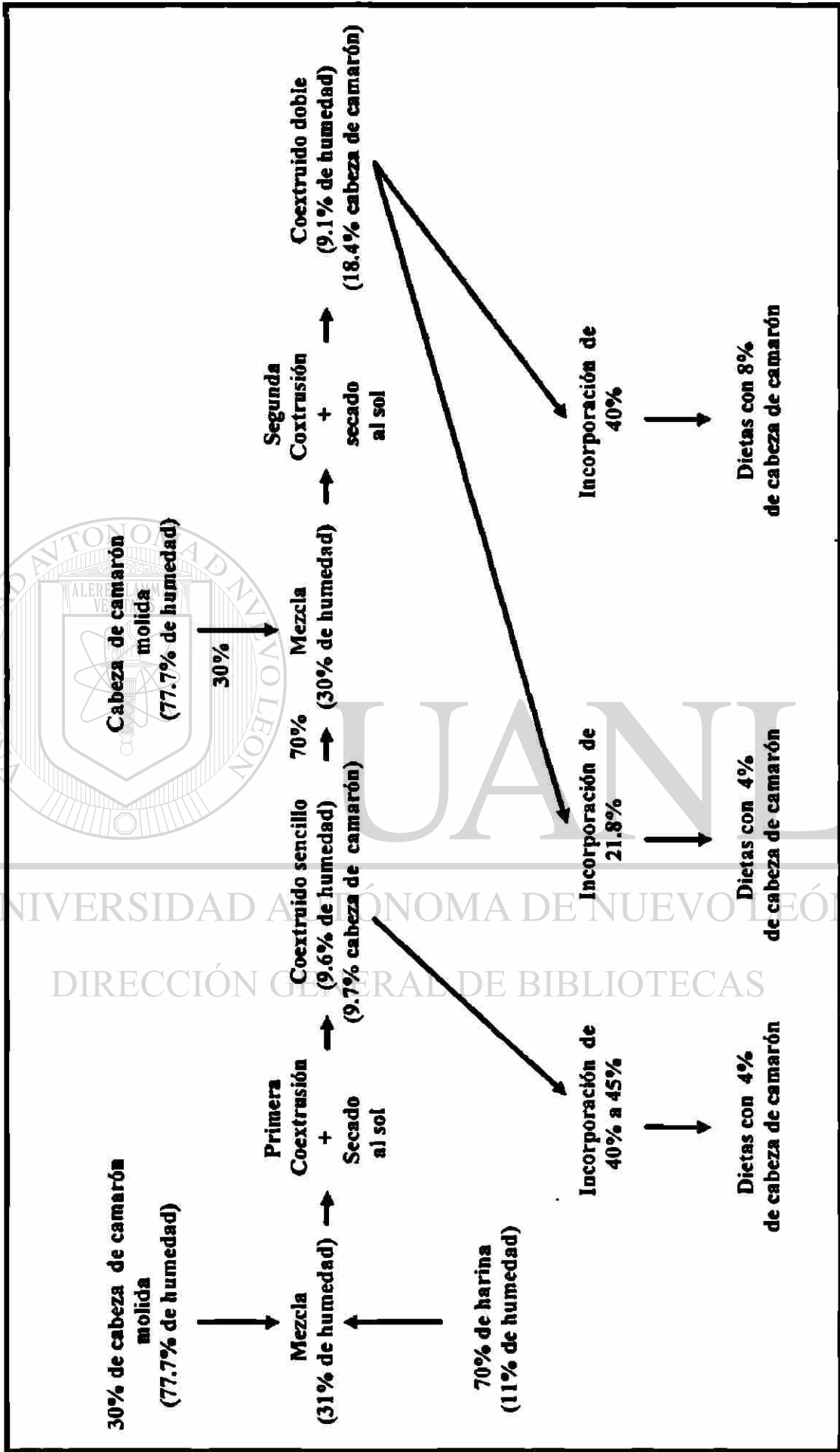


Tabla 1. Diseño del experimento en laboratorio.

Fuente	Cabeza de camarón				Harina comercial Tepual (cabeza y cáscara)				
Proceso	Secado (estufa)		Extrusión				Secado (flama directa)		
			sencilla		doble				
Cereal	Trigo	Sorgo	Trigo	Sorgo	Trigo	Sorgo	Trigo		
Cabeza de camarón (% de inclusión)									
0	1	2	3	4					
4	5	6	7	8	9	10		11	
8	12	13			14	15		16	

Tabla 2. Diseño del experimento en jaulas en estanquería.

Fuente	Cabeza de camarón		Harina comercial Tepual (cabeza y cáscara)	Comercial
Proceso	Secado (estufa)		Extrusión Sencilla	Secado (flama directa)
			Sorgo	Trigo
Cereal	Sorgo		Sorgo	Trigo
Cabeza de camarón (% de inclusión)	Rangen			
0	2		4	
4	6		8	
8				16

5.9. Formulación y elaboración de las dietas

5.9.1. Criterio utilizado en la formulación de las dietas

Se formularon 16 dietas isoproteicas (36%) e isolipídicas (8%) (tabla 3) empleando el programa de balanceo Mixit-2, de acuerdo a los requerimientos para el camarón propuestos por Akiyama *et al.* (1993).

Para la elaboración de las dietas se utilizó el criterio siguiente:

Se incluyeron los coextruidos en los porcentajes necesarios para aportar en la dieta los niveles de 4 y 8% de cabeza de camarón.

La harina de pescado y pasta de soya se utilizó como aporte de proteína animal y vegetal respectivamente, mientras que su nivel de inclusión se determinó considerando completar un nivel de 36% proteína.

La inclusión de cabeza de camarón en niveles de 4 y 8% en forma de harina y coextruido, se realizó en sustitución de la harina de pescado.

La inclusión de trigo y sorgo se mantuvo en el mismo nivel tanto en forma de harina, extruido y coextruido.

5.9.2. Técnica de elaboración de las dietas

En la elaboración de las dietas, los ingredientes mayores finamente molidos y pesados de acuerdo a su nivel de inclusión en la formulación, se mezclaron por 8 minutos en una mezcladora marca KitchenAid, y durante el mezclado se agregó para cada dieta 400 ml de agua, posteriormente se agregaron los ingredientes menores, el aceite de pescado y la lecitina de soya dejándose mezclar por otros 8 minutos. Posteriormente las dietas se peletizaron en un molino de carne TOR-REY equipado con un dado con orificios de 2 mm. Las dietas se secaron al sol y se almacenaron en bolsas de plástico a 4 °C.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla 3. Composición de las dietas.

Ingredientes	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
Trigo	39.8	-	-	-	38.08	-	2.15	-	23.18	-	37.03	36.49	-	9.13	-	34.51
Sorgo	-	38.03	-	-	-	36.22	-	1.12	-	20.16	-	-	34.71	-	2.62	-
Trigo extruido	-	-	40.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorgo extruido	-	-	-	37.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. S. T-C	-	-	-	-	-	-	45.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. S. S-C	-	-	-	-	-	-	-	40.80	-	-	-	-	-	-	-	-
C. D. T-C	-	-	-	-	-	-	-	-	21.8	-	-	-	-	43.50	-	-
C. D. S-C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.80	-	-	-	-	43.40	-
Harina de cabeza de camarón	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	8.00	-	-	-	-
Harina de camarón Tepual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	-	8.00	-	-	8.00
Metionina	0.2	0.24	0.23	0.24	0.28	0.29	0.29	0.30	0.25	0.29	0.27	0.32	0.34	0.36	0.34	0.31
Aceite de pescado	1.1	0.62	1.05	0.76	0.95	0.51	-	0.11	0.33	0.39	0.94	0.81	0.39	0.19	0.16	0.79
Pasta de soya	26.9	29.33	25.84	29.45	28.92	31.18	24.27	29.88	27.12	29.57	29.97	30.59	32.77	23.03	29.70	32.61
Harina de pescado (jurel)	19.7	19.70	19.70	19.70	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
Ingredientes constantes	12.3	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28	12.28

C. S. T-C= Coextruido sencillo trigo-camarón, C. S. S-C= Coextruido sencillo sorgo-camarón, C. D. T-C= Coextruido doble trigo-camarón,

C. D. S-C= Coextruido doble sorgo-camarón.

Ingredientes constantes: Gluten de trigo 6%, antioxidante 0.02%, antifúngico (checkmol) 0.05%, minerales 0.25%, vitaminas 0.25%, atractante (F.P.) 0.5%, lecitina de soya 5% y colestero 0.2%.

Mezcla de vitaminas: Vit. A 1,000,000 IU/kg, Vit. B₁ 6,000 ppm, B₂ 2,500 ppm, Ca Pant. 1,500 ppm, Vit. B₆ 1,500 ppm, Vit. B₁₂ 20 ppm, Vit. C 10,000 ppm, CP y P 10,000 ppm, Vit. K₃ 4,000 ppm, vit. D₃ 800,000 UI/kg, Vit. E 15,000, Vit. K 100 ppm, Niacina 2,500 ppm, Ac. fólico 1,000 ppm.

Mezcla de minerales: Co 500 ppm, Mg 0.0001%, Mn 4,000 ppm, Zn 10,000 ppm, Ca 5,000 ppm, Fe 0.25 ppm, I 500 ppm y Se 25 ppm.

5.10. Análisis químico de las dietas

Las dietas se analizaron mediante los siguientes métodos: proteína (Tecator, 1987), humedad (AOAC, 1990, No. 929.36), ceniza (AOAC, 1990, No. 942.05), lípidos (Tecator, 1983), fibra cruda (AOAC, 1990, No. 962.09) y extracto libre de nitrógeno (diferencia).

Los lípidos contenidos en las dietas elaboradas con sorgo extruido y coextruidos de sorgo + cabeza de camarón se analizaron por el método de hidrólisis ácida (AOAC, 1990, No. 922.06).

El contenido de taninos en las dietas que contienen sorgo, extruido sencillo y coextruido doble sorgo-camarón se determinó por el método descrito por Price *et al.* (1978).

5.11. Análisis de lixiviación de las dietas

La lixiviación de las dietas se determinó mediante el método descrito por Aquacop (1978).

5.12. Evaluación del crecimiento del camarón

La evaluación del crecimiento del camarón se realizó en dos bioensayos: 1) En el sistema cerrado de recirculación de agua marina sintética del programa maricultura en Monterrey, N. L. y 2) en jaulas en un estanque de la granja AquaStrat ubicada en Escuinapa, Sin.

5.12.1. Bioensayo en laboratorio

Se evaluaron por 28 días 16 dietas experimentales con 3 replicados (acuarios) cada una. ®

5.12.1.1. Descripción de la sala de bioensayos

La sala de bioensayos cuenta con un sistema cerrado de recirculación de agua marina sintética con un recambio de agua de 300% por día, cuenta con 48 acuarios de fibra de vidrio con doble fondo de 60 X 30 X 35 cm de 60 litros de capacidad y 3 tanques de aclimatación de 1.4 X 1.5 X 0.4 mts de 500 litros de capacidad. Cuenta además con un sistema de filtración a base de filtros de cartuchos de 50 micras, un sistema de U.V., un ozonificador, dos contactores biológicos rotatorios, dos filtros de carbón activado, dos espumadores y un sistema de aireación. Para mantener la temperatura constante, el sistema cuenta con un calentador de agua y una manguera dispuesta en serpentín que actúa como intercambiador de calor en los tanques reservorios.

5.12.1.2. Desarrollo del bioensayo

Las biometrías (pesadas) se realizaron al inicio, 14 días y 28 días del experimento, utilizando una balanza Ohaus con precisión de 0.001 g. Los camarones se pesaron de manera individual.

Se utilizaron juveniles de camarón azul *Penaeus stylirostris* (super shrimp) de 0.417 g de peso y una densidad de 9 camarones por acuario, los organismos procedieron de la granja AquaStrat ubicada en Escuinapa, Sin.

Los juveniles de camarón se aclimataron en tanques de 500 l en la sala de bioensayos por 3 días, donde se les proporcionó como alimento la dieta comercial Rangen de 35% proteína. Se realizó un muestreo preliminar el cual permitió elegir las clases de tallas del camarón para ser usadas en el bioensayo. Las tallas utilizadas por acuario fueron: 2 camarones de 0.325 g - 375 g, 3 camarones de 0.375 g - 0.425 g y 4 camarones de 0.475 g - 0.525 g.

Al día siguiente se realizó la distribución y la biometría inicial de los camarones, las dietas (tratamientos) se distribuyeron al azar en las unidades experimentales (acuarios), y al siguiente día se inicio la alimentación. Se alimentó una vez por día durante los primeros cinco días, posteriormente se alimento dos veces por día, iniciando con el 10% de la biomasa y con ajustes periódicos de acuerdo al consumo.

Durante los primeros tres días se reemplazaron los camarones muertos.

Se registraron diariamente por la mañana los restos de alimento y mortalidad, y posteriormente se sifonearon los acuarios.

Durante el bioensayo se mantuvo un fotoperíodo de 12 horas luz.

Diariamente se registró la temperatura y salinidad del agua. Cada semana se midió el contenido de amoníaco, pH, nitritos y oxígeno disuelto.

5.12.2. Bioensayo en estanquería

5.12.2.1. Descripción de la instalación experimental

Se evaluaron por 14 días 6 dietas (5 experimentales y 1 comercial Rangen) con 4 replicados (jaulas) cada una, en un estanque de una hectárea de superficie provisto de un aireador de paletas de 1.8 m impulsado por un motor de 5 H.P. en la granja AquaStrat.

Se utilizaron 24 jaulas de 1 x 1 x 1.3 m construidas con malla de 9 x 9 mm y estructura de PVC de 1 pulgada de diámetro, se colocaron en dos trenes de 12 jaulas c/u con 1.5 m de separación entre ellas. Se colocaron las jaulas al lado del aireador para evitar el arrastre de materia orgánica a su interior, ocasionado por el movimiento del agua impulsada por el aireador en movimiento, que normalmente trabajo durante la noche. Asimismo, las jaulas se colocaron fuera del área de alimentación de los camarones en el estanque, comprendida entre los 10 a 12 m a partir de la orilla. Se colocó una tela de mosquitero unida a una malla Netlon al frente de las jaulas para evitar que durante la alimentación de los organismos en el estanque los pelets que llegan a flotar no entraran a las jaulas.

Previo a este bioensayo, se realizaron 3 bioensayos similares en la estanquería de la misma empresa. Estos bioensayos permitieron definir las condiciones adecuadas para realizar un bioensayo utilizando jaulas en estanquería en un sistema intensivo (apéndice 5).

5.12.2.2. Desarrollo del bioensayo

Para el bioensayo se emplearon juveniles de camarón *Penaeus stylirostris* procedentes de la misma granja de un peso promedio de 7.9 g a una densidad de 25 organismos por jaula. En cada jaula se colocaron 5 camarones de 6.4 g - 6.6 g, 5 camarones de 6.7 g - 6.8 g, 5 camarones de 6.9 g - 7.0 g, 5 camarones de 7.1 g - 7.2 g y 5 camarones de 7.3 g - 7.4 g.

Los organismos seleccionados se aclimataron por 3 días en las jaulas antes de iniciar el experimento, se alimentaron con alimento comercial Rangen de 35% de proteína.

El bioensayo tuvo una duración de 14 días.

Las biometrías (pesadas) se realizaron al inicio y a los 14 días. Para el pesado se utilizó una balanza Ohaus con precisión de 0.1 g.

La tasa de alimentación inicial fue de 2.6% de la biomasa, con ajustes por jaula a partir de la segunda semana. Se alimentó 6 veces por día cada 4 horas, empleándose charolas de alimentación de tela de mosquitero de 40 x 40 x 5 cm. El consumo de alimento fue registrado en cada alimentación.

Diariamente se registró la temperatura, oxígeno, pH con un oxímetro marca Easy.

La productividad primaria se cuantificó utilizando un hematocitómetro, asimismo, se identificó el fitoplancton y zooplancton presente en el agua del estanque.

Se realizaron 4 recambios de agua en el estanque durante el desarrollo del experimento, los cuales fueron de entre 30 y 40%.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

5.12.3. Parámetros de la evaluación biológica

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El registro de pesos individuales, número de individuos y consumo de alimento permitió determinar en cada unidad experimental (acuario o jaula) la tasa de crecimiento (TC), consumo individual, tasa de conversión alimenticia (TCA), sobrevivencia (S) empleándose las fórmulas siguientes:

Fórmulas

$$TC = \frac{\text{Peso promedio final} - \text{Peso promedio inicial}}{\text{Peso promedio inicial}} \times 100$$

$$S = \frac{\text{Número final de organismos}}{\text{Número inicial de organismos}} \times 100$$

$$TCA = \frac{\text{Consumo individual de alimento}}{\text{Peso promedio ganado}}$$

Consumo individual: El consumo individual del alimento por el camarón, se determinó cuantificando el consumo diario por unidad experimental y se dividió entre el número de camarones para ese día, este mismo procedimiento se realizó diariamente. Al finalizar el experimento se sumaron los consumos individuales de cada día y se obtuvo el consumo individual total.

5.13. Análisis estadístico para el bioensayo en laboratorio

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS versión 5.0.

Para comprobar la reproducibilidad de la respuesta obtenida en las 3 unidades experimentales (replicados) se realizó una prueba de homogeneidad de varianza por Bartlett y ANOVA de una vía al interior de cada tratamiento para los pesos individuales.

Para evaluar el efecto de los factores considerando el diseño experimental, se utilizaron los datos obtenidos por cada unidad experimental: sobrevivencia, tasa de crecimiento, consumo y tasa de conversión alimenticia (3 replicados/tratamiento). Se aplicaron análisis de varianza bifactorial y trifactorial para aprovechar las repeticiones ofrecidas por el diseño experimental, según el plan descrito a continuación.

Para cada grupo de dietas descrito a continuación, también se realizó un análisis de varianza de una vía y la prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel de significancia de 0.05, con el objetivo de detectar las dietas sobresalientes.

Extrusión sencilla/ doble

Análisis bifactorial para las dietas 7, 8, 9 y 10.

Factores:

- a) Extrusión (sencilla y doble).
- b) Acarreador (trigo y sorgo).

Factores proceso, acarreador y nivel de inclusión

Análisis trifactorial para las dietas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14 y 15.

Factores:

- a) Proceso (secado y extrusión).
- b) Acarreador (trigo y sorgo).
- c) Nivel de inclusión de cabeza de camarón (0, 4 y 8%).

Factor origen

Análisis bifactorial para las dietas 5, 11, 12 y 16.

Factores:

- a) Origen (cabeza de camarón y harina de camarón comercial Tepual).
- b) Nivel de inclusión (4 y 8%).

5.14. Análisis estadístico para el bioensayo en jaulas en estanquería

Factores proceso y nivel de inclusión

Análisis bifactorial para las dietas 2, 4, 6 y 8.

Factores:

- a) Proceso de extrusión (secado y extruido sencillo).
- b) Nivel de inclusión (0 y 4%).

ANOVA de una vía para las dietas 2, 4, 6 y 8 con comparación de medias de Duncan y al nivel de significancia del 0.05.

ANOVA de una vía para todas las dietas (2, 4, 6, 8, 16 y Rangen) con comparación de medias de Duncan y al nivel de significancia del 0.05.

5.15. Análisis de costos

5.15.1. Costo específico de las dietas

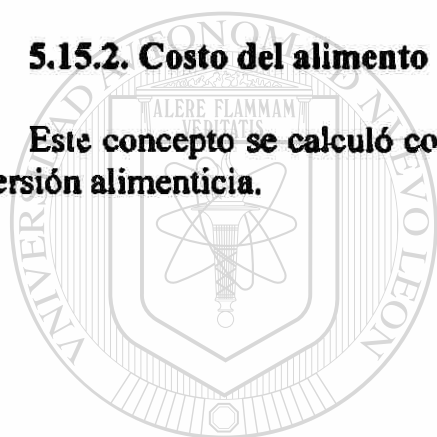
Se calculó el costo específico de las dietas por tonelada considerando el costo de los ingredientes de acuerdo a su inclusión, se consideró \$400.00 por tonelada por el proceso de peletizado.

La estimación del costo del trigo y sorgo extruido y coextruidos de trigo o sorgo + cabeza de camarón, se realizó tomando en cuenta los conceptos: mano de obra, energía eléctrica consumida por el equipo, combustible (gasolina), antioxidante, antifúngico y el costo de los ingrediente usados en su elaboración para cada caso.

La energía eléctrica consumida por cada uno de los equipos usados en la elaboración de los extruidos y coextruidos se calculó considerando el consumo de energía en KWH, las horas de trabajo y el precio por KWH para el horario intermedio con la tarifa HM.

5.15.2. Costo del alimento por tonelada de camarón producido

Este concepto se calculó considerando el costo de las dietas por tonelada y la tasa de conversión alimenticia.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Parámetros de proceso de los extruidos y coextruidos

Las harinas de trigo o sorgo y las mezclas de trigo o sorgo + cabeza de camarón fueron procesadas sin problema en el extrusor con una humedad máxima de 31%.

La temperatura durante el proceso de los extruidos y coextruidos osciló entre 120 y 175 °C (tabla 4).

Tabla 4. Temperatura de proceso de los extruidos y coextruidos.

Extruido / Coextruido	T°C inicial	T°C final
Trigo extruido	170	175
Sorgo extruido	175	160
Coextruido sencillo trigo-camarón	130	145
Coextruido sencillo sorgo-camarón	130	145
Coextruido doble trigo-camarón	150	150
Coextruido doble sorgo-camarón	130	145

La temperatura de proceso se encuentra cercana a la temperatura de proceso de los extruidos sencillos elaborados por Melo (1997) la cual fue entre 140 y 150 °C, en tanto que para el coextruido doble fue entre 110 a 150 °C. Asimismo, Pelcastre (1996) reporta temperaturas entre 126 y 146 °C para el proceso de coextruidos de pasta de soya + subproducto de pescado, mientras que Carver *et al.* (1989) señalan temperaturas de proceso de 146 y 152 °C para los coextruidos sencillos de cabeza de camarón + pasta de soya y temperaturas de 166 a 171 °C para los coextruidos dobles.

El amperaje promedio durante los procesos fue de 70 amps y la velocidad de alimentación fue de 50 a 90 r.p.m.

6.2. Análisis de ingredientes y dietas

6.2.1. Composición proximal de los ingredientes experimentales

El contenido de proteína de los coextruidos con trigo + cabeza de camarón fue mayor que el coextruido sorgo-camarón (tabla 5), esto atribuido a un mayor contenido de proteína en el trigo, este mismo comportamiento se observó con el contenido de fibra y ceniza.

Tabla 5. Composición proximal de las harinas, extruidos y coextruidos.

Mezcla	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %	ELN %
Trigo	10.9±0.4	12.3±0.2	1.8±0.1	2.5±0.1	2.0±0.1	70.5
Sorgo	11.0±0.1	9.9±0.7	3.0±0.1	2.1±0.0	1.6±0.0	72.4
Trigo extruido	11.2±0.0	13.2±0.4	1.8±0.0	2.2±0.2	2.1±0.1	69.5
Sorgo extruido	12.3±0.0	10.4±0.0	2.6±0.3	2.4±0.2	1.6±0.0	70.7
C.S. T-C	9.6±0.1	18.8±0.5	4.6±0.2	3.2±0.0	3.5±0.1	57.4
C.S. S-C	9.7±0.4	14.8±0.2	4.7±0.2	2.5±0.0	3.3±0.0	65.0
C.D. T-C	9.6±0.3	24.8±0.1	4.8±0.3	4.1±0.0	5.2±0.1	51.5
C.D. S-C	8.7±0.0	19.8±0.1	5.0±0.6	3.6±0.0	4.3±0.0	58.6
H. C. camarón	6.6±0.1	49.5±0.4	11.8±0.5	10.4±0.0	19.5±0.4	2.2
H.C. Tepual	8.2	40.5	12.3	17.6	21.4	0.0

C.S. S-C= Coextruido sencillo sorgo-camarón, C.D. T-C= Coextruido doble trigo-camarón, C.D. S-C= Coextruido doble sorgo-camarón, H. C. camarón= Harina de cabeza de camarón y H.C. Tepual= Harina de camarón Tepual.

6.2.2. Solubilidad de proteína

La solubilidad de la proteína en la harina de cabeza de camarón fue de 54.33% mientras que con la cabeza fresca de camarón fue de 76.43% (tabla 6), las cuales fueron inferior y similar respectivamente al 76.67% reportado por Melo (1996) para esta misma harina. En el caso de la harina de camarón comercial Tepual, la solubilidad de proteína fue de 23.74%.

Se calculó la solubilidad de proteína de las mezclas antes de coextruirse a partir de la solubilidad de la cabeza fresca de camarón, de las harinas de trigo y sorgo, así como de los coextruidos sencillos de trigo o sorgo + cabeza de camarón de acuerdo al porcentaje de inclusión. Al comparar las solubilidades de proteína después de la extrusión se observó que fueron menores a las solubilidades calculadas de las mezclas antes de coextruirse, esta disminución se atribuye al efecto de la temperatura durante la extrusión. La temperatura durante la extrusión redujo en más de la mitad la solubilidad de la proteína en las harinas de trigo y sorgo.

Esto concuerda con el caso citado por Dale (1992) el cual encontró disminución en la solubilidad de la proteína de la soya, al aplicarle tratamiento térmico. En general el proceso térmico sobre la proteína ocasiona disminución en su solubilidad debido a la interacción de la proteína con otros componentes del ingrediente.

Actualmente no se tiene reportes sobre la solubilidad óptima de proteína para la harina de cabeza de camarón, harina de trigo o harina de sorgo. Sólo se conoce como referencia el rango para la soya reportado por Akiyama (1992), el cual considera como óptimo un índice de 60 a 80% para asegurar un crecimiento adecuado de las especies acuícolas.

Un índice inferior al 60% de solubilidad en la proteína de la soya indica un tratamiento térmico excesivo que disminuye la digestibilidad de la proteína.

Tabla 6. Solubilidad de proteína de la cabeza camarón fresca, harinas de grano, mezclas a extruir y harinas de camarón antes y después de la extrusión (N soluble en % del nitrógeno total).

Ingrediente	Antes de la extrusión	Después de la extrusión
Cabeza fresca de camarón	76.3±0.5	--
Harina de cabeza de camarón	54.3±0.3	--
Harina de camarón comercial	23.8±0.7	--
Tepual		
Trigo	87.2±0.3	34.2±0.9
Sorgo	37.9±0.6	12.5±0.4
C.S. T-C	83.9*	34.4±0.4
C.S. S-C	43.6*	22.4±0.5
C.D. T-C	51.36*	25.5±0.7
C.D. S-C	36.64*	22.5±0.7

C.S. T-C= Coextruido sencillo trigo-camarón, C.S. S-C= Coextruido sencillo sorgo-camarón, C.D. T-C= Coextruido doble trigo-camarón, C.D. S-C= Coextruido doble sorgo-camarón.

*Valor calculado en función de las solubilidades de los ingredientes.

6.2.3. Contenido de taninos

El contenido de taninos de la harina de sorgo, extruidos, coextruidos y dietas elaboradas con sorgo expresados en equivalentes de catequina se muestran en la tabla 7. La harina de sorgo presentó el más alto contenido de taninos, pero al extruirse disminuyó en un 38.6%. El coextruido doble sorgo + cabeza de camarón presentó mayor contenido que el coextruido sencillo. En el caso de las dietas 2, 6 y 13 elaboradas con harina de sorgo y harina de camarón el contenido de taninos se incrementó a medida que se incrementó la inclusión de cabeza de camarón, éste mismo comportamiento se presentó con las dietas 4 y 8 elaboradas con coextruido de sorgo + cabeza de camarón, pero no para la dieta 10 con el doble coextruido.

Tabla 7. Contenido de taninos en harina, extruidos, coextruidos y dietas con sorgo.

Ingrediente/Dieta	mg/100mg eq. de catequina mv -HCl
Sorgo	0.1210
Sorgo extruido	0.0743
C.S. S-C	0.0459
C.D. S-C	0.0608
Dieta 2	0.0710
Dieta 4	0.0699
Dieta 6	0.0974
Dieta 8	0.0765
Dieta 10	0.0719
Dieta 13	0.1035
Dieta 15	0.0496

C.S. S-C= Coextruido sencillo sorgo- camarón, C.D. S-C= Coextruido doble sorgo camarón.

Meyer y Gorbet (1984) indican que los sorgos bajos en taninos contienen menos del 0.1% mientras que los sorgos altos en taninos pueden contener más de 3.4%, de acuerdo a esta clasificación el sorgo usado en este experimento correspondió a un sorgo bajo en taninos. En el trabajo de Torres (1990) reportó el contenido de taninos de 10 variedades de sorgo procedentes del estado de Tamaulipas, los cuales presentaron de 0.24 a 1.016 mg/100 mg equivalentes de catequina, concentraciones superiores al reportado en este trabajo.

El contenido de taninos en el sorgo disminuyó al extruirlo debido al efecto de la temperatura; en relación a esto se ha reportado que la temperatura ocasiona la disminución del contenido de taninos en las muestras que lo contienen Mali *et al.* (1990) y Ziena *et al.* (1991).

El ligero incremento del contenido de taninos en el coextruido doble con respecto al coextruido sencillo se atribuye a la mayor inclusión de cabeza de camarón en el coextruido doble, lo cual sugiere que los pigmentos de la cabeza de camarón interfirieron durante la lectura de la muestra, provocando la sobrestimación del contenido de taninos. Este mismo comportamiento se presentó con las dietas 4 y 8 elaborada con extruido de sorgo y coextruido sencillo sorgo + cabeza de camarón respectivamente, de igual manera esto sucedió con las dietas 2, 4 y 6 que contenían 0, 4 y 8% de cabeza de camarón respectivamente.

6.2.4. Nitrógeno volátil total

El nitrógeno volátil total de la cabeza de camarón recién descongelada fue de 17.76 mg/100 g de cabeza fresca.

La determinación de TVN en peces y en productos de pescado fresco es usada como un indicador de frescura y es una medida comúnmente usada en el comercio (Storey *et al.*, 1984), esta determinación cuantifica las bases nitrogenadas, trimetilamina, dimetilamina y amoníaco producidos durante el proceso de deterioro del pescado (Galleguillos, 1996).

El valor de TVN de la cabeza fresca de camarón (17.76 mg/100 g) corresponde al valor obtenido en anchovetas (14 mg N/100 g) mantenida de 20-28 °C durante 12 horas antes de su proceso a harina. La cabeza de camarón se mantuvo 21 horas en hielo, desde la cosecha del camarón (camarón cultivado), hasta su traslado a la ciudad de Monterrey donde fue congelado a -20 °C.

En el caso de la harina de anchoveta se conoce que con un TVN mayor a 30 mg N/100 g en el pescado crudo, el deterioro de la materia prima tiene un efecto significativo sobre el consumo y crecimiento de los camarones (Pike y Hardy, 1997 y Ricque *et al.*, 1998).

El rango aceptable para la cabeza de camarón no ha sido establecido a la fecha.

6.2.5. Granulometría de las harinas de cabeza de camarón y de camarón comercial Tepual

La harina de cabeza de camarón presentó mayor tamaño de partícula, mayor porcentaje de harina retenida en las mallas y menor cantidad de finos que la harina de camarón comercial Tepual (tabla 8).

Tabla 8. Granulometría de las harinas de cabeza de camarón y de camarón comercial Tepual.

No. malla	Micras	H. cabeza de camarón %	Harina Tepual %
18	1000	2.15	---
35	500	14.1	6.42
60	250	31.77	20.32
70	212	8.48	7.79
Paso la malla 70	menos de 212	43.51	65.47

El mayor tamaño de partículas y porcentaje de la harina de cabeza de camarón, está relacionado directamente con la mayor lixiviación de las dietas que contenían esta harina (tabla 10), y se sugiere interviene en la digestibilidad, ya que las partículas finas son más fácil digerir que las partículas más grandes.

6.2.6. Composición proximal de las dietas

En la tabla 9 se muestra el análisis proximal de las dietas usadas en el bioensayo de laboratorio y en jaulas en estanquería.

Tabla 9. Composición proximal de las dietas experimentales y comercial.

Dieta	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %	ELN %
1 (Harina de trigo)	7.3±0.1	37.0±0.1	8.3±0.3	2.0±0.1	5.9±0.0	60.4
2 (Harina de sorgo)	7.5±0.0	37.2±0.4	8.1±0.2	2.1±0.2	6.0±0.0	60.7
3 (T.E.)	7.6±0.0	36.5±0.2	7.5±0.1	1.8±0.1	6.0±0.0	59.3
4 (S.E.)	8.4±0.0	36.3±0.2	7.5±0.3	2.2±0.2	5.9±0.0	60.2
5 (T.H.C. 4%)	8.4±0.1	36.8±0.8	8.3±0.1	2.4±0.1	6.1±0.0	61.9
6 (S.H.C. 4%)	7.8±0.3	36.7±0.2	8.3±0.0	2.8±0.1	6.1±0.0	61.6
7 (C.S. T-C 4%)	8.1±0.0	35.9±0.2	7.3±0.3	2.4±0.1	6.0±0.3	59.8
8 (C.S. S-C 4%)	7.7±0.2	36.2±0.4	7.4±0.1	2.9±0.1	6.1±0.0	60.2
9 (C.D. T-C 4%)	8.5±0.4	36.6±0.1	7.6±0.2	2.7±0.1	6.1±0.1	61.5
10 (C.D. S-C 4%)	7.9±0.2	35.8±0.4	7.3±0.2	2.8±0.1	6.0±0.0	59.9
11 (H. Tepual 4%)	7.3±0.8	36.7±0.0	7.3±0.3	2.6±0.0	6.5±0.1	60.4
12 (T.H.C. 8%)	7.8±0.3	37.2±0.6	7.6±0.2	2.9±0.1	6.3±0.1	61.7
13 (S.H.C. 8%)	8.8±0.2	37.4±0.2	6.5±0.0	2.5±0.1	6.3±0.0	61.6
14 (C.D. T-C 8%)	8.7±0.1	36.0±0.3	8.3±0.4	2.7±0.0	6.1±0.0	61.8
15 (C.D. S-C 8%)	8.6±0.9	35.8±0.2	7.0±0.0	2.4±0.0	6.1±0.0	60.0
16 (H. Tepual 8%)	7.6±0.1	36.3±1.4	7.5±0.0	3.2±0.0	7.0±0.0	61.7
Rangen	8.4±0.0	36.4±0.3	7.4±0.3	4.05±0.2	11.6±0.0	32.1

T.E.= Trigo extruido, S.E.= Sorgo extruido, T.H.C. 4%= Trigo y harina de camarón 4%, S.H.C. 4%= Sorgo y harina de camarón 4%, C.S. T-C 4%= Coextruido sencillo trigo-camarón 4%, C.S. S-C 4%= Coextruido sencillo sorgo-camarón 4%, C.D. T-C 4%= Coextruido doble trigo-camarón 4%, C.D. S-C 4%= Coextruido doble sorgo-camarón 4%, H. Tepual 4%= Harina Tepual 4%, T.H.C. 8%= Trigo y harina de camarón 8%, S.H.C. 8%= Sorgo y harina de camarón 8%, C.D. T-C 8%= Coextruido doble trigo-camarón 8%, C.D. S-C 8%= Coextruido doble sorgo-camarón 8%, H. Tepual 8%= Harina Tepual 8%.

Los rangos de proteína (35.8-37.4%) y lípidos (6.5-8.3%) son suficientemente estrechos para que las dietas se consideren isoproteicas, isolipídicas e isoenergéticas (5.2-5.3 kcal/g); la dieta comercial Rangen se ubica en estos rangos pero su contenido de fibra y ceniza son más altos que las dietas experimentales. Para el cálculo de la energía (kcal/g) en las dietas el porcentaje de proteína, lípidos y carbohidratos se multiplicaron por los factores 5.6, 9.5 y 4.1 respectivamente, según Tacon (1989).

6.2.7. Lixiviación de las dietas usadas en laboratorio

La lixiviación de las dietas se realizó empleando el método descrito por Aquacop (1978), utilizando agua marina sintética entre 24 y 27 °C a 37₀₀₀.

La lixiviación de las dietas experimentales fluctuó entre 15.1 y 27.3% excepto para las dietas 12 y 13 elaboradas con el 8% de inclusión de harina de cabeza de camarón las cuales mostraron 47.9 y 63.8% respectivamente, mientras que la dieta comercial Rangen presentó menor lixiviación (tabla 10). Los resultados se discuten a continuación.

Tabla 10. Lixiviación de las dietas.

Dieta	Promedio (%) PMS	C V (%)
1 (Harina de trigo)	15.9±0.7	4.7
2 (Harina de sorgo)	17.6±0.7	4.2
3 (T.E.)	21.2±1.8	8.5
4 (S.E.)	23.2±2.0	8.4
5 (T.H.C. 4%)	21.6±1.7	7.8
6 (S.H.C. 4%)	27.3±0.7	2.5
7 (C.S. T-C 4%)	23.3±1.3	6.8
8 (C.S. S-C 4%)	15.7±1.3	8.2
9 (C.D. T-C 4%)	17.3±1.8	10.2
10 (C.D. S-C 4%)	27.3±2.6	9.7
11 (H. Tepual 4%)	15.1±1.1	7.0
12 (T.H.C. 8%)	47.9±2.1	4.3
13 (S.H.C. 8%)	63.8±1.4	2.2
14 (C.D. T-C 8%)	26.7±1.0	3.8
15 (C.D. S-C 8%)	24.5±1.0	4.1
16 (H. Tepual 8%)	15.5±1.2	8.0
Rangen	12.3±0.3	2.8

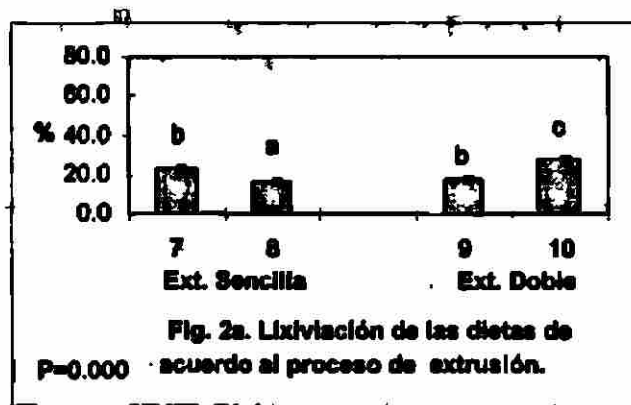
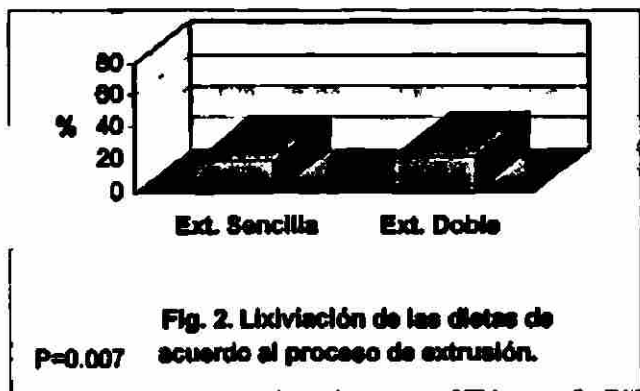
T.E.= Trigo extruido, S.E.= Sorgo extruido, T.H.C. 4%= Trigo y harina de camarón 4%, S.H.C. 4%= Sorgo y harina de camarón 4%, C.S. T-C 4%= Coextruido sencillo trigo-camarón 4%, C.S. S-C 4%= Coextruido sencillo sorgo-camarón 4%, C.D. T-C 4%= Coextruido doble trigo-camarón 4%, C.D. S-C 4%= Coextruido doble sorgo-camarón 4%, H. Tepual 4%= Harina Tepual 4%, T.H.C. 8%= Trigo y harina de camarón 8%, S.H.C. 8%= Sorgo y harina de camarón 8%, C.D. T-C 8%= Coextruido doble trigo-camarón 8%, C.D. S-C 8%= Coextruido doble sorgo-camarón 8%, H. Tepual 8%= Harina Tepual 8%, PMS= Peso en materia seca.

6.2.7.1. Efecto de los diferentes factores sobre la lixiviación de las dietas

6.2.7.1.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble

La lixiviación de las dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de extrusión doble fue significativamente mayor ($P < 0.01$) a las dietas elaboradas con el proceso

de extrusión sencilla (fig. 2). El incremento de la lixiviación con el proceso de extrusión doble se da en las dietas con coextruido de sorgo-camarón (fig. 2a).



BIFACTORIAL.

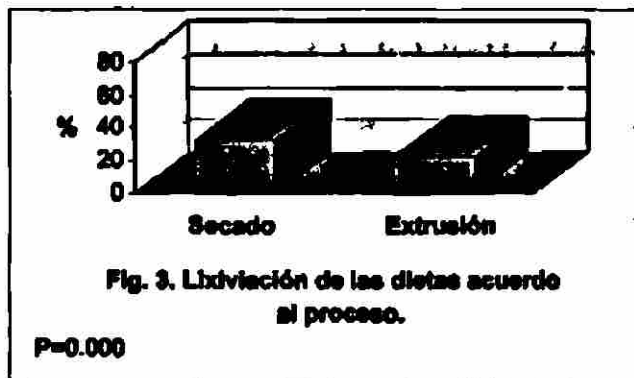
ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Estos resultados concuerdan con los reportados por Melo (1997) quien encontró mayor lixiviación en la dieta elaborada con coextruido doble de pasta de soya + cabeza de camarón, con respecto a la dieta con coextruido sencillo pasta de soya + cabeza de camarón. Otro resultado similar es el de Lim y Dominy (1992) quienes encontraron mayor lixiviación en dietas con soya doblemente extruida que en dietas elaboradas a base de pasta de soya.

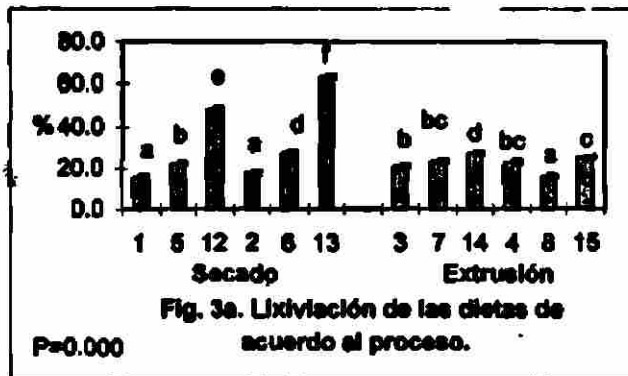
La lixiviación de las dietas fue mayor donde se incluyó el coextruido sorgo-camarón, lo que indica que el doble proceso de extrusión ocasiona mayor daño sobre sus almidones y se refleja en su capacidad ligante. Se sabe que los almidones al reextruirlos resultan en un decremento de su peso molecular, posiblemente debido a las condiciones severas durante la extrusión (Kollengode *et al.*, 1996), lo que sugiere le hace perder su capacidad ligante.

6.2.7.1.2. Efecto del proceso

La lixiviación de las dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de secado fue significativamente mayor ($P<0.001$) a las dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de extrusión (fig. 3). De acuerdo a la figura 3a las dietas 12 y 13 elaboradas con harina de trigo o sorgo + 8% de harina de cabeza de camarón respectivamente son las responsables del incremento promedio de lixiviación en el grupo de secado, lo que es confirmado por la significancia de la interacción dosis-proceso ($P<0.001$), con un valor de F mayor para las interacciones acarreador-dosis y acarreador-proceso (apéndice 8).



TRIFACTORIAL.



ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

La lixiviación de las dietas 1 y 2 elaboradas con harina de trigo y harina de sorgo sin cabeza de camarón respectivamente, fue menor a la observada con las dietas 3 y 4 donde se incluyeron trigo o sorgo extruido respectivamente, este comportamiento se sugiere se debió a que los almidones previamente gelatinizados por el proceso de extrusión se vieron afectados por el calentamiento durante el peletizado de la dieta, donde alcanzó una temperatura de 70 a 75 °C, en relación a esto Cheftel y Cheftel (1976) señalan que los almidones gelatinizados, al prolongarse el tratamiento hidrotérmico, pueden sufrir una ruptura del almidón, hidrólisis parcial y disolución más o menos completa de la amilosa y amilopectina lo que ocasiona un descenso de la viscosidad.

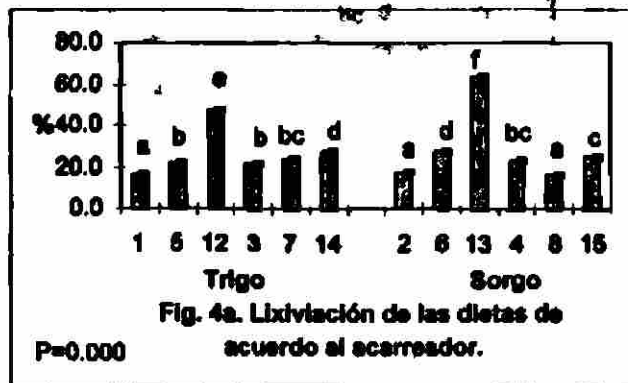
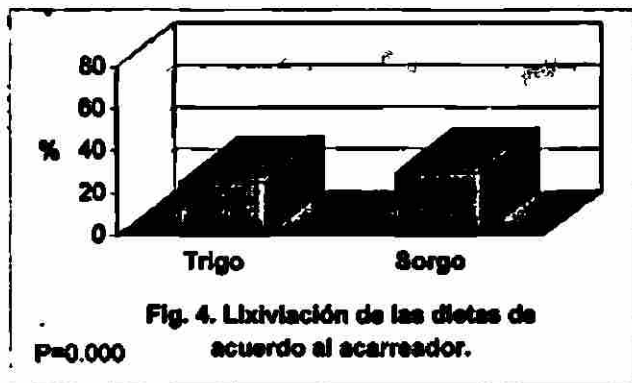
Los resultados de lixiviación señalados anteriormente, concuerdan con los reportados por Lim y Dominy (1992) y Melo (1997) los cuales encontraron un ligero incremento en la lixiviación de las dietas elaboradas a base de soya extruida con respecto a las dietas elaboradas con pasta de soya sin extruir.

En la figura 3a se observa que la lixiviación de las dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de secado, se incrementó significativamente a medida que se incrementó el nivel de inclusión de harina de camarón; este mismo comportamiento generalmente no se observó en las dietas elaboradas con ingredientes coextruidos, aún cuando se sometieron a temperatura durante su elaboración con el peletizado. Esto último parece contradictorio con los resultados de la lixiviación en las dietas cuando se incluyó trigo o sorgo extruido, comparado con la lixiviación de las dietas con trigo y sorgo (sin extruir), esta diferencia se atribuye al efecto de los constituyentes de la cabeza de camarón, en particular de los lípidos, ya que se sabe que establecen complejos con el almidón cuando son sometidos a temperatura, lo que permite disminuir la hinchazón y viscosidad durante la cocción al mismo tiempo que protege contra la hidrólisis (Cheftel y Cheftel, po. Cit.). En relación con esto, Mercier y Feillet (1975 en Camire, *et al.*, 1990) encontraron que los almidones extruidos con 2% de ácido graso oleico y manóico el almidón mostró 25% de solubilidad mientras que el almidón extruido sin lípidos fue de 90%.

En general el proceso de extrusión aplicado a las harinas y coextruidos benefició la estabilidad de las dietas, éste beneficio es también señalado por Kiang (sin año) y Hilton *et al.* (1981 en Davis y Arnold, 1995).

6.2.7.1.3. Efecto del acarreador

La lixiviación de las dietas elaboradas con sorgo fue significativamente mayor ($P < 0.001$) a la lixiviación de las dietas elaboradas con trigo (fig. 4), esta diferencia se sugiere se debe a que las glutelinas del trigo presentan mayor capacidad ligante que las del sorgo.



TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

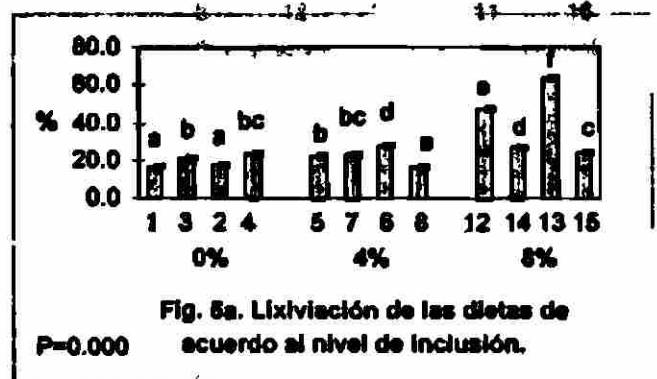
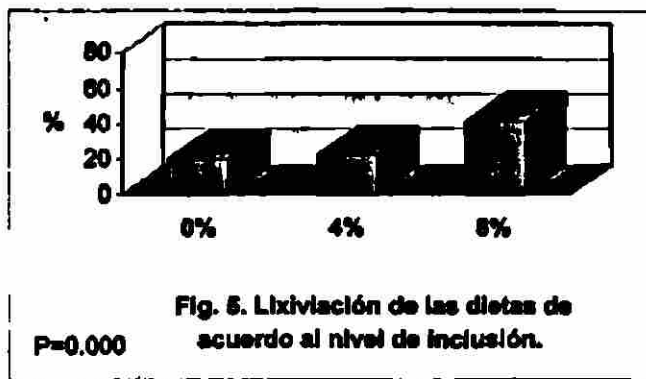
Las dietas 1 y 2 elaboradas con harina de trigo y sorgo sin inclusión de harina de cabeza de camarón presentaron similar lixiviación, pero cuando se incluyó 4 y 8% de harina de cabeza de camarón (sin extruir) la lixiviación se incrementó mucho, siendo mayor en las dietas con sorgo. Al contrario cuando se incluyó la cabeza de camarón en forma de coextruido, la lixiviación presentó poco incremento, siendo mayor en dietas con trigo. La presencia de trigo o sorgo no es un factor que tenga efecto sobre la lixiviación de las dietas de manera aislada ya que los análisis estadísticos indican que existe una interacción entre los factores acarreador, proceso y dosis sobre la lixiviación (apéndice 8).

Los almidones de las harinas de trigo y sorgo presentan similar capacidad de aglutinación en las dietas, pero al ser extruidos desciende su capacidad. Este comportamiento está relacionado con el grado de gelatinización de los almidones; en relación a esto, Davis y Arnold (1995) encontraron que la gelatinización del almidón es mayor para el trigo que para el sorgo tanto en forma de harina como extruido. Esto podría explicar el comportamiento de las dietas 1, 2, 3 y 4 (dietas sin camarón), en donde se ve una lixiviación ligeramente mayor con sorgo que con trigo, tanto en forma extruida como en harina (sin extruir), pero al incluir la cabeza de camarón por coextrusión, el comportamiento de la lixiviación cambia, y la mejor estabilidad se obtiene con los coextruidos sorgo-camarón.

6.2.7.1.4. Efecto de la dosis

Las dietas elaboradas con 8% de inclusión de cabeza de camarón presentaron mayor lixiviación que las dietas elaboradas con 0 y 4% (fig. 4), esta diferencia fue dada por las dietas 12 y 13, mientras que las dietas 14 y 15 que tienen el mismo nivel de cabeza de

camarón en forma de coextruido, no muestran un incremento importante en su lixiviación (fig. 5a).



TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

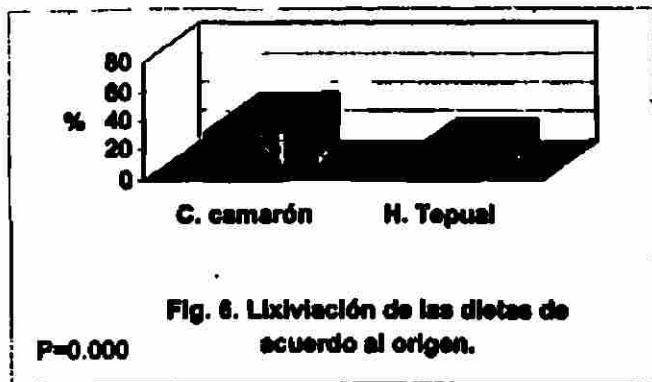
Estos resultados concuerdan con los reportados por Melo (1997), quien encontró que a mayor inclusión de harina de cabeza de camarón seca, fue mayor la lixiviación de las dietas. Otro resultado similar es el de Bordner *et al.* (1986) los cuales encontraron que las dietas elaboradas con 30% de inclusión de harina de camarón y 8% de harina de pescado presentaron mayor lixiviación que las dietas donde se incluyó 25% de harina de camarón, estos investigadores atribuyen las variaciones de lixiviación principalmente a la presencia de la harina de camarón. Asimismo, Lim y Dominy (1990) concuerdan con estos reportes al encontrar que se incrementó la lixiviación de las dietas cuando se incluyó mayor porcentaje de la mezcla de harina de pescado, harina de cabeza de camarón y harina de calamar.

Por otra parte Fox *et al.* (1994) encontraron que la inclusión de 32 y 33% de harina de cabeza de camarón en las dietas provocó mayor lixiviación que cuando se incluyó el 54% de harina de pescado.

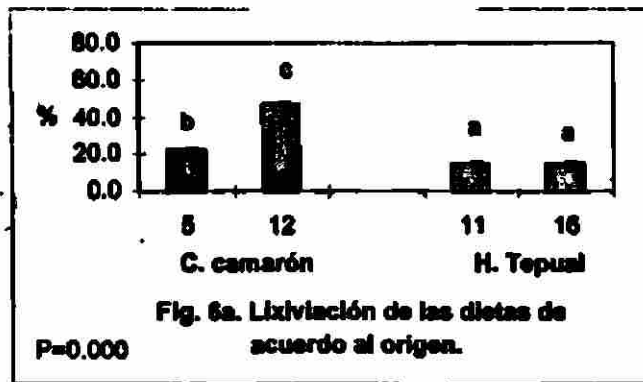
Lo anterior indica que la inclusión de harina de camarón seca en las dietas incrementa su lixiviación de manera importante, en particular cuando la dosis alcanza el 8% de inclusión. Al contrario la lixiviación se mantiene a un nivel bajo y no aumenta con el nivel de inclusión (o muy poco) cuando el camarón se incorpora en forma de coextruido, especialmente cuando el acarreador es sorgo.

6.2.7.1.5. Efecto del origen

Se presentó diferencia significativa ($P<0.001$) entre las dietas elaboradas con cabeza de camarón y harina de camarón comercial Tepual, siendo mayor la lixiviación en las dietas donde se incluyó cabeza de camarón (fig. 6 y 6a). Esta diferencia ya es significativa a la dosis 4% (dieta 5) y más a la dosis 8% (dieta 12).



BIFACTORIAL.



ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

El diferente comportamiento de la lixiviación en las dietas elaboradas con cabeza de camarón y con harina de camarón comercial Tepual esta ligado a su composición química y a un mayor contenido de proteína soluble (54.3% para la cabeza de camarón), así como al tamaño de partícula de las harinas (tabla 8).

Los resultados anteriores indican que la inclusión de harinas de camarón en la dieta incrementó su lixiviación, asimismo, se confirma que un tamaño de partícula grande tiene un efecto negativo sobre la estabilidad de la dieta.

La solubilidad y el contenido de la proteína también fue mayor para la harina de camarón que para la harina de camarón comercial Tepual. Esto también puede explicar la menor estabilidad de las dietas con cabeza de camarón.

El resultado más relevante fue el incremento de lixiviación que se produce al incluir la cabeza de camarón en forma de harina (dietas 5,6,12 y 13).

6.2.8. Lixiviación de las dietas utilizadas en el bioensayo en jaulas

El análisis de lixiviación en las dietas utilizadas en jaula en estanquería se realizó con las dietas 2, 4, 6, 8, y 16 así como el de la dieta comercial Rangen (tabla 10).

6.2.8.1. Lixiviación para las 6 dietas

Se presentó diferencia significativa ($P<0.001$) en la lixiviación de las dietas experimentales y la dieta comercial, siendo menor en la dieta Rangen y en la dieta 16, y mayor en la dieta 6 elaborada con el 4% de harina de cabeza de camarón (fig. 7).

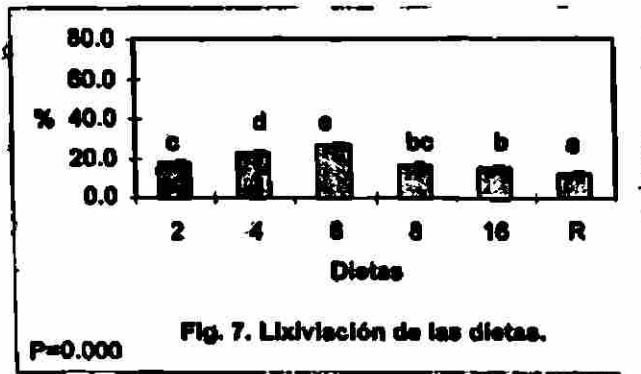


Fig. 7. Lixiviación de las dietas.

P=0.000

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

6.2.8.2. Efecto del proceso

La lixiviación fue significativamente mayor ($P<0.001$) para las dietas elaboradas con el proceso de secado (fig. 8), principalmente para la dieta 6 que contiene 4% de harina de cabeza de camarón (fig. 8a). Caso contrario la dieta 8 elaborada con coextruido de sorgo + cabeza de camarón al 4% presentó menor lixiviación que la dieta 2 elaborada con harina de sorgo.



Fig. 8. Lixiviación de las dietas de acuerdo al proceso.

P=0.000

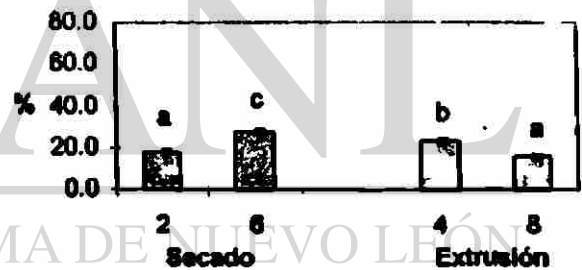


Fig. 8a. Lixiviación de las dietas de acuerdo al proceso.

P=0.000

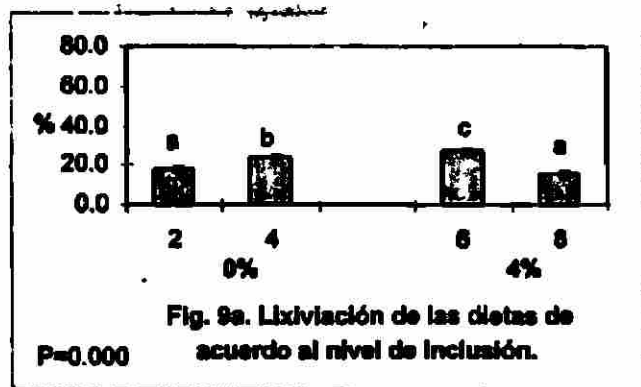
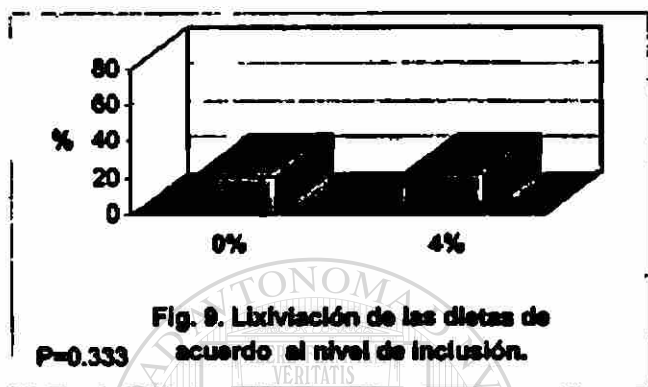
BIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Con este resultado se confirma el interés de incorporar la cabeza de camarón en forma de coextruido sencillo para mantener una buena estabilidad del alimento en el agua, ya que al agregar harina de camarón o sorgo extruido, la estabilidad aumenta.

6.2.8.3. Efecto de la dosis

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) entre las dietas elaboradas con el 0 y 4% de inclusión de cabeza de camarón (fig. 9), lo anterior se debió a que la lixiviación aumentó cuando se incorporó 4% de harina de cabeza de camarón y disminuyó cuando se incorporó en forma de coextruido (dieta 8), dando un resultado promedio similar en ambos niveles de inclusión (fig. 9a).



TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

6.3. Evaluación biológica

6.3.1. Evaluación biológica en laboratorio

6.3.1.1. Calidad de agua en la sala de acuarios

La temperatura y salinidad del agua durante el experimento permanecieron en rangos aceptables, fluctuando entre 28 a 31 °C y 30 a 37 ‰ respectivamente (fig. 9).

El pH, amoníaco total y oxígeno fluctuaron entre 8.0 a 8.1, 0.24 a 0.42 mg/l y 4.0 a 4.2 mg/l respectivamente. En tanto que el nitrito tuvo una variación de 0.33 a 0.66 mg/l (tabla 11).

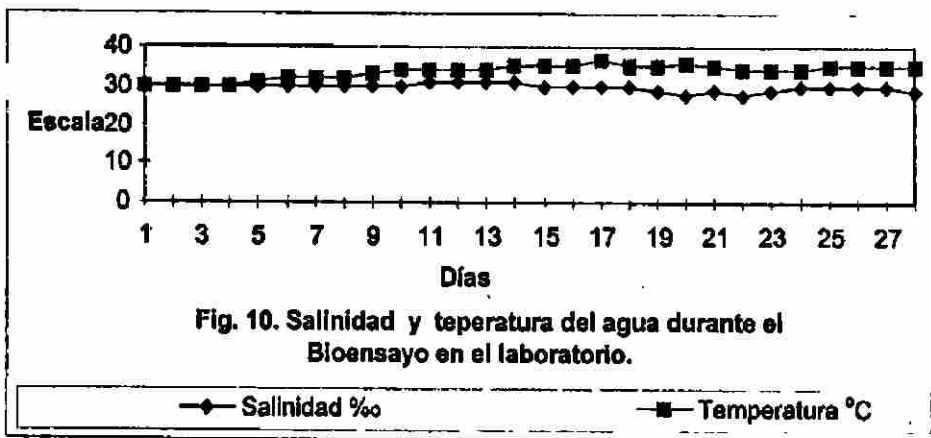


Tabla 11. Calidad de agua en laboratorio durante los 28 días.

Muestreo	pH	Amonio total mg/l	NO ₂ mg/l	Oxígeno mg/l
Inicio	8.1	0.42	0.33	4.4
Intermedio	8.3	0.42	0.49	4.0
Final	8.0	0.24	0.66	4.2

Se considera que la salinidad y temperatura del agua no afectaron la sobrevivencia y crecimiento del camarón, ya que se encontraron dentro del rango óptimo para el cultivo de camarón señalado por Wyban y Sweeney (1991). En cuanto al pH y el oxígeno disuelto (tabla 11) se encontraron dentro del rango aceptable para el cultivo del camarón descrito por Wyban y Sweeney (op. cit), Yang (1990) y Villalon (1991). Asimismo, la concentración de amonio total se encontró por debajo de las concentraciones de peligro para el camarón (Chien, 1992).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.3.1.2. Resultados a los 14 días

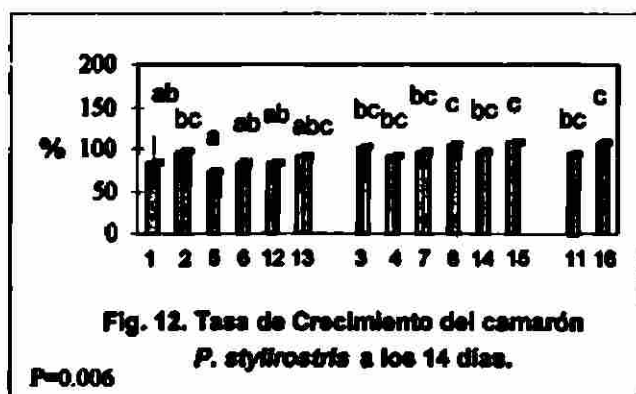
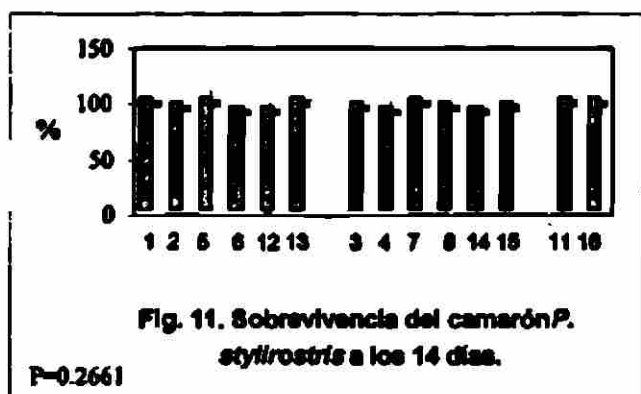
En la tabla 12 se muestran los resultados de la evaluación biológica del camarón en laboratorio a los 14 días.

Tabla 12. Resultados de la evaluación biológica para el camarón *P. stylirostris* en el bioensayo de laboratorio a los 14 días.

Dieta	Peso inicial (g)	Peso (g) †	T C	Sobrev. (%) ‡	Cons. Individ. (g)	T C A
D1	0.418±0.009	0.773±0.003	84.7±4.6	100±0	0.93±0.05	2.6±0.1
D2	0.417±0.006	0.821±0.023	96.9±6.2	96.3±6.4	0.94±0.02	2.3±0.2
D3	0.417±0.008	0.843±0.024	102.4±9.7	96.3±6.4	0.97±0.02	2.3±0.2
D4	0.420±0.005	0.807±0.058	92.4±12.9	92.6±6.4	0.97±0.01	2.5±0.4
D5	0.419±0.009	0.724±0.022	72.6±4.5	100±0	0.97±0.03	3.2±0.2
D6	0.416±0.004	0.764±0.047	83.7±12.9	92.6±6.4	0.97±0.01	2.8±0.4
D7	0.415±0.007	0.819±0.024	97.2±8.4	100±0	0.96±0.01	2.4±0.2
D8	0.419±0.003	0.858±0.087	104.7±19.3	96.3±6.4	0.95±0.03	2.2±0.3
D9	0.416±0.006	0.783±0.085	88.0±17.6	96.3±6.4	0.95±0.02	2.7±0.5
D10	0.411±0.005	0.799±0.057	94.6±14.5	100±0	0.95±0.01	2.5±0.4
D11	0.419±0.007	0.816±0.044	94.8±10.3	100±0	0.91±0.05	2.3±0.3
D12	0.415±0.005	0.761±0.041	83.5±10.6	92.6±6.4	0.93±0.06	2.7±0.3
D13	0.418±0.005	0.799±0.052	90.9±12.3	100±0	0.97±0.01	2.6±0.4
D14	0.416±0.001	0.823±0.011	97.8±3.7	92.6±6.4	0.97±0.03	2.4±0.1
D15	0.419±0.000	0.870±0.024	107.8±5.1	96.3±6.4	0.97±0.01	2.2±0.1
D16	0.415±0.003	0.860±0.034	107.2±7.4	100±0	0.96±0.01	2.2±0.2

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

La sobrevivencia a los 14 días (fig. 11) no presentó diferencia significativa ($P>0.05$), mientras que la tasa de crecimiento (fig. 12) presentó diferencias significativas ($P<0.01$).



ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$).

El consumo a los 14 días (fig. 13) no presentó diferencia significativa ($P>0.05$), mientras que la TCA (fig. 14) presentó diferencia significativa ($P<0.05$).

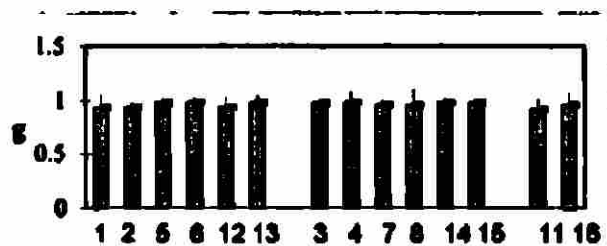


Fig. 13. Consumo individual del camarón *P. stylirostris* a los 14 días.

$P=0.1727$

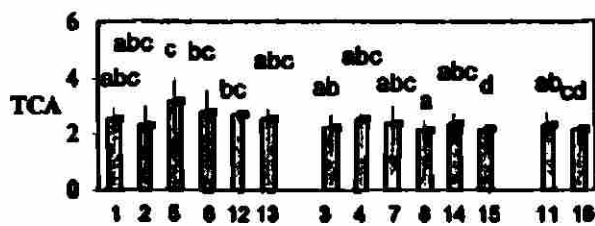


Fig. 14. Tasa de conversión alimenticia del camarón *P. stylirostris* a los 14 días.

$P=0.016$

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

6.3.13. Resultados y discusión de los parámetros zootécnicos a los 28 días en laboratorio

En la tabla 13 se muestran los resultados del crecimiento en el camarón *P. stylirostris* a los 28 días.

Tabla 13. Resultados de la evaluación biológica para el camarón *P. stylirostris* en el bioensayo de laboratorio a los 28 días.

Dieta	Peso final (g)	T C (%)	Sobrev. (%)	Cons. Indiv. (g)	T C A
D1	1.110±0.131	165.5±1.0	100±0.0	1.99±0.16	2.1±0.4
D2	1.234±0.059	196.0±14.7	92.6±6.4	2.22±0.07	2.2±0.7
D3	1.295±0.022	211.1±11.3	96.3±6.4	2.45±0.06	2.2±0.5
D4	1.268±0.272	201.9±62.4	88.9±11.1	2.40±0.1	2.2±0.3
D5	1.065±0.091	154.0±23.2	92.6±12.8	2.25±0.07	2.6±0.9
D6	1.096±0.085	163.4±19.6	85.2±6.4	2.31±0.06	2.6±0.9
D7	1.297±0.176	212.7±46.5	96.3±6.4	2.41±0.04	2.2±0.7
D8	1.420±0.117	238.8±5.8	92.6±6.4	2.46±0.16	1.9±0.3
D9	1.188±0.221	184.9±48.8	92.6±6.4	2.33±0.16	2.6±1.2
D10	1.176±0.099	186.2±6.0	100±0.0	2.35±0.09	2.3±0.5
D11	1.308±0.044	212.2±6.8	100±0.0	2.18±0.11	1.9±0.54
D12	1.121±0.220	170.3±55.1	88.9±11.1	2.27±0.10	2.3±0.2
D13	1.372±0.081	228.0±19.3	96.3±6.4	2.37±0.07	1.9±0.3
D14	1.437±0.025	245.4±8.1	96.3±6.4	2.42±0.05	1.9±0.4
D15	1.437±0.015	242.9±33.2	96.3±6.4	2.50±0.05	2.1±0.7
D16	1.463±0.100	252.3±1.3	92.6±6.4	2.42±0.11	1.9±0.4

A continuación se analizan para cada uno de los parámetros zootécnicos (sobrevivencia, tasa de crecimiento, consumo y tasa de conversión alimenticia) los efectos de los diferentes factores.

6.3.1.3.1. Supervivencia

6.3.1.3.1.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble

No se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) en la supervivencia de los camarones alimentados con dietas que contenían ingredientes sujetos al proceso de extrusión sencilla y extrusión doble (fig. 15 y 15a).



Fig. 15. Supervivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.

$P = 0.58$

BIFACTORIAL.

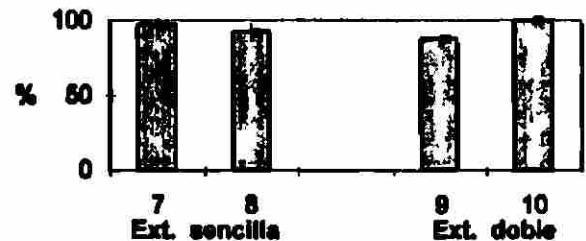


Fig. 15a. Supervivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.

$P = 0.363$

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Esto sugiere que el proceso de extrusión sencilla y extrusión doble no tiene efecto negativo sobre la supervivencia en el camarón. Similares resultados fueron obtenidos por Melo (1997) al no encontrar diferencias en la supervivencia del camarón al utilizar dietas que fueron elaboradas con coextruidos sencillos y coextruidos dobles de pasta de soya + cabeza de camarón. Otro reporte con similares resultados es el de Dominy y Lim (1993) donde no encontraron diferencia en la supervivencia de los camarones cuando fueron alimentados con dietas que contenían pasta de soya y coextruido de soya + calamar.

6.3.1.3.1.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis

Al no encontrar diferencia significativa entre el uso de extrusión sencilla y extrusión doble en la supervivencia del camarón, las dietas 13 y 14 que corresponden a la extrusión doble se integraron al diseño trifactorial.

6.3.1.3.1.2.1. Efecto del proceso

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en la sobrevivencia del camarón alimentado con dietas donde se incluyeron ingredientes sujetos al proceso de secado y extrusión (fig. 16 y 16a).



Fig. 16. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso a los 28 días.

P= 0.486

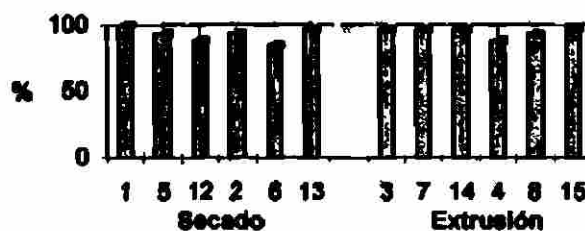


Fig. 16a. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso a los 28 días.

P=0.5845

TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Resultados similares son los reportados por Lim y Dominy (1992) los cuales no encontraron diferencia en la sobrevivencia del camarón cuando fueron alimentados con dietas elaboradas con pasta de soya o soya extruida. Por otra parte Sheen y Chen (1991) encontraron que la sobrevivencia del camarón se mejoró ligeramente a medida que se reemplazó en la dieta la harina de trigo por arroz extruido. Otro reporte es el de Dominy y Behnke (1995) los cuales encontraron que la sobrevivencia del camarón se incrementó significativamente cuando se alimentó con dietas elaboradas a base de soya extruida con 85 de Índice de dispersibilidad de proteína (IDP) que cuando fueron alimentados con dietas elaboradas con pasta de soya.

Lo anterior sugiere que el proceso de extrusión no afectó la sobrevivencia del camarón, pero en algunos casos puede mejorarla.

De acuerdo a los resultados de este trabajo, aún cuando no se presentaron diferencias en la sobrevivencia del camarón al utilizar ingredientes elaborados con el proceso de secado en las dietas, es importante señalar que en la actualidad el uso de harinas de camarón puede ocasionar una reinfección a los camarones sanos que se alimenten de estas harinas, debido a que las harinas pueden provenir de animales infectados con virus o bacterias; aquí la extrusión cobra importancia, ya que mediante este proceso el cual implica alta temperatura y presión en un corto tiempo puede permitir la eliminación de patógenos en los ingredientes.

6.3.1.3.1.2.2. Efecto del acarreador

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en la sobrevivencia del camarón alimentado con dietas elaboradas con trigo o sorgo (fig. 17 y 17a).

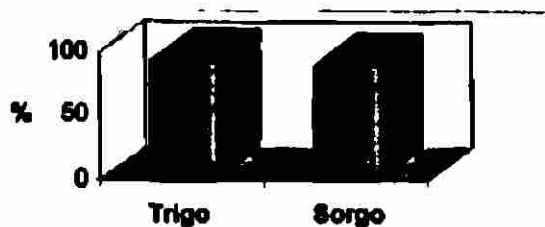


Fig. 17. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al acarreador a los 28 días.
P= 0.25

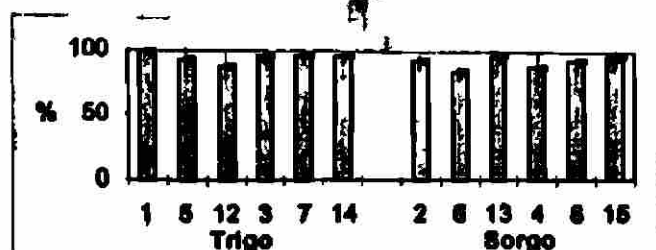


Fig. 17a. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al acarreador a los 28 días.
P=0.5845

TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Estos resultados concuerdan con los reportados por Cruz-Suárez *et al.* (1994) al evaluar las harinas de trigo, sorgo y otras fuentes de carbohidratos en dietas para camarón.

La harina de trigo es usada comúnmente como aglutinante en las dietas para camarón (Akiyama *et al.*, 1993) y como fuente importante de carbohidratos principalmente de almidón y en menor grado de proteína.

Por otra parte, no se han encontrado reportes que señalen que la harina de trigo tenga efecto negativo sobre la sobrevivencia del camarón.

En cuanto a la harina de sorgo, no se ha reportado que pueda ocasionar mortalidad en el camarón, sin embargo existen reportes donde la harina de sorgo, con alto contenido de taninos, afecta la ganancia de peso en juveniles de cerdos (Meyer y Gorbet, 1984), ratas y pollos (Feathersto y Rogler, 1975), mientras que en pollos menores de 8 semanas afectan la ganancia de peso y ocasionan daños en el páncreas (Duglas *et al.*, 1993 en Sullivan y Duglas, 1998).

Por otra parte, en el caso de las aflatoxinas en los cereales se sabe que ocasionan la mortalidad total del camarón en concentraciones de 15,000 ppb (Ostrowski-Meissner *et al.*, 1995), pero en este trabajo no se determinaron.

Estos resultados sugieren que las harinas de trigo y sorgo no tienen efecto negativo sobre la sobrevivencia del camarón.

6.3.1.3.1.2.3. Efecto de la dosis

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en la sobrevivencia del camarón alimentado con las dietas elaboradas con 0, 4 y 8% de inclusión de cabeza de camarón (fig. 18 y 18a).

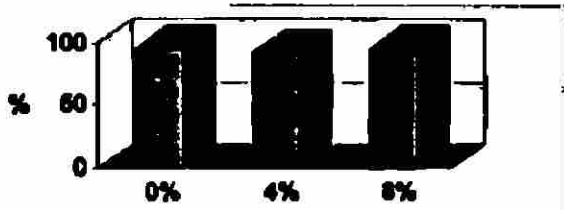


Fig. 18. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.
P=0.613

TRIFACTORIAL.

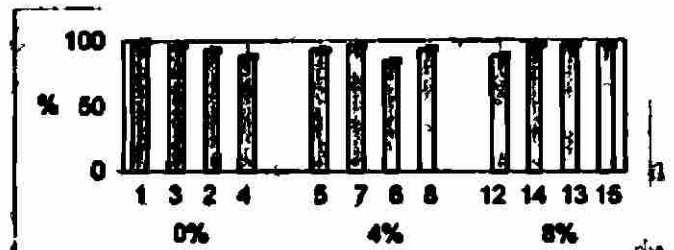


Fig. 18a. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al nivel de inclusión a los 28 días.
P=0.5845

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Similares resultados son los reportados por Melo (1997) al incluir en las dietas los niveles de 0, 4 y 8% de cabeza de camarón en forma de harina y coextruido con pasta de soya. Otros investigadores como Cruz-Suárez *et al.* (1993) encontraron iguales resultados al no encontrar diferencia en la sobrevivencia del camarón a los niveles de inclusión 3, 6 y 18% de harina de cabeza de camarón en las dietas. Asimismo, Fox *et al.* (1994) no encontraron diferencias en la sobrevivencia al usar el 31% de harina de cabeza de camarón. Por otra parte Sudaryono *et al.* (1995) al incluir harina de cabeza de camarón en 7.9% con una mezcla de harinas a base de subproducto marinos en las dietas, no encontraron diferencia en la sobrevivencia del camarón.

Lo anterior señala que la inclusión de cabeza de camarón en las dietas no perjudica la sobrevivencia del camarón, y se sugiere que puede mejorarse debido a su alto valor nutricional (Boghen y Castell, 1981; Cuzon *et al.*, 1994 y Kanazawa, 1994).

6.3.1.3.1.3. Efecto del origen

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en la sobrevivencia del camarón alimentado con dietas donde se incluyó cabeza de camarón y harina de camarón comercial Tepual (fig.19 y 19a).

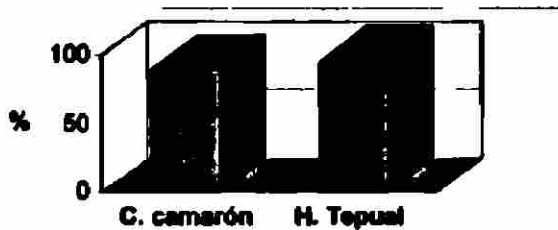


Fig. 19. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al origen a los 28 días.
P= 0.32

BIFACTORIAL.

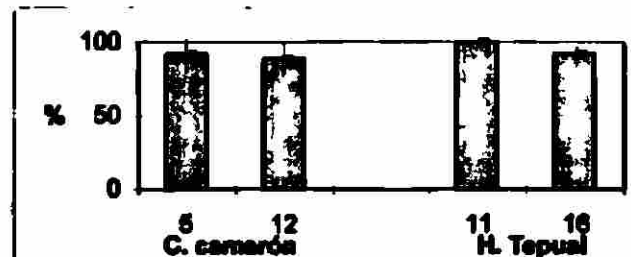


Fig. 19a. Sobrevivencia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al origen a los 28 días.
P=0.5319

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Existen reportes como el descrito por López *et al.* (1998) los cuales no encontraron diferencias en la sobrevivencia del camarón alimentado con dietas donde se reemplazó el 2% de harina de pescado por harina de Krill. Otro reporte es el de Villareal *et al.* (1994) los cuales no encontraron diferencias en la sobrevivencia del camarón cuando sustituyeron parcial y totalmente la harina de pescado o la pasta de soya por la harina de langostilla. Por otra parte, el trabajo reportado por Civera-Cerecedo *et al.* (1993) al incluir hasta un 15% de harina de langostilla en las dietas no encontraron diferencia en la sobrevivencia del camarón.

Lo anterior señala que la cabeza de camarón no se encuentra en desventaja con la harina de camarón comercial Tepual, en su efecto sobre la sobrevivencia del camarón. Esto sugiere que las diferentes fuentes de crustáceos usados como ingredientes en dietas para camarón no tienen efecto negativo sobre la sobrevivencia.

6.3.1.3.2. Tasa de crecimiento

6.3.1.3.2.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble

No se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) en la tasa de crecimiento del camarón alimentado con dietas elaboradas a base de ingredientes sujetos al proceso de extrusión sencilla y extrusión doble, sin embargo se observa una tendencia a disminuir la tasa de crecimiento con la extrusión doble. (fig. 20 y 20a).



Fig. 20. Tasa de crecimiento del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.
P= 0.107

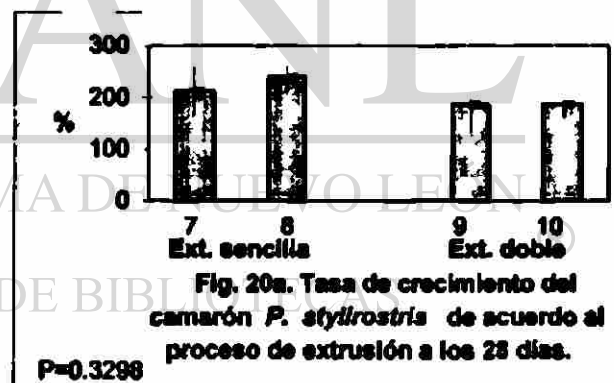


Fig. 20a. Tasa de crecimiento del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.
P=0.3298

BIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

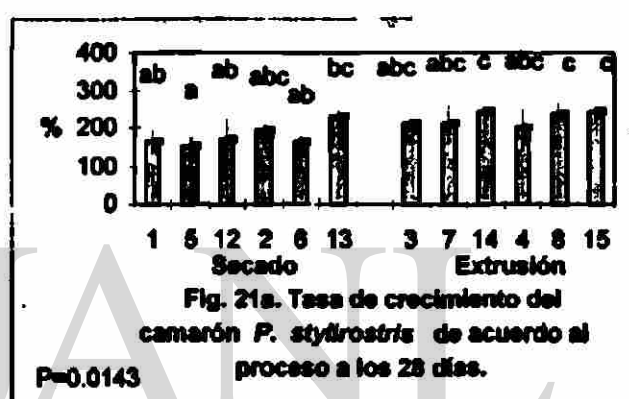
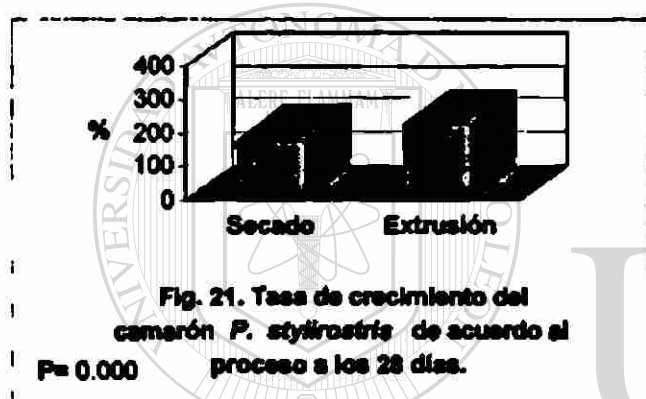
En relación a esto, algunos autores como Pelcastre (1996) señalan que al extruir la pasta de soya una o dos veces sufre un daño nutricional que provoca un decremento en la ganancia en peso de juveniles de bagre de canal; en el caso de Dominy y Behnke (1995) reportan que al usar pasta soya extruida con 20 y 35 IDP, aislados extruidos y concentrados extruidos la ganancia en peso del camarón no se mejoró cuando se comparó con los resultados obtenidos con dietas donde se incluyó pasta de soya sin extruir.

6.3.1.3.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis

Al no encontrar diferencia significativa entre el uso de extrusión sencilla y extrusión doble sobre la tasa de crecimiento del camarón, las dietas 13 y 14 que corresponden al extruido doble se integraron al diseño trifactorial.

6.3.1.3.2.1. Efecto del proceso

Fue significativamente mayor ($P < 0.001$) la tasa de crecimiento del camarón alimentado con dietas elaboradas a base de ingredientes sujetos al proceso de extrusión que con ingredientes sujetos al proceso de secado (fig. 21), éste incremento fue debido principalmente a las dietas 8, 14 y 15 (fig. 21a), las cuales fueron significativamente mayores a las restantes dietas ($P < 0.05$).



TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

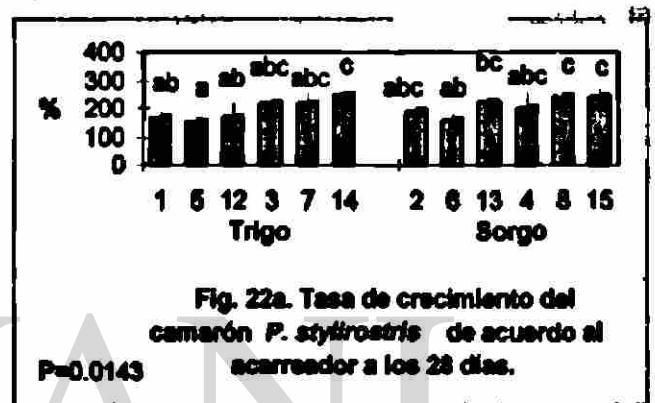
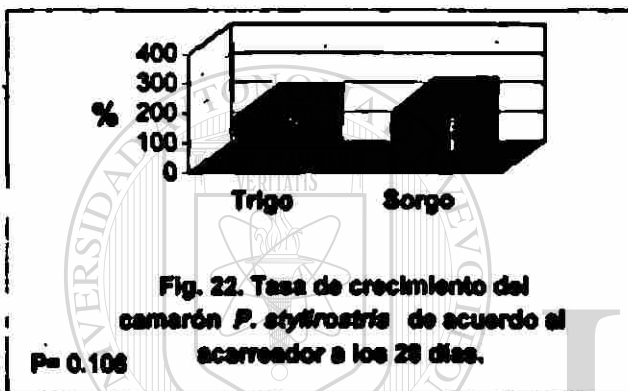
En relación a estos resultados Sheen y Chen (1991) al utilizar arroz extruido en sustitución de la harina de trigo en la dieta encontraron un mayor incremento en la biomasa del camarón; otro resultado similar es el reportado por Robinson *et al.* (1985) los cuales encontraron mayor ganancia de peso en el bagre de canal alimentado con dietas elaboradas a base de coextruidos de soya + desecho de pescado. En el caso reportado por Lim y Dominy (1992) no encontraron diferencia en la ganancia de peso del camarón al evaluar la inclusión de pasta de soya y soya integral doblemente extruida en dietas para camarón. Similar resultado es el reportado por Dominy y Lim (1993) al encontrar similar ganancia de peso en el camarón alimentado con dietas donde se incluyó pasta de soya y soya extruida.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, el proceso de extrusión mejoró la TC del camarón más que el proceso de secado, debido a que la extrusión mejoró la calidad nutricional de los ingredientes por su rápido tratamiento de alta temperatura y presión (Camire *et al.*, 1990 y Cluet, 1990), permitiendo una mayor disponibilidad de aminoácidos y carbohidratos (Quintero, 1993; Woodroffe, 1993 y Kiang, 1996).

Se sugiere que no se deben generalizar todos los beneficios nutricionales que ofrece el proceso de extrusión con enfoque a la nutrición de los camarones y peces, ya que de acuerdo a los resultados anteriores, la extrusión puede beneficiar a algunos ingredientes extruidos y a otros no, tal es el caso de los extruidos de pasta de soya con bajo IDP, aislados proteicos y concentrados proteínicos que sufren daño nutricional con la extrusión.

6.3.1.3.2.2. Efecto del acarreador

No se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) en la tasa de crecimiento del camarón por el factor acarreador (trigo o sorgo) (fig. 22). La dieta 14 elaborada con trigo y las dietas 8, 13 y 15 elaboradas con sorgo fueron las que dieron una mayor tasa de crecimiento en el camarón (fig. 22a).



TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Similar resultado es el reportado por Cruz-Suárez *et al.* (1994) los cuales encontraron igual TC del camarón al comparar harina de sorgo con harina de pasta (elaborada con trigo duro). Estos mismos autores encontraron mejor TC en el camarón al usar harina de trigo blando en las dietas que cuando utilizaron harina de sorgo. Por otra parte Romaine (1998) evaluó el grano de soya y el grano de arroz como suplemento alimenticio del acocil *P. clarkii*, encontrando que la mezcla de estos ingredientes incrementó el rendimiento.

En el trabajo de Davis y Arnold (1995) al evaluar la digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) y la digestibilidad aparente de la energía (DAE) en el camarón, encontraron que la DAMS y la DAE con las dietas elaboradas a base de harina de sorgo (sin extruir) fueron menores que con las dietas elaboradas con harina de trigo (sin extruir), pero cuando se evaluaron la dieta con trigo extruido la DAMS y la DAE disminuyeron con respecto a las dietas con harina de trigo sin extruir. Caso contrario fue con las dietas elaboradas con sorgo extruido donde la DAMS y la DAE se incrementó con respecto a las dietas con harina de sorgo sin extruir.

Los resultados de la TC en el camarón en el presente trabajo no presentaron diferencias entre la dieta elaborada con harina de sorgo sin extruir (dieta 2), y con la dieta elaborada con harina de sorgo extruido (dieta 4), lo que indica que la extrusión no benefició a

la harina de sorgo, este beneficio se observó solamente cuando el sorgo se coextruyó con la cabeza de camarón.

Las harinas de trigo y sorgo son una fuente importante de carbohidratos principalmente de almidón, los cuales son digeridos por el camarón (Wiggleswoth y Griffith, 1994; Fox *et al.*, 1994, Calvancati *et al.*, 1995 y Omondi y Stark, 1996), encontrando que los crustáceos utilizan mejor los polisacáridos y oligosacáridos como el almidón, la dextrina y sucrosa que los monosacáridos como la glucosa (Sick y Andrews, 1973; Liao y Sheen, 1993; Chen, 1993 y Shiau, 1997).

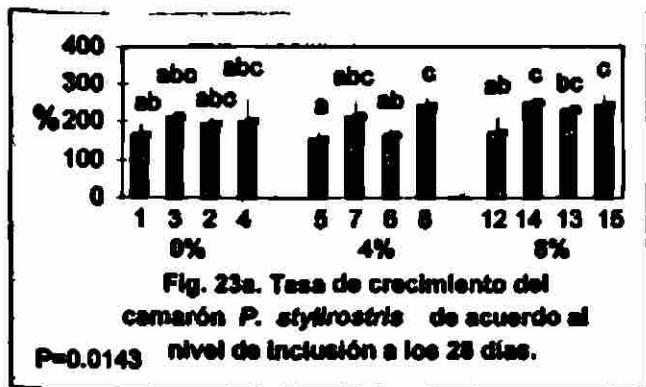
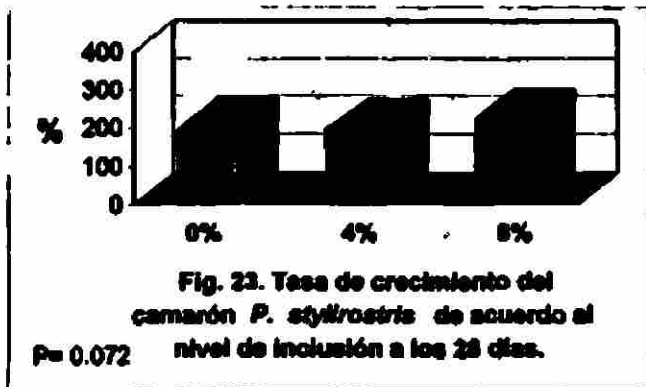
La harina de trigo es usada comúnmente en las dietas para camarón por su capacidad ligante, por la alta digestibilidad de su proteína (gluten) y por ser promotora del crecimiento (Akiyama *et al.*, 1993; Cruz-Suárez *et al.*, 1994; Cuzon *et al.*, 1994 y Calvalcanti *et al.*, 1995) lo que las hace un ingrediente valioso en las dietas para camarón.

Aunque en este trabajo no se evaluó el efecto de los taninos sobre la TC del camarón, se determinó su contenido en las dietas elaboradas con harina, extruidos o coextruidos con sorgo (tabla 7). En general se considera que la presencia de taninos en las dietas no afectó la TC del camarón. En este trabajo fue importante considerar el contenido de taninos en las dietas ya que al usar un grano con alto contenido (más del 3.2%) puede tener efecto sobre la digestibilidad de la proteína en el camarón y ocasionar pérdida en la ganancia de peso. En la actualidad no existen reportes del efecto de los taninos sobre la ganancia en peso del camarón, pero se tiene información de su efecto negativo en especies terrestres sobre la digestibilidad de la proteína, ganancia de peso, daños en el hígado, etc. es por esto que se debe tomar en consideración el aporte de taninos procedentes del sorgo en la dieta. En relación a esto, en un estudio realizado por Torres (1990) al evaluar la digestibilidad con pepsina de diez variedades de sorgo procedentes del estado de Tamaulipas, encontró que los granos con mayor contenido de taninos presentaron menor digestibilidad. Meyer y Gorbet (1984) señalan que el contenido de taninos en el sorgo afectó la ganancia en peso de juveniles de cerdo, asimismo, Feathersto y Rogler (1975) encontraron una ligera disminución de la actividad de la tripsina y quimiotripsina en pollos alimentados con sorgo alto en taninos, además estos autores indican que la presencia de taninos en el sorgo afectaron negativamente el peso ganado y la eficiencia alimenticia de pollos y ratas.

Lo anterior indica que las harinas de trigo duro y sorgo, promueven de igual forma la TC del camarón, pero con sorgo se incrementa importantemente cuando se coextruye con cabeza de camarón al 4%, o cuando se coextruye trigo o sorgo con cabeza de camarón al 8% (dieta 14 y 15).

6.3.1.3.2.2.3. Efecto de la dosis

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en la tasa de crecimiento del camarón con las dietas donde se incluyó el 0, 4 y 8% de cabeza de camarón, pero se observa tendencia a incrementarse la tasa de crecimiento cuando se incluyó el 8% (fig. 23); este comportamiento esta dado principalmente por las dietas 13, 14 y 15 (fig 23a).



TRIFACTORIAL.

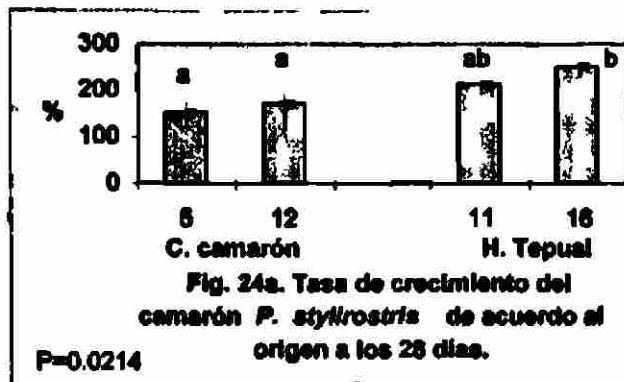
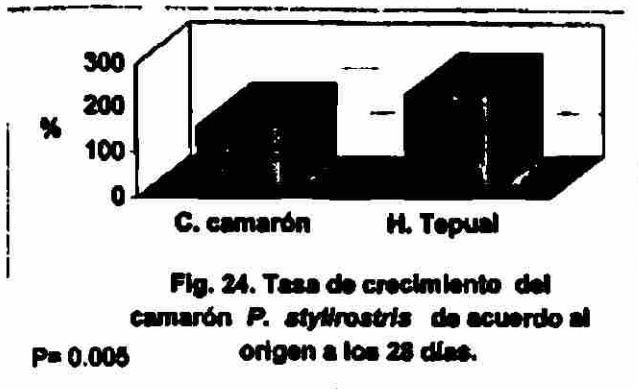
ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Estos resultados son contrarios a los reportados por otros autores, en relación a esto Sudaryono *et al.* (1995) y Cuzon *et al.* (1994) señalan que la inclusión de harina de cabeza de camarón en las dietas promueve la ganancia en peso del camarón, mientras que Bohlen y Castel (1981); Kanazawa (1994) y Cuzon *et al.* (1994) señalan que es debido a la calidad de su proteína. A medida que se incrementa la inclusión de harina de cabeza de camarón se mejora la ganancia de peso del camarón, es por esto que en las dietas comerciales para camarón se incluye de 5 a 15% de harina de camarón (Akiyama *et al.*, 1993). Cruz-Suárez *et al.* (1993) encontraron que al incluir 18% de harina de cabeza de camarón en la dieta fue significativamente mejor la TC del camarón que en los niveles de inclusión de 3 y 6%, por otra parte Fox *et al.* (1994) reportan que las dietas elaboradas con el 31% de harina de camarón superaron a las dietas donde se incorporó harina de pescado.

Posiblemente el nivel de inclusión de camarón no fue suficientemente alto para obtener un aumento significativo de crecimiento; pero las dietas se formularon de tal manera que la proteína de camarón entrara en reemplazo de la proteína de pescado, la cual en el caso del presente estudio fue de excelente calidad.

6.3.1.3.2.3. Efecto del origen

La tasa de crecimiento del camarón alimentado con dietas elaboradas con harina de camarón comercial Tepual fue significativamente mayor ($P<0.01$), que el presentado con la cabeza de camarón (fig. 24 y 24a).



BIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

El mayor incremento de la TC con la harina de camarón comercial Tepual que con la harina de cabeza de camarón, se atribuye principalmente a la menor pérdida de nutrientes de las dietas, debido a su menor lixiviación (ver 6.2.7.1.5. efecto del origen sobre la lixiviación).

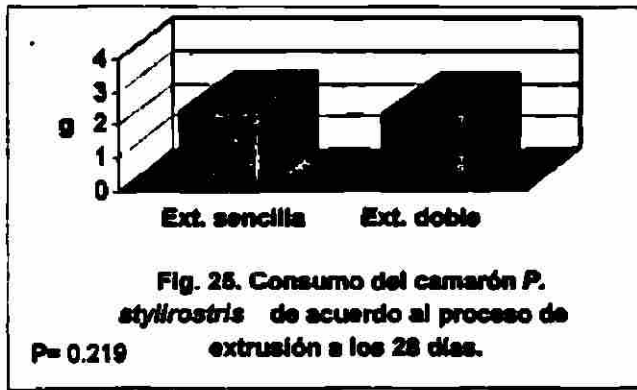
Aunque la harina comercial de camarón Tepual haya procedido de producto fresco y procesada bajo las mejores condiciones, también la cabeza de camarón usada en este experimento fue de excelente frescura (17.76 mg/100 g de TVN), asimismo, su proceso de secado fue adecuado, secándose a 80 °C por 14 horas de acuerdo al proceso usado por Fox *et al.* (1994).

Por otra parte el mayor incremento de la TC del camarón con la harina comercial de camarón Tepual se atribuye en menor grado al posible efecto del origen, ya que proviene de organismos silvestres; el hecho de provenir del medio natural brinda la ventaja de tener mayor diversidad de alimento, el cual puede enriquecer el contenido nutricional de esta harina, lo que posiblemente no se presentó con la harina de cabeza de camarón por provenir de camarones cultivados.

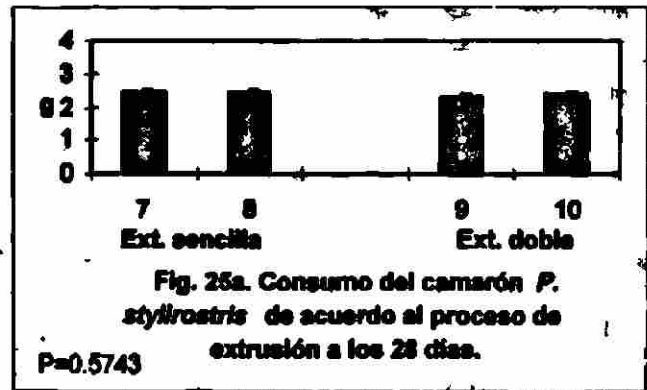
6.3.1.3.3. Consumo

6.3.1.3.3.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en el consumo en el camarón alimentado con dietas donde se incluyó ingredientes sujetos al proceso de extrusión sencilla y extrusión doble (fig. 25 y 25a).



BIFACTORIAL.



ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha = 0.05$).

Similar resultado es el reportado por Melo (1997) al comparar el consumo del camarón de las dietas con extruido sencillo y extruido doble de pasta de soya + cabeza de camarón. Asimismo, Lim y Dominy (1992) encontraron similar consumo en el camarón con las dietas elaboradas con pasta de soya y soya integral doblemente extruida.

Es importante señalar que el consumo del camarón no depende únicamente de un factor, ya que está relacionado con la calidad nutricional de los ingredientes que integran la dieta, el nivel de proteína y energía (Ashmore *et al.*, 1985 y Calvalcanti, 1995), el nivel de inclusión de los ingredientes (Lim y Dominy, 1990), el grado de atractabilidad y palatabilidad del alimento (Pan, 1989; Fox *et al.*, 1994 y Melo, 1997) y la talla entre otros. Cualquier factor anterior que cambie, hará que el consumo se incremente o disminuya.

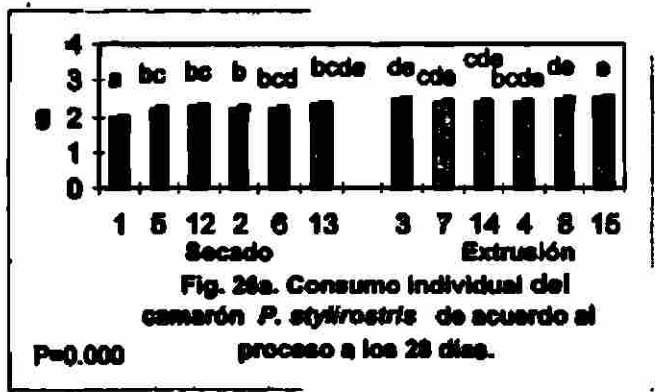
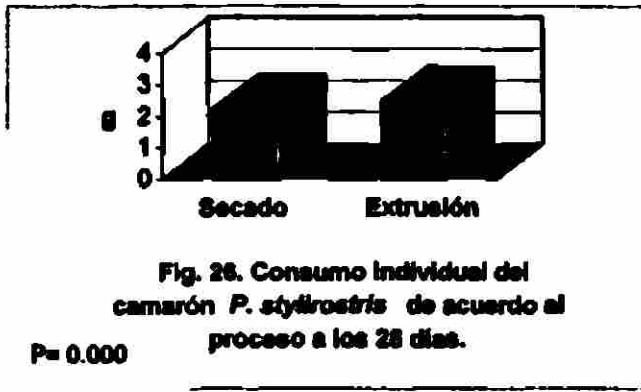
6.3.1.3.3.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis

Al no encontrar diferencia significativa entre el uso de extrusión sencilla y extrusión doble sobre en el consumo, las dietas 13 y 14 que corresponden a la extrusión doble se integraron al diseño trifactorial.

6.3.1.3.3.2.1. Efecto del proceso

Fue significativamente mayor ($P < 0.001$) el consumo individual en el camarón alimentado con dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de extrusión, que con las dietas donde se incluyeron ingredientes sujetos al proceso de secado (fig. 26 y 26a).

El consumo fue más alto con las dietas que contenían ingredientes extruidos, y disminuyó con las dietas elaboradas a base de ingredientes sujetos al proceso de secado, principalmente con harina de trigo sin cabeza de camarón (dieta 1).



TRIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

La ventaja obtenida con ingredientes extruidos a base de granos contrasta con los trabajos anteriormente revisados con coextruidos a base de pasta de soya. En el trabajo reportado por Lim y Dominy (1992) al evaluar la pasta de soya sin extruir y soya integral extruida en las dietas para camarón, no encontraron diferencias en el consumo ni en el peso ganado del camarón. Por otra parte Pelcastre (1996) al incluir en las dietas coextruidos con pasta de soya + subproducto de pescado, encontró que sólo cuando se incrementaba la inclusión de subproducto de pescado los juveniles de bagre de canal disminuían el consumo, mientras que el peso ganado se incrementaba.

Estos resultados sugieren que el proceso de secado y extrusión pueden intervenir en el incremento del consumo, pero esto dependerá de diferentes factores como la calidad nutricional de los ingredientes que integran la dieta.

6.3.1.3.2.2. Efecto del acarreador

Fue significativamente mayor ($P<0.05$) el consumo en el camarón alimentado con dietas elaboradas a base de sorgo que con dietas elaboradas a base de trigo (fig. 27). Al comparar el consumo de las dietas elaboradas con trigo contra las dietas elaboradas con sorgo de manera secuencial, se observa que el consumo de las dietas 1 y 2 son significativamente diferentes, mientras que el consumo de las demás dietas no se presentaron diferencias, pero se observa tendencia a incrementarse cuando el sorgo esta presente en las dietas (fig. 27a).

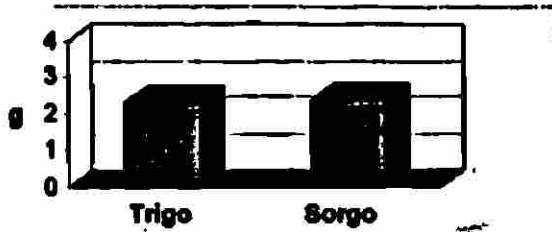


Fig. 27. Consumo individual del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al acarreador a los 28 días.
P= 0.017

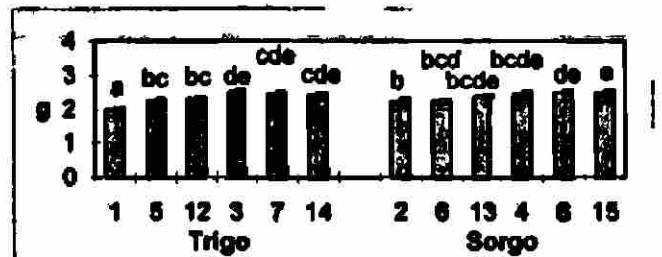


Fig. 27a. Consumo individual del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al acarreador a los 28 días.
P=0.000

TRIFACTORIAL.

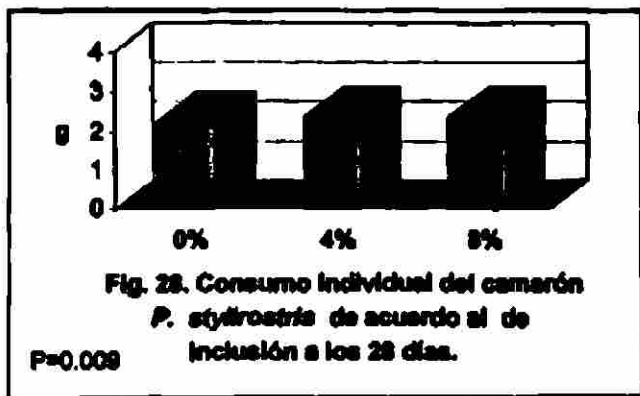
ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

No se han encontrado reportes del efecto de los cereales extruidos sobre el consumo del camarón, ya que los pocos trabajos registrados se enfocan a la TCA. En el caso del efecto de las harinas de cereales sobre el consumo del camarón, los investigadores Cruz-Suárez *et al.* (1994) encontraron mayor consumo cuando se alimentó con dietas elaboradas a base de trigo duro procedente de pasta y con trigo blando que cuando, se alimentó con dietas elaboradas con harina de sorgo, lo que es contrario al observado en el presente trabajo.

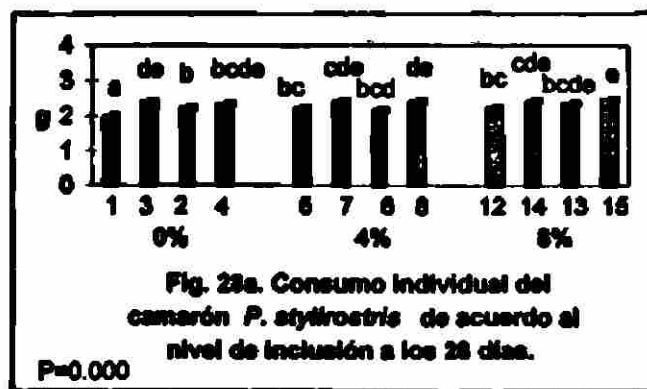
6.3.1.3.3.2.3. Efecto de la dosis

El análisis trifactorial para consumo individual del camarón (fig. 28) señala que existe diferencia significativa ($P<0.01$) en el factor dosis, pero al observar el gráfico (fig. 28) las diferencias son mínimas, por lo que se consideraron no relevantes.

La tendencia es que el consumo individual sea ligeramente mayor para las dietas con 8% que con 0 y 4%, pero en general esta diferencia se considera pequeña; al realizar el ANOVA de una vía con las dietas involucradas en el análisis trifactorial (fig. 28a) se encontró diferencia significativa ($P<0.001$), pero al comparar el consumo de las dietas en orden progresivo de acuerdo al nivel de inclusión, es decir, entre las dietas 1, 5 y 12 y entre las dietas 3, 7 y 14 y así sucesivamente, se encontró que la dieta 1 es significativamente menor al consumo de las dietas 5 y 12, mientras que en las demás comparaciones no se presentaron diferencias.



TRIFACTORIAL.



ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

El consumo individual del camarón fue mayor a medida que se incrementó el nivel de harina de cabeza de camarón en las dietas, mostrando una interacción significativa ($P=0.055$) entre los factores nivel de inclusión y proceso (apéndice 9), este incremento en el consumo se atribuye al efecto attractante de la harina de cabeza de camarón.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Melo (1997) quién encontró que el consumo del camarón se mejoró a medida que se incrementó el nivel de cabeza de camarón en las dietas, este incremento de consumo lo atribuyó a la capacidad attractante de la cabeza de camarón; por otra parte Cruz-Suárez *et al.* (1993) encontraron similar incremento en el consumo del camarón cuando fue alimentado con dietas donde se incluyó 3, 6 y 18% de harina de cabeza de camarón.

Sin embargo el aumento en el consumo es muy leve. Es probable que el efecto attractante de la cabeza de camarón haya sido enmascarado por el efecto del attractante Flavor Pack (F.P.) en las dietas, el cual se incluyó en las dietas experimentales para evitar diferencias importantes en el consumo, y así poder interpretar las diferencias de crecimiento en términos de calidad nutricional de los ingredientes a probar.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.3.1.3.3. Efecto del origen

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en el consumo individual en el camarón alimentado con dietas donde se incluyó cabeza de camarón y harina de camarón comercial Tepual (fig. 28 y 28a).

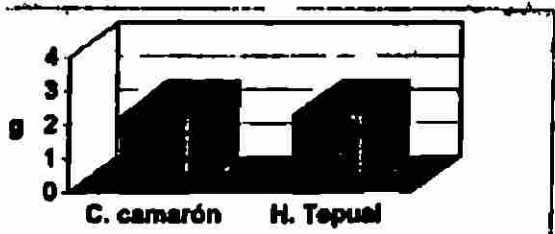


Fig. 29. Consumo individual del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al origen a los 28 días.
 $P=0.462$

BIFACTORIAL.

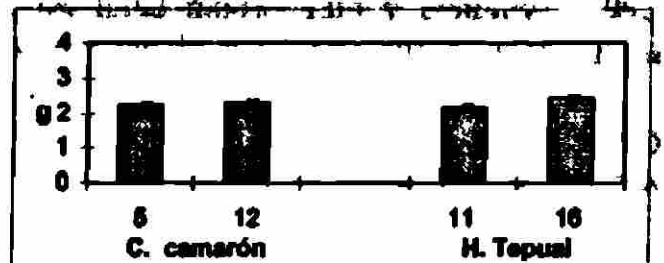


Fig. 29a. Consumo individual del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al origen a los 28 días.
 $P=0.0657$

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Esto se atribuye a la igualdad de la capacidad atractante de estos dos productos, probablemente en parte enmascarada por la acción del attractante F.P., como se mencionó anteriormente.

6.3.1.3.4. Tasa de conversión alimenticia

6.3.1.3.4.1. Efecto de la extrusión sencilla y extrusión doble

No se presentó diferencia significativa ($P>0.05$) en la tasa de conversión alimenticia del camarón alimentado con dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de extrusión sencilla y extrusión doble (fig. 30 y 30a).

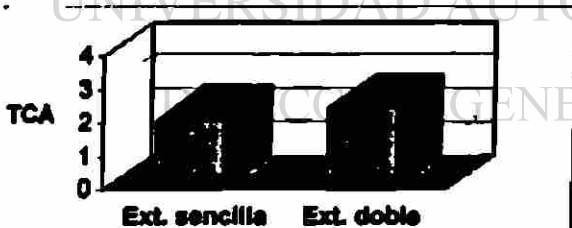


Fig. 30. Tasa de conversión alimenticia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.
 $P=0.444$

BIFACTORIAL.

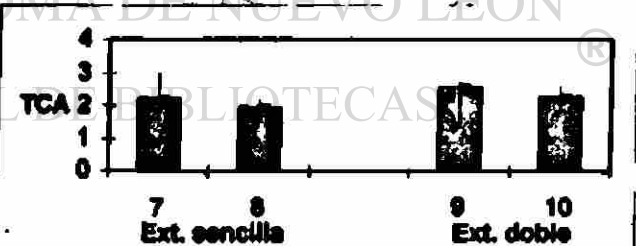


Fig. 30a. Tasa de conversión alimenticia del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso de extrusión a los 28 días.
 $P=0.8017$

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Este comportamiento se explica al presentar igual consumo (fig. 25a) e igual TC (fig. 20a). Estos resultados concuerdan con los reportados por Melo (1997) al encontrar similar TCA del camarón alimentado con dietas donde se incluyó extruido sencillo y extruido

doble de pasta de soya + cabeza de camarón. De igual modo Lim y Dominy (1992) encontraron similar TCA del camarón cuando fue alimentado con dietas que contenían pasta de soya (sin extraer) y soya integral doblemente extraída.

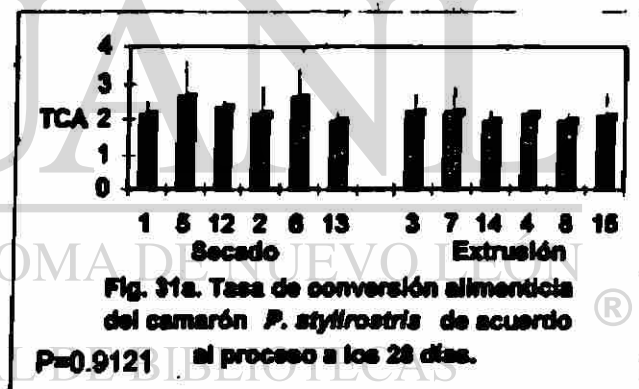
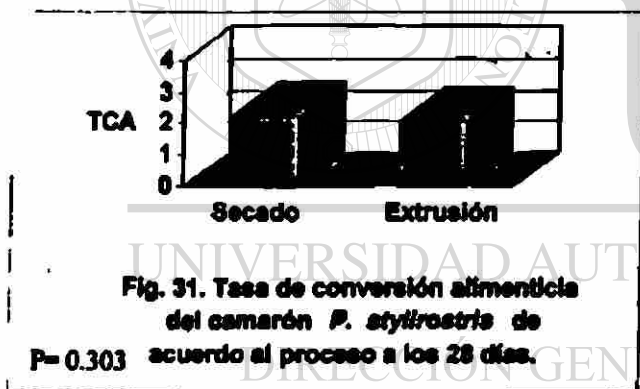
Lo anterior señala que la TCA no es afectada por el proceso de extrusión sencilla y extrusión doble de los ingredientes. La TCA no es un factor independiente ya que depende del consumo y ganancia en peso del camarón.

6.3.1.3.4.2. Efecto del proceso, acarreador y dosis

Al no encontrar diferencia significativa entre el uso de la extrusión sencilla y extrusión doble sobre la tasa de conversión alimenticia del camarón, las dietas 13 y 14 que corresponden a la extrusión doble se integraron al diseño trifactorial.

6.3.1.3.4.2.1. Efecto del proceso

La tasa de conversión alimenticia del camarón no fue modificada cuando se alimentó el camarón con dietas elaboradas a base de ingredientes sujetos al proceso de secado y extrusión (fig. 31 y 31a).



TRIFACTORIAL.

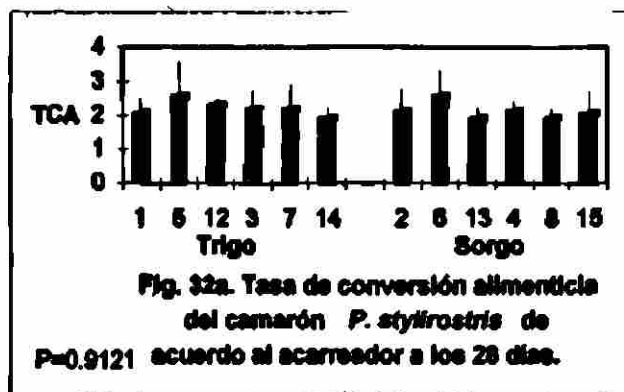
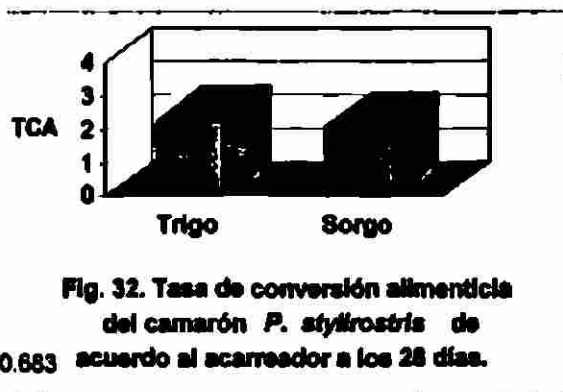
ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Estos resultados concuerdan con los reportados por Dominy y Behnke (1995) y Melo (1997) los cuales encontraron similar TCA para el camarón alimentado con dietas elaboradas a base de soya extraída con 85 de IDP, que con dietas elaboradas con pasta de soya.

Los resultados indican que la TCA no fue afectada por el proceso de secado y extrusión, pero debe considerarse que este parámetro zootécnico no es aislado, ya que depende del consumo y la ganancia de peso, y éstos a su vez de la calidad nutricional de las dietas.

6.3.1.3.4.2.2. Efecto del acarreador

No se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) en la tasa de conversión alimenticia del camarón cuando se alimentó con dietas que contenían trigo o sorgo (fig. 32 y 23a).



TRIFACTORIAL.

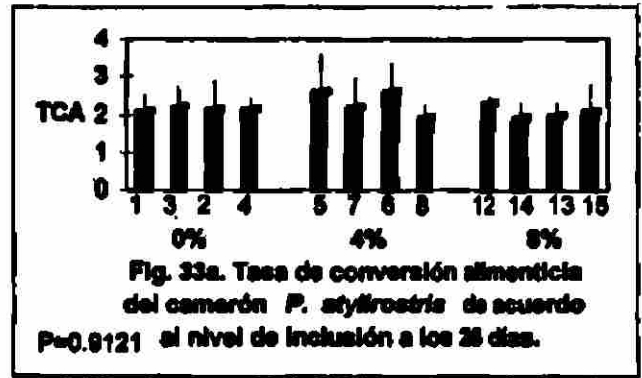
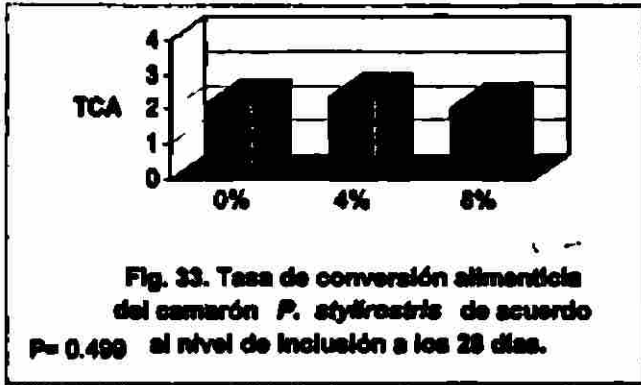
ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Esto es explicado por el mismo comportamiento del consumo (fig. 27a) y la TC (fig. 22a). Resultados similares son reportados por Cruz-Suárez *et al.* (1994) al encontrar igual TCA en los camarones alimentados con dietas elaboradas con sorgo o trigo blando, pero diferentes a los obtenidos con dietas elaboradas con pasta elaborada con trigo duro.

El uso de cereales en las dietas para camarón depende de su valor nutricional y de su calidad como promotor de crecimiento, estas características están dadas por el valor de cada grano. El crecimiento del camarón responde de forma distinta cuando se alimenta con diferentes fuentes de cereales (Romaine, 1998; Sheen y Chen, 1991 y Cruz-Suárez *et al.*, 1994), es por esto que la TCA puede variar dependiendo del tipo de cereal utilizado en las dietas.

6.3.1.3.4.2.3. Efecto de la dosis

No se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) en la tasa de conversión alimenticia del camarón cuando fue alimentado con dietas donde se incluyó el 0, 4 y 8% de cabeza de camarón (fig. 33), pero se observa un ligero incremento cuando se usó 4% de harina de cabeza de camarón en las dietas 5 y 6 (fig. 33a).



TRIFACTORIAL.

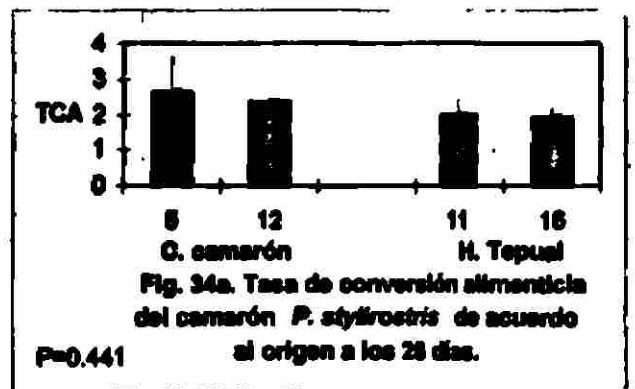
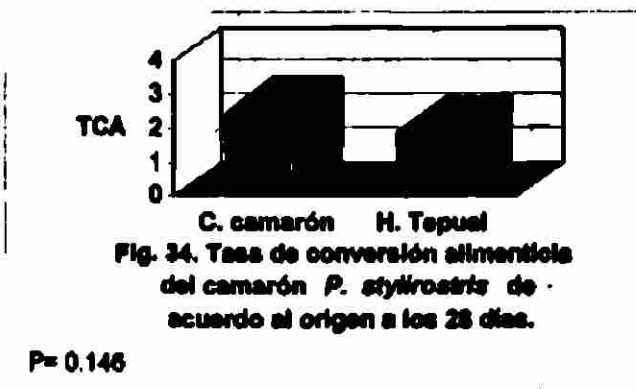
ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

Resultados similares son los reportados por Civera-Cerecedo *et al.* (1993) al evaluar los niveles de inclusión 5, 10 y 15% de harina de langostilla en dietas para camarón. Otro reporte es el citado por Cruz-Suárez *et al.* (1993) al evaluar la inclusión 3, 6 y 18% de harina de cabeza de camarón en las dietas para camarón, encontrando diferencia sólo al nivel de 18%.

Los resultados de esta investigación no mostraron diferencia en la TCA hasta un nivel de inclusión de cabeza de camarón al 8%, pero se sugiere que la TCA puede cambiar a medida que se incrementa el nivel de inclusión.

6.3.1.3.4.3. Efecto del origen

Con el uso de cabeza de camarón y harina de camarón comercial Tepual en las dietas no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) en la tasa de conversión alimenticia del camarón, pero con la harina de camarón comercial Tepual se observa tendencia a disminuir (fig. 34 y 34a).



BIFACTORIAL.

ANOVA DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

En relación a lo anterior Civera-Cerecedo *et al.* (1993); Cruz-Suárez *et al.* (1993) y Fox *et al.* (1994) encontraron que la TCA depende del origen de las harinas y su nivel de inclusión en la dieta.

Lo anterior sugiere que la TCA puede cambiar o no dependiendo del origen y nivel de inclusión en la dieta y de su valor nutricional.

6.3.2. Evaluación biológica en jaulas en estanquería

A continuación se describen los resultados obtenidos durante el bioensayo en jaulas en estanquería el cual tuvo una duración de 14 días.

6.3.2.1. Calidad del agua en el estanque

6.3.2.1.1. Oxígeno

El oxígeno disuelto y la temperatura se midieron al alba (06:00 hrs), al medio día (12:00 hrs) y al ocaso (18:00 hrs), mientras que la transparencia se midió al ocaso.

El oxígeno fluctuó entre 2.4 y 11.9 mg/l siendo al alba y al ocaso respectivamente, presentándose un descenso de oxígeno al día doce (fig. 35).

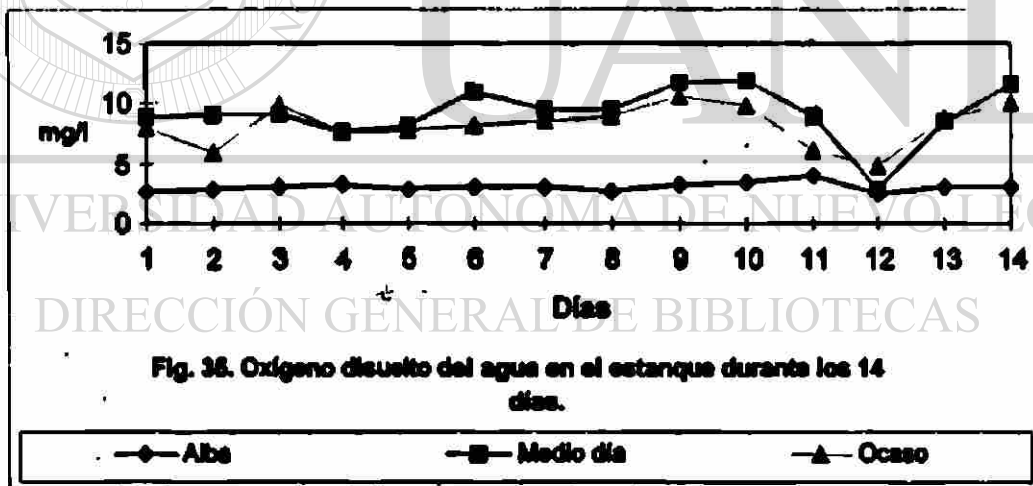


Fig. 35. Oxígeno disuelto del agua en el estanque durante los 14 días.

En relación a esto, Yang (1990) señala que el camarón puede sobrevivir sin crecer a concentraciones de 1.0 a 1.4 mg/l, mientras que Villalon (1991) y Law (1988 en Chien, 1992) recomiendan que el oxígeno se encuentre por arriba de 3 mg/l, en tanto que Wyban y Sweeney (1991) señalan que la concentración óptima de oxígeno para el camarón es de 8 mg/l.

La concentración de oxígeno presentada en el estanque durante el medio día y el ocaso se encontró en niveles favorables, mientras que al alba se encontró en el límite inferior recomendado.

6.3.2.1.2. Temperatura

La temperatura fluctuó entre 27.1 a 31.1 °C, registrando un descenso al día trece (fig. 36) ocasionado por lluvias.

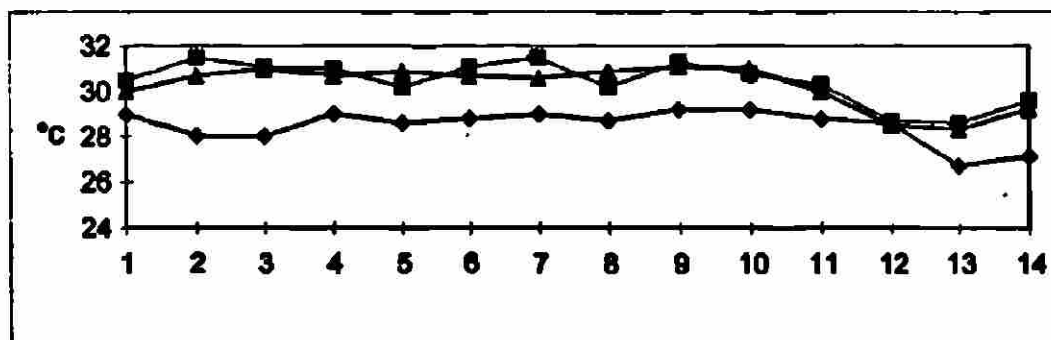


Fig. 36. Temperatura de agua del estanque durante los 14 días.



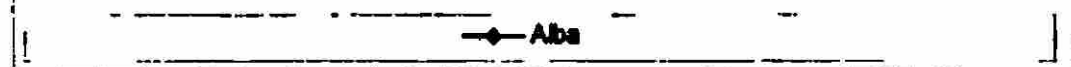
La temperatura del agua durante el desarrollo del bioensayo se encontró en el rango óptimo para el cultivo del camarón recomendado por Wyban y Sweeney (1991).

6.3.2.1.3. Transparencia

La transparencia debida a la productividad primaria fluctuó entre los 35 a 60 cm (fig. 37).



Fig. 37. Transparencia en el estanque durante los 14 días.



La transparencia del agua se encontró dentro del rango aceptable recomendado por Wyban y Sweeney (1991) al señalar que la transparencia del agua en los estanques debe

encontrarse entre 35 a 75 cm con un óptimo de 55 cm; aunque en el caso de Villalon (1991) indica que la transparencia del agua debe estar entre 25 a 30 cm.

Es importante señalar, que la transparencia del agua durante la noche pudo disminuir debido al arrastre de la materia orgánica del fondo, ocasionada por estar trabajando el aireador. El arrastre de materia orgánica durante la noche fue un factor decisivo para la ubicación de las jaulas empleadas en el bioensayo.

6.3.2.2. Productividad primaria

La productividad primaria en el estanque se caracterizó por clorophytas, diatomeas y dinoflagelados. El número de células por mililitro fluctuó entre 25,700 a 70,000 cél/ml, predominando las clorophytas (tabla 14). La presencia de dinoflagelados se debió a su aparición en el agua marina, y dado que agua es bombeada directamente del mar las microalgas fueron llevadas al estanque.

El zooplancton presente en el agua del estanque se constituyó principalmente por rotíferos y copépodos.

Tabla 14. Fitoplancton presente en el agua del estanque durante los 14 días.

Día	Cél/ml	Diatomeas %	Clorophytas %	Dinoflagelados %
1	375,000	10	50	40
2	597,500	10	80	10
3	317,500	---	90	10
4	380,000	---	90	10
5	275,000	---	90	10
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	450,000	30	60	10
9	425,500	30	60	10
10	---	---	---	---
11	700,000	---	80	20
12	---	---	---	---
13	---	---	---	---
14	257,000	---	---	---

Se recomienda principalmente la presencia de diatomeas en el agua de los estanques, ya que resulta beneficioso para la nutrición del camarón (Wyban *et al.*, 1988 y Wyban y Sweeney, 1991). En cuanto al número de células por mililitro presentes en el agua fueron superiores al sugerido para sistemas intensivos, las cuales van de 150,000 a 250,000 cél/ml

(Wyban y Sweeney, 1991), lo que significa que se contó con una excelente productividad primaria.

La presencia de dinoflagelados en el agua del estanque no afectó la sobrevivencia de los camarones; se considera que sólo en el caso de un crecimiento masivo de estas microalgas puede ocasionar la muerte de los camarones (Villalon, 1991).

6.3.2.3. Resultados y discusión de los parámetros zootécnicos en jaulas en estanquería

En la tabla 15 se muestran los resultados de sobrevivencia, tasa de crecimiento, consumo y tasa de conversión alimenticia del camarón durante los 14 días del bioensayo.

Tabla 15. Resultados del bioensayo en jaulas en estanquería.

Parámetro	D2	D4	D6	D8	D16	Rangen
Peso inicial (g)	6.9±0.01	6.9±0.01	7.0±0.01	6.9±0.02	7.0±0.01	7.0±0.01
Peso 14 días (g)	8.3±0.1	8.5±0.3	8.2±0.2	8.5±0.3	8.4±0.1	8.5±0.2
Sobrevivencia (%) 14 días	99±2	98±4	94±4	99±2	98±4	98±4
T.C. (%) 14 días	20.2±2.2	21.9±3.7	18.1±2.6	23.0±4.6	21.4±1.8	22.6±2.6
Consumo individual (g) 14 días	2.72±0.1	2.77±0.1	2.9±0.09	2.75±0.1	2.68±0.1	2.75±0.1
T.C.A. 14 días	2.0±0.2	1.9±0.3	2.3±0.3	1.8±0.4	1.8±0.2	1.8±0.2
Incremento (g/semana)	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7	0.75

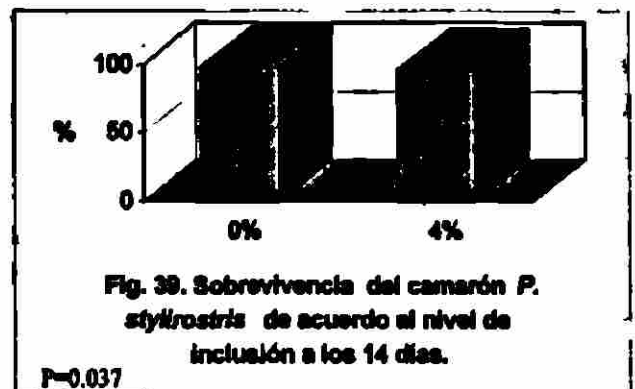
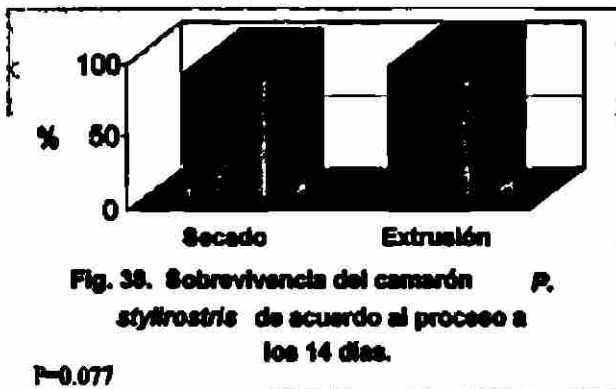
A continuación se muestran los resultados zootécnicos obtenidos en el bioensayo en jaulas en estanquería, comparándolos con los obtenidos en laboratorio, destacando las tendencias por factores (4 dietas analizadas por ANOVA Bifactorial) y comparando la respuesta entre dietas incluyendo las dietas control (analizadas por ANOVA de una vía y prueba de medias de Duncan).

6.3.2.3.1. Sobrevivencia

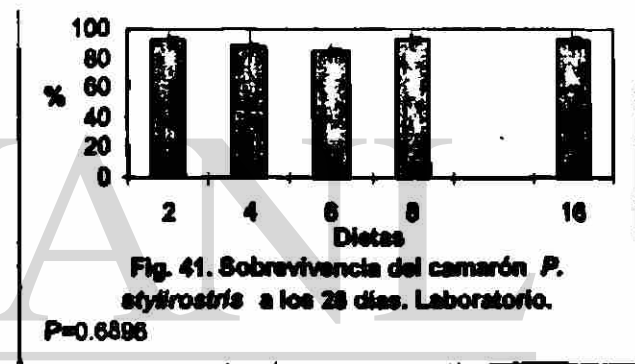
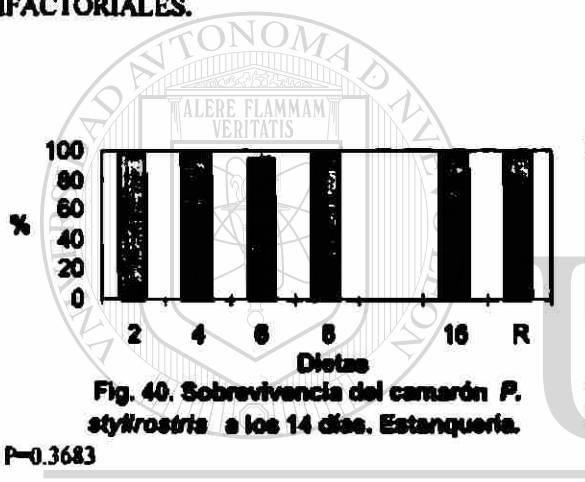
La sobrevivencia del camarón no fue afectada por el proceso de secado y extrusión como se ve en la fig. 38, mientras que el nivel de cabeza de camarón con 4% disminuyó significativamente la sobrevivencia (fig. 39) ($P=0.037$), pero al analizar las sobrevivencias implícitas en los niveles 0 y 4% mediante una ANOVA de una vía y prueba de medias de Duncan, no se encontró efecto significativo (fig. 40).

La sobrevivencia del camarón presentó un patrón de respuesta similar en el experimento en jaulas en estanquería y en laboratorio, encontrando que las dietas control

(dieta 16 y/o dieta Rangen) fueron similares a las dietas experimentales tanto en jaulas en estanquería (fig. 40) como en laboratorio (fig. 41). El comportamiento de la sobrevivencia con la dieta 6 elaborada con 4% de harina de cabeza de camarón y harina de sorgo, disminuyó en los dos bioensayos.



BIFACTORIALES.



ANOVAS DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

6.3.2.3.2. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento del camarón no fue afectada significativamente ($P=0.304$) por el proceso de secado y extrusión aplicado a ingredientes usados en las dietas (fig. 42), pero se observa una tendencia a mejorar la TC con el proceso de extrusión. En cuanto al nivel de cabeza de camarón en las dietas, presentó similar TC del camarón al usar los niveles 0 y 4% (fig. 43); sin embargo la respuesta evaluada por el análisis factorial es la resultante de efectos contrarios de la cabeza de camarón según su proceso: disminuyó el crecimiento cuando se uso harina de cabeza de camarón, y aumentó cuando se uso la cabeza fresca de camarón coextruida con trigo o sorgo.

La tasa de crecimiento del camarón presentó un patrón de respuesta similar en el experimento en jaulas en estanquería y en laboratorio, lo que señala, que los resultados de laboratorio pueden ser considerados como una predicción en estanquería. La tasa de crecimiento en ambos bioensayos presentó una disminución con la dieta 6 elaborada con 4%

de harina de cabeza de camarón con respecto a la dieta 2 elaborada con sorgo sin inclusión de harina de cabeza de camarón (fig. 44 y 45).

La dieta 8 elaborada con cabeza de camarón extruida con sorgo presentó la mayor tasa de crecimiento, ubicándose al mismo nivel de los controles.

Es importante señalar, que la ganancia de peso por semana de los camarones cultivados en el estanque donde se realizó el bioensayo fue mayor a la ganancia de peso de los camarones de las jaulas, tanto para las dietas experimentales como las dietas control. Esta comparación se realizó con camarones de pesos promedios cercanos a los utilizados en el bioensayo en jaulas; por ejemplo para los camarones cultivados en el estanque a una densidad de 43 camarones/m² y con un peso promedio de 6.6 g la ganancia fue de 1.0 g/sem, mientras que para un peso promedio de 7.9 la ganancia fue 1.3 g/semana, lo que es mayor al obtenido en los camarones de las jaulas las cuales fluctuaron entre 0.6 y 0.8 g/sem (tabla 15).

El incremento de ganancia en peso de los camarones cultivados se atribuye a la mayor disponibilidad de alimento en el estanque que en las jaulas, asimismo, se sugiere se ve afectado por el estrés provocado por el hecho de estar confinados en las jaulas, y a las condiciones de temperatura del agua, ya que el camarón en el estanque puede protegerse mejor en áreas más profundas o enterrarse en el fondo, mientras que en las jaulas no pueden tener esta protección.

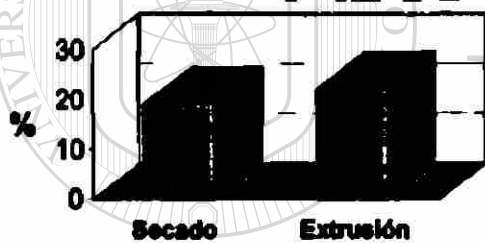


Fig. 42. Tasa de crecimiento del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al proceso a los 14 días.

P=0.304

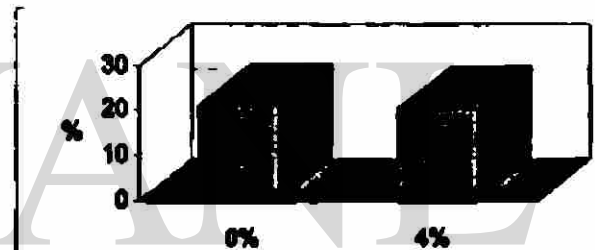


Fig. 43. Tasa de crecimiento del camarón *P. stylirostris* de acuerdo al nivel de inclusión a los 14 días.

P=0.482

BIFACTORIALES.

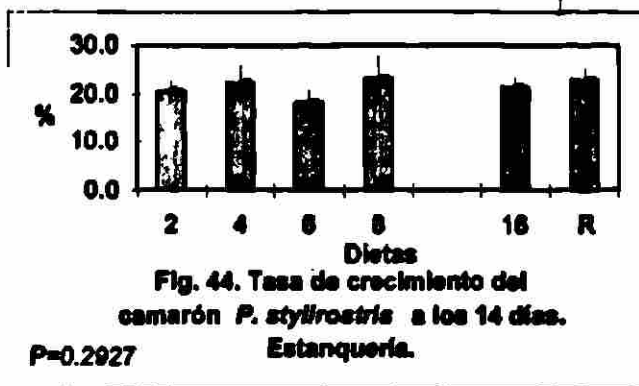


Fig. 44. Tasa de crecimiento del camarón *P. stylirostris* a los 14 días. Estanquería.

P=0.2927

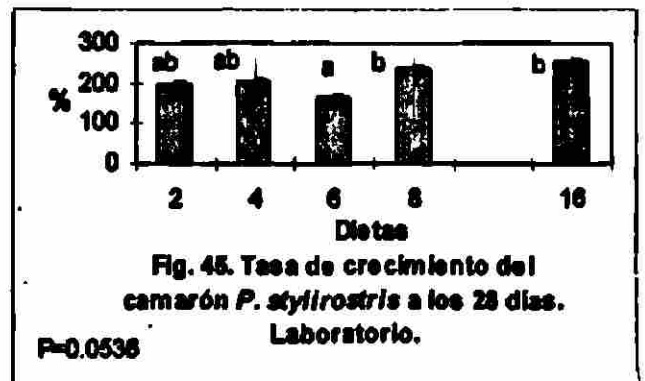


Fig. 45. Tasa de crecimiento del camarón *P. stylirostris* a los 28 días. Laboratorio.

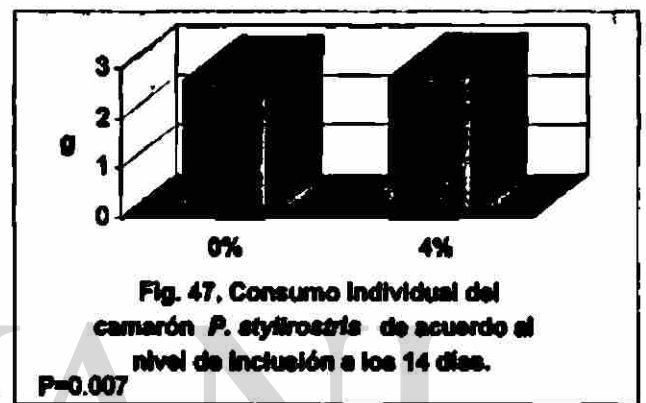
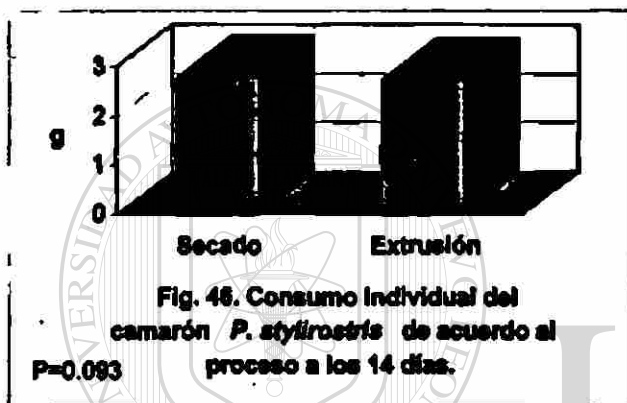
P=0.0536

ANOVAS DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

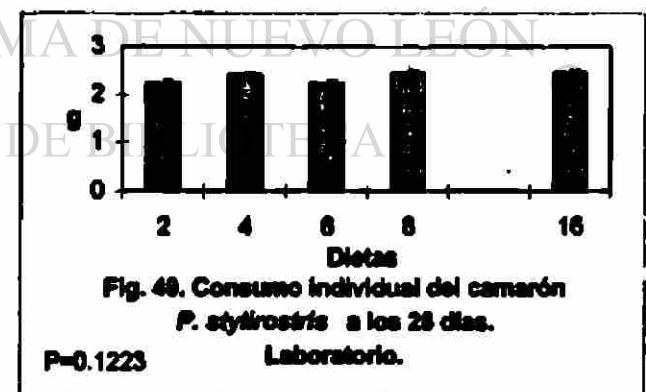
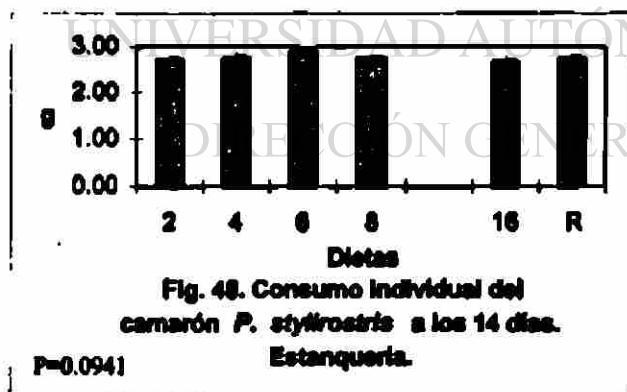
6.3.2.3.3. Consumo

El consumo individual del camarón no fue afectado significativamente por el proceso (fig. 46), mientras que con el nivel 4% de cabeza de camarón en la dieta se incrementó el consumo significativamente ($P=0.007$) (fig. 47).

El consumo individual del camarón con las dietas control (dieta 16 y/o dieta Rangen) fue similar al de las cuatro dietas experimentales restantes tanto en el bioensayo en jaulas en estanquería como en laboratorio. Sin embargo a diferencia de los otros parámetros zootécnicos el consumo de alimento no presentó el mismo patrón de respuesta en jaulas en estanquería y en laboratorio, ya que la dieta 6 elaborada con harina de cabeza de camarón se consumió más en estanquería (fig. 46 y 47).



BIFACTORIALES.



ANOVAS DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

6.3.2.3.4. Tasa de conversión alimenticia

La tasa de conversión alimenticia del camarón no fue afectada significativamente por el proceso y por el nivel de cabeza de camarón en las dietas (fig. 50 y 51), sin embargo se

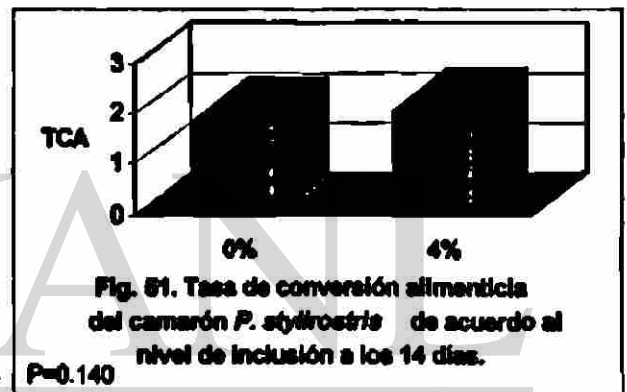
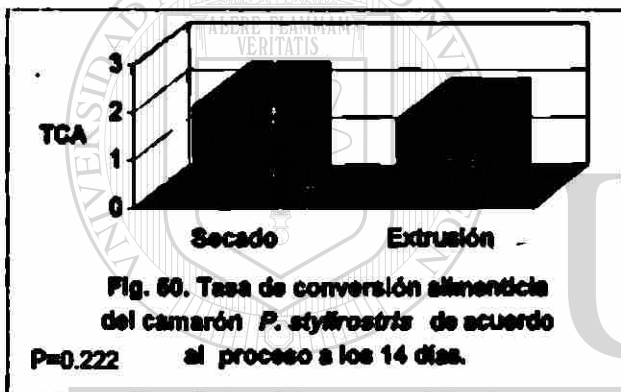
observa una tendencia marcada a mejorar la TCA con la extrusión y a empeorar con la inclusión de cabeza de camarón.

La tendencia que se observa a nivel factorial se debe a un aumento drástico de la TCA en el caso de la dieta 6 elaborada con harina de cabeza de camarón seca, aunque la TCA se mejora con la cabeza de camarón extruida con sorgo (dieta 8).

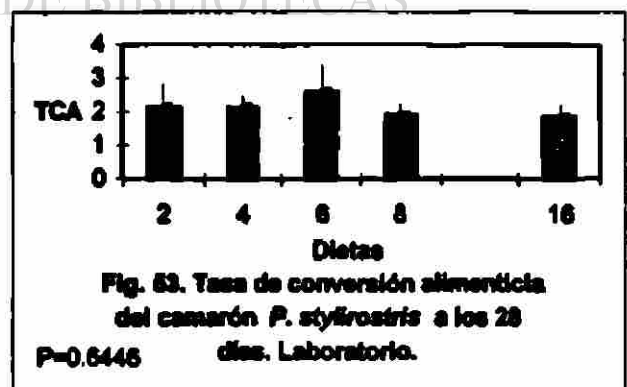
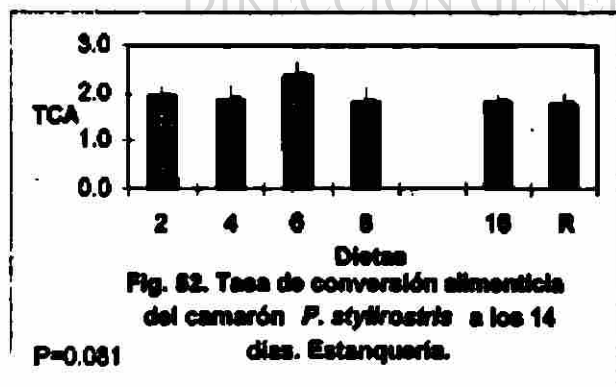
Al igual que en los parámetros de tasa de crecimiento y sobrevivencia el patrón de respuesta de la TCA se reproduce en el bioensayo en jaulas en estanquería y en laboratorio, con la mejor TCA para la dieta 8 y los controles, mientras que la dieta 6 fue la peor TCA (fig. 52 y 53).

Se destaca que la TCA de los camarones cultivados en el estanque donde se realizó el bioensayo en jaulas, fue mejor a la TCA de los camarones de las jaulas tanto para las dietas experimentales como en las dietas control. Como ejemplo en los camarones cultivados de un peso promedio de 6.6 g presentó una TCA de 1.5, mientras que los camarones de 7.9 g su TCA fue de 1.51. La TCA se calculó para una semana.

De acuerdo a lo anterior la TCA en estanquería es mejor que la TCA presentada en jaulas, esto se atribuye principalmente a la mayor disponibilidad de alimento en el estanque.



BIFACTORIALES



ANOVAS DE UNA VÍA. Letras diferentes muestran diferencia significativa (Duncan, $\alpha=0.05$).

6.4. Costos

6.4.1. Evaluación económica de los extruidos y coextruidos

En la tabla 16 se describen los costos de energía eléctrica utilizada por equipo para producir una tonelada de extruidos de trigo y sorgo, así como coextruidos de trigo o sorgo + cabeza de camarón. Para el cálculo de la energía eléctrica se determinó el tiempo de trabajo de cada equipo considerando su potencia.

Tabla 16. Costo de energía eléctrica para los extruidos y coextruidos.

Producto	Equipo	Potencia del equipo		Horas de trabajo/ton	\$/kwh	\$/ton	Total \$/ton
		H. P.	kw				
Trigo ext.	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	47.75
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
Sorgo ext.	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	47.75
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
C. S. T-C	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	48.42
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
C. S. S-C	Molino	2	= 1.492	1.66	0.26975	0.67	48.42
	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
C. D. T-C	Molino	2	= 1.492	1.66	0.26975	0.67	48.42
	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
C. D. T-C	Molino	2	= 1.492	1.66	0.26975	0.67	48.42
	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
C. D. T-C	Molino	2	= 1.492	1.66	0.26975	0.67	48.42
	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
C. D. T-C	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	48.42
	Molino	2	= 1.492	1.66	0.26975	0.67	
	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	
	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	
C. D. T-C	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	48.42
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
	Molino	2	= 1.492	1.66	0.26975	0.67	
	Extrusor	50	= 37.300	4.46	0.26975	44.91	
C. D. T-C	Mezcladora	3	= 2.238	1.66	0.26975	1.00	48.42
	Bomba	1	= 0.746	0.18	0.26975	0.04	
	Tolva	1	= 0.746	4.46	0.26975	1.80	
	Molino	2	= 1.492	1.66	0.26975	0.67	

Trigo ext.= Extruido de trigo, Sorgo ext.= Extruido sorgo, C.S. T-C= Coextruido sencillo trigo-camarón, C.S. S-C= Coextruido sencillo sorgo-camarón, C.D. T-C= Coextruido doble trigo-camarón, C.D. S-C= Coextruido doble sorgo-camarón.

Nota: El precio del KWH es de \$ 0.26975 para marzo de 1998 en el horario intermedio con la tarifa HM.

A continuación se muestra el costo de los extruidos de trigo y sorgo, así como de los coextruidos de trigo o sorgo + cabeza de camarón (tabla 17). Para el cálculo de la mano de obra y combustible, se estimó el número de trabajadores, tiempo y distancia involucradas por actividad.

Tabla 17. Costo de los extruidos y coextruidos.

Concepto	Extruido de trigo	Extruido de sorgo	C.S. T-C	C.S. S-C	C.D. T-C	C.D. S-C
Mano de obra	166.70	166.70	166.70	166.70	166.70	166.70
Combustible	85.60	85.60	85.60	85.60	85.60	85.60
Antifúngico	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70
Antioxidante	8.62	8.62	8.62	8.62	8.62	8.62
Energía eléctrica	47.75	47.75	48.42	48.42	48.42	48.42
Trigo molido	2130.00	---	1946.47	---	---	---
Sorgo molido	---	1400.00	---	1279.37	---	---
Extruido de trigo	---	---	---	---	---	---
Extruido de sorgo	---	---	---	---	---	---
C.S. T-C	---	---	---	---	2162.76	---
C.S. S-C	---	---	---	---	---	1556.13
C. de camarón molida	---	---	54.83	54.83	54.83	54.83
Molienda final	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
\$/tonelada	2525.36	1797.30	2366.68	1699.57	2582.90	1973.33
\$/kg	2.53	1.79	2.37	1.70	2.58	1.97

C.S. S-C= Coextruido sencillo sorgo-camarón, C.D. T-C= Coextruido doble trigo-camarón, C.D. S-C= Coextruido doble sorgo-camarón, C. de camarón molida= Cabeza de camarón molida.

Para la mano de obra se consideraron 4 trabajadores con un sueldo diario de \$ 50.00 (para tres de ellos) y \$ 83.33 (para el operador del extrusor).

La molienda de los granos, de los extruidos y coextruidos se cotiza en \$ 30.00 por tonelada para el mes de abril de 1998.

A la cabeza fresca de camarón se le asignó un costo de \$ 0.14 por kilogramo que corresponde al costo del combustible usado en el transporte entre el peso de cabeza de camarón transportada. La gasolina se estimó para una distancia entre la procesadora de productos marinos y el lugar donde se localiza el extrusor entre 10 y 20 km de distancia.

El costo de los coextruidos dobles se incrementó por arriba de los extruidos y coextruidos sencillos, debido al doble proceso de extrusión a que es sujeto.

Cuando el sorgo es usado en los coextruidos el producto es más económico que cuando se usa el trigo, debido al menor costo del sorgo.

6.4.2. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido en el bioensayo en laboratorio

El costo específico de las dietas y el costo del alimento por tonelada de camarón se muestran en la tabla 18.

El costo específico de las dietas se calculó sumando el costo de los ingredientes de acuerdo a su inclusión, incluyendo \$ 400.00 por el proceso de peletizado por cada tonelada de

dieta. En el apéndice 7 se muestran los precios de los ingredientes y las empresas comercializadoras. El precio de los ingredientes corresponde al mes de abril del presente año, cuando la tasa de cambio del dólar es de \$ 8.40 pesos mexicanos.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido, se calculó multiplicando la TCA por el costo de la dieta.

Tabla 18. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón. Experimento en laboratorio.

Dieta	Rango	\$/ton de dieta	TCA	Rango	\$ alimento /ton de camarón
1 (Harina de trigo)	14	5512.02	2.10	8	11575.3
2 (Harina de sorgo)	6	5250.80	2.16	7	11341.7
3 (T.E.)	15	5664.59	2.20	13	12462.1
4 (S.E.)	10	5372.01	2.16	9	11603.5
5 (T.H.C. 4%)	12	5436.94	2.62	16	14244.8
6 (S.H.C. 4%)	5	5183.05	2.59	14	13424.1
7 (C.S. T-C 4%)	7	5362.22	2.22	11	11904.1
8 (C.S. S-C 4%)	3	5127.54	1.94	1	9947.4
9 (C.D. T-C 4%)	8	5362.72	2.55	15	13674.9
10 (C.D. S-C 4%)	4	5131.87	2.31	10	11854.6
11 (H. Tepual 4%)	13	5471.53	1.95	6	10669.5
12 (T.H.C. 8%)	9	5364.34	2.32	12	12445.3
13 (S.H.C. 8%)	2	5121.62	1.96	3	10038.4
14 (C.D. T-C 8%)	6	5251.41	1.91	2	10030.2
15 (C.D. S-C 8%)	1	5024.80	2.07	5	10401.3
16 (H. Tepual 8%)	11	5431.95	1.88	4	10212.1

T.E.= Trigo extruido, S.E.= Sorgo extruido, T.H.C. 4%= Trigo y harina de camarón 4%, S.H.C. 4%= Sorgo y harina de camarón 4%, C.S. T-C 4%= Coextruido sencillo trigo-camarón 4%, C.S. S-C 4%= Coextruido sencillo sorgo-camarón 4%, C.D. T-C 4%= Coextruido doble trigo-camarón 4%, C.D. S-C 4%= Coextruido doble sorgo-camarón 4%, H. Tepual 4%= Harina Tepual 4%, T.H.C. 8%= Trigo y harina de camarón 8%, S.H.C. 8%= Sorgo y harina de camarón 8%, C.D. T-C 8%= Coextruido doble trigo-camarón 8%, C.D. S-C 8%= Coextruido doble sorgo-camarón 8%, H. Tepual 8%= Harina Tepual 8%.

6.4.3. Costo de la extrusión sencilla y extrusión doble

El costo específico de las dietas elaboradas con ingredientes sujetos a la extrusión sencilla y a la extrusión doble fue el mismo para ambos casos (tabla 18, fig. 54 y 55), esta igualdad se debe principalmente al costo que representa una mayor inclusión (40.8 a 45.5%) de extruidos sencillos en las dietas, con respecto al costo de una menor inclusión (21.8%) de coextruidos dobles más el costo del complemento de la harina de trigo o sorgo en las dietas según el caso.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido con la extrusión doble (dieta 9 y 10) fue mayor al costo de la extrusión sencilla (dietas 7 y 8), debido a su mayor TCA.

6.4.4. Costo del proceso

El costo específico promedio de las dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de extrusión fue similar al de las dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de secado (fig. 54), pero el costo de las dietas 3 y 4 elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de extrusión (sin cabeza de camarón) fue mayor al de las dietas 1 y 2 elaboradas con el proceso de secado (sin cabeza de camarón), esto debido al incremento del costo por el proceso de extrusión.

En el caso del costo específico de las dietas 5, 6, 12 y 13 elaboradas con el proceso de secado (con cabeza de camarón) fue mayor a las dietas 7, 8, 14 y 15 elaboradas con el proceso de extrusión (con coextruidos de trigo o sorgo + cabeza de camarón), esto se debe al mayor costo de la harina de cabeza de camarón con respecto al costo de los coextruidos de cabeza de camarón + trigo o sorgo (apéndice 7).

El costo promedio del alimento por tonelada de camarón producido fue mayor con las dietas elaboradas con ingredientes sujetos al proceso de secado, debido al mayor costo específico de las dietas 1, 2, elaborada con harina de trigo y sorgo (sin harina de cabeza de camarón) respectivamente y las dietas 5, 6, y 12 elaboradas con harina de cabeza de camarón, así como a mayores TCA para éstas dietas (excepto para la dieta 13).

6.4.5. Acarreador

El costo específico de las dietas elaboradas con sorgo fue menor al costo de las dietas elaboradas con trigo (tabla 18 y fig. 55), debido al menor precio del sorgo.

El sorgo presenta la ventaja de ser un cereal económico y normalmente se puede comprar a menor precio que otros granos, y presenta descuentos que en la mayoría de los casos no están justificados (Price, 1998).

El costo del alimento por tonelada de camarón producido fue menor con las dietas elaboradas con sorgo que con trigo, debido al menor costo de las dietas y a su menor TCA.

6.4.6. Dosis

El costo específico de las dietas tiende a disminuir a medida que se incrementa la inclusión de cabeza de camarón, este ahorro es debido al reemplazo de la harina de pescado como un ingrediente caro (\$6.89/kg), por la harina de cabeza de camarón como un ingrediente de menor costo (\$ 0.14/kg para la cabeza fresca y \$ 5.0/kg para la harina).

En cuanto al costo del alimento por tonelada de camarón producido es más alto con el 4% de inclusión de cabeza de camarón (tabla 18 y fig. 55), esto se debe principalmente al efecto de la mayor TCA de las dietas 5 y 6 elaboradas con el 4% de harina de camarón.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido de las dietas 14 y 15 elaboradas con coextruido doble trigo o sorgo + cabeza de camarón al 8%, fue menor al de las dietas 7 y 8 elaboradas con coextruido sencillo trigo o sorgo + cabeza de camarón al 4%, debido al ahorro que se obtiene al reemplazar la harina de pescado por la cabeza de camarón y a la mayor TCA para la dieta 7. Esta comparación se realiza para destacar que las dietas 14 y 15 a pesar de ser elaboradas con coextruidos dobles presentan ventajas económicas, aunado a su alta TC.

Es por lo anterior que se debe considerar el uso de los coextruidos dobles principalmente sorgo + cabeza de camarón al 8% y más aún, si el nivel de inclusión de cabeza de camarón es superior al 8%, o en el caso cuando se presente un incremento en el costo de la harina de pescado.

6.4.7. Origen

El costo específico de las dietas elaboradas con cabeza de camarón fue más bajo que el de las dietas elaboradas con la harina de camarón comercial Tepual (tabla 18 y fig. 55) debido al mayor costo de la harina de camarón comercial Tepual, caso contrario, las dietas elaboradas con la harina de camarón comercial Tepual presentaron menor costo del alimento por tonelada de camarón producido, debido a su menor TCA. Aunque en esta comparación la harina de camarón comercial Tepual presenta ventajas sobre la harina de cabeza de camarón; se debe destacar que la cabeza de camarón fresca ofrece la ventaja de ser muy económica y al ser coextruida con harina de sorgo se comporta igual o mejor que con la harina de camarón comercial Tepual en términos de costo y crecimiento del camarón.

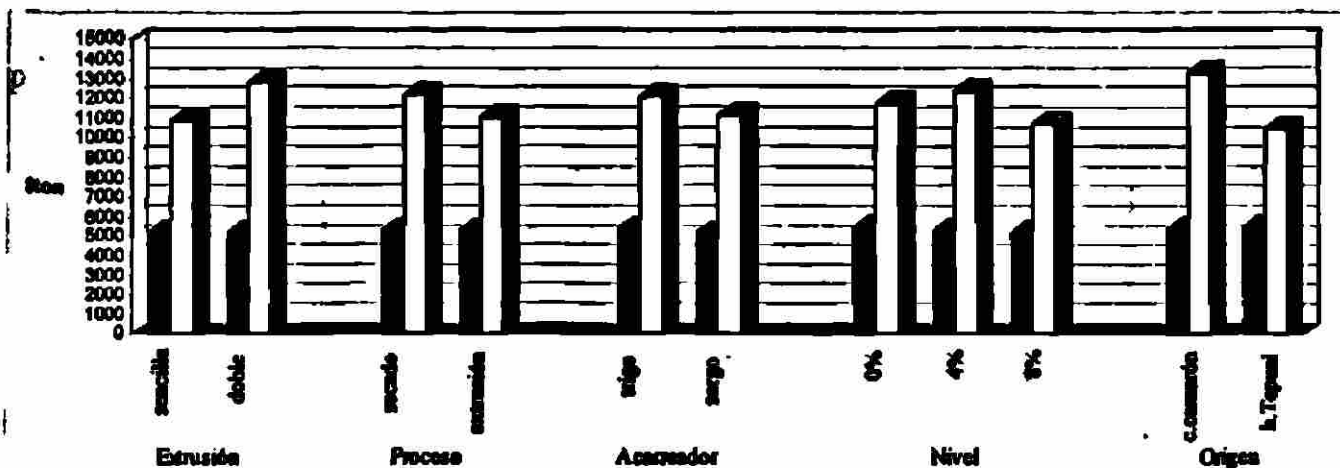


Fig. 64. Costo específico promedio por factor de las dietas (columna negra) y costo del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Bioensayo en laboratorio.

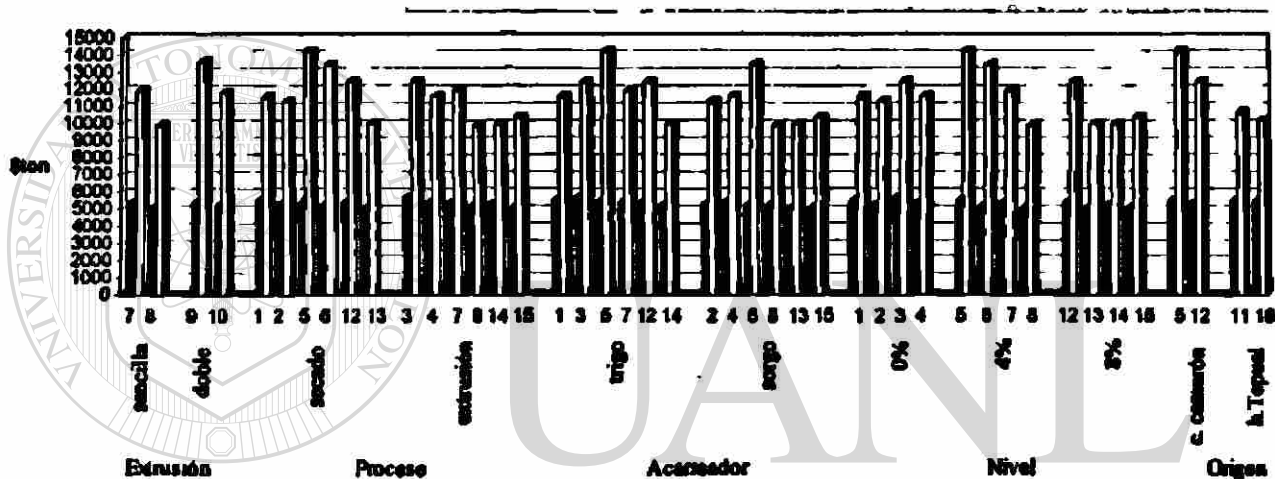


Fig. 65. Costo específico de las dietas (columna negra) y costo del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Bioensayo en laboratorio.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.4.8. Costos específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido en el bioensayo en jaulas en estanquería.

En la tabla 19 se describe el costo específico de las dietas y el costo del alimento por tonelada de camarón producido.

Tabla 19. Costo específico de las dietas y costo del alimento por tonelada de camarón producido. Experimento en jaulas en estanquería.

Dieta	Rango	\$ ton de dieta	TCA	Rango	\$ alimento /ton de camarón
2 (Harina de sorgo)	3	5250.8	2.0	4	10501.6
4 (S.E.)	4	5372.0	1.9	3	10206.8
6 (S.H.C. 4%)	2	5183.0	2.3	6	11921.0
8 (C.S. S-C 4%)	1	5127.5	1.8	1	9229.6
16 (H. Tepual 8%)	5	5432.0	1.8	2	9777.5
Rangen	6	6590.4	1.8	5	11862.7

S.E.= Sorgo extruido, S.H.C. 4%= Sorgo y harina de camarón 4%, C.S. S-C 4%= Coextruido sencillo sorgo-camarón 4%, H. Tepual 8%= Harina Tepual 4%.

6.4.9. Proceso

El costo específico promedio de las dietas elaboradas con el proceso de extrusión y el proceso de secado son similares (tabla 19 y fig. 56 y 57), pero las dietas 4 y 8 sujetos al proceso de extrusión presentaron el mayor y menor costo respectivamente.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido fue mayor con el proceso de secado, debido a una mayor TCA de las dietas 2 y 6 involucradas en este proceso.

6.4.10. Dosis

El costo específico de las dietas elaboradas sin inclusión de cabeza de camarón fue mayor al costo de las dietas elaboradas con 4% de inclusión de cabeza de camarón (tabla 19 y fig. 57), esto se debió al reemplazo de la harina de pescado de mayor costo por la cabeza de camarón de menor costo (apéndice 7).

6.4.11. Comparación general

El costo específico de las dietas experimentales (2, 4, 6 y 8) fue menor al de las dietas control (16 y Rangen) (tabla 19 y fig. 57).

El incremento del costo específico en las dietas control, es debido en el caso de la dieta 16 al mayor costo de la harina de trigo y la harina de camarón comercial Tepual con respecto al costo que representa la harina de sorgo y la cabeza de camarón en forma de harina y coextruida con harina de sorgo usadas en las dietas experimentales. En el caso de la dieta Rangen esta diferencia se atribuye a los gastos que implica la producción del alimento como

mano de obra, energía eléctrica, transporte de los ingredientes y producto terminado, gastos administrativos, etc. así como el concepto de utilidades de la empresa.

En cuanto al costo del alimento por tonelada de camarón producido la dieta 6 y la dieta Rangen presentaron el mayor costo, debido al alto costo de las dietas; en el caso particular de la dieta 6 aparte de su mayor costo presentó la mayor TCA. Es importante indicar que la dieta 8 fue la que presentó el menor costo del alimento por tonelada de camarón producido, debido al menor costo de la dieta y a su TCA la cual se situó a nivel intermedio para las 6 dietas.

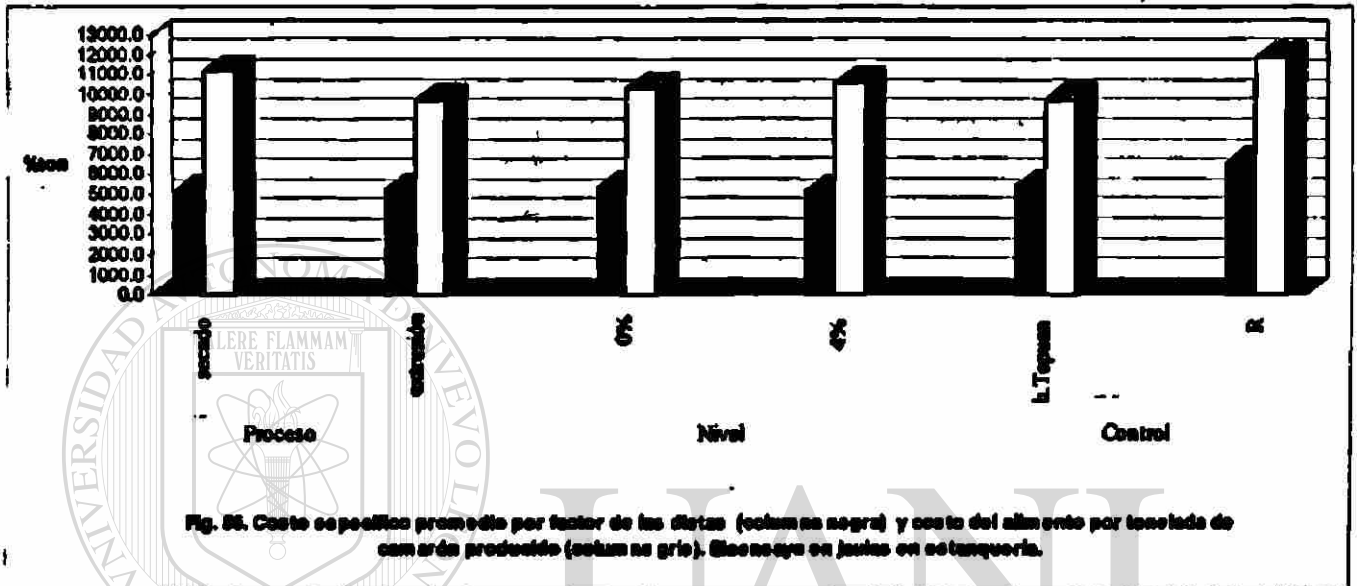


Fig. 56. Costo específico promedio por factor de las dietas (columna negra) y costo del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Escala en miles en esta gráfica.

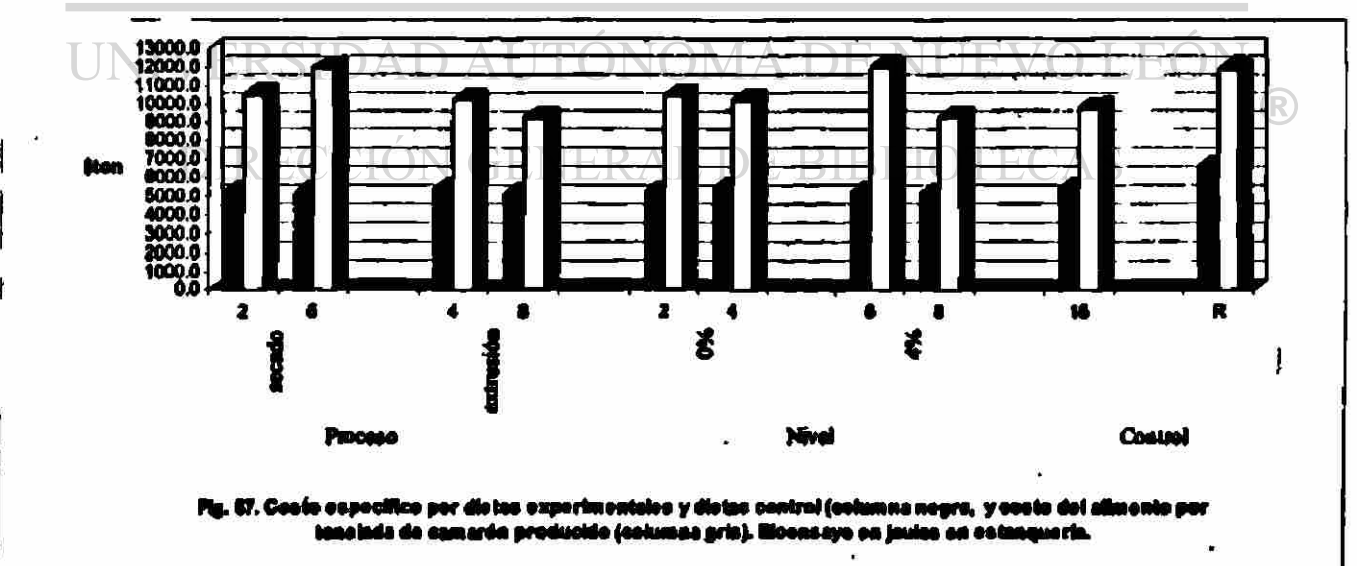


Fig. 57. Costo específico por dietas experimentales y dietas control (columna negra, y costo del alimento por tonelada de camarón producido (columna gris). Escala en miles en esta gráfica.

7. CONCLUSIONES

A continuación se describen las conclusiones sobre lixiviación de las dietas utilizadas en laboratorio, asimismo, se describen los parámetros zootécnicos evaluados en el camarón, el costo de las dietas y el costo del alimento por tonelada de camarón producido tanto en laboratorio como en estanquería.

Lixiviación

La lixiviación de las dietas fue mayor a medida que se incrementó la inclusión de cabeza de camarón, principalmente con el 8% en forma de harina, asimismo, el proceso de extrusión y la inclusión de sorgo incrementaron la lixiviación, excepto con la inclusión de coextruido sencillo + cabeza de camarón al 4% el cual presentó la lixiviación más baja al igual que las dietas elaboradas con harina de trigo y sorgo extruido (sin cabeza de camarón). Por otra parte fue mayor la lixiviación de las dietas elaboradas con cabeza de camarón que con harina de camarón comercial Tepual.

Bioensayo en laboratorio

La sobrevivencia en el camarón fue superior al 85% y no fue afectada con la extrusión sencilla y extrusión doble, proceso (extrusión y secado), acarreador (trigo y sorgo) y dosis (0, 4 y 8% de cabeza de camarón). Asimismo, no fue afectada por el reemplazo de la harina de cabeza de camarón por harina de camarón comercial Tepual.

La tasa de crecimiento (TC) en el camarón no fue afectada significativamente por la extrusión doble con respecto a la extrusión sencilla, pero presentó tendencia a aumentar con la extrusión sencilla. Se mejoró la TC con el proceso de extrusión, el sorgo y la inclusión del 8% de cabeza de camarón, principalmente en el coextruido doble trigo o sorgo + cabeza de camarón al 8%, asimismo, se mejoró con el coextruido sencillo sorgo + cabeza de camarón al 4%. La harina de camarón comercial Tepual mejoró la TC con respecto a la harina de cabeza de camarón.

El consumo individual en el camarón no fue afectado por la extrusión doble con respecto a la extrusión sencilla. El proceso de extrusión, la inclusión de sorgo y los coextruidos dobles trigo o sorgo + cabeza de camarón al 8%, coextruidos sencillos trigo o sorgo + cabeza de camarón al 4% incrementaron el consumo individual. Por otra parte el consumo individual no fue afectado por el remplazo de la harina de cabeza de camarón por harina de camarón comercial Tepual.

La tasa de conversión alimenticia (TCA) en el camarón no fue afectada por la extrusión doble con respecto a la extrusión sencilla, pero se observa tendencia a mejorarse con la extrusión sencilla. La TCA tiende a mejorarse con el uso de ingredientes sujetos al

proceso de extrusión y con el sorgo, pero es afectada con el 4% de harina de cabeza de camarón en las dietas. En particular la TCA se mejoró con el coextruido doble trigo + cabeza de camarón al 8%, con el coextruido sencillo sorgo + cabeza de camarón al 4% y con el 8% de harina de cabeza de camarón + sorgo. Por otra parte la TCA no fue afectada por la harina de cabeza de camarón con respecto a la harina de camarón comercial Tepual, pero existe tendencia a mejorarse con ésta última.

El costo específico de las dietas elaboradas con ingredientes sujetos a la extrusión sencilla y extrusión doble fueron similares. El costo específico de las dietas con ingredientes sujetos al proceso de extrusión fue más económica que con ingredientes sujetos al proceso de secado, excepto para las dietas elaboradas con trigo y sorgo extruido sin cabeza de camarón. Las dietas con inclusión de 8% de cabeza de camarón en forma de harina y coextruida fueron las más económicas; en general el costo específico disminuyó a medida que se incrementó la inclusión de cabeza de camarón. Las dietas elaboradas con cabeza de camarón fueron más económicas que con la harina de camarón comercial Tepual.

En particular las dietas de menor costo fueron las elaboradas con coextruido doble sorgo + cabeza de camarón al 8%, coextruido sencillo sorgo + cabeza de camarón al 4%, 8% de harina de cabeza de camarón + sorgo y coextruido doble trigo + cabeza de camarón al 8%.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido fue más barato cuando se incluyó en las dietas ingredientes sujetos al proceso de extrusión sencilla que con extrusión doble, así también fue más económico con ingredientes sujetos al proceso de extrusión excepto para las dietas elaboradas con trigo y sorgo extruido sin camarón. Asimismo, fue más económico cuando se incluyó el sorgo, excepto con el coextruido doble sorgo + cabeza de camarón al 8% con respecto al coextruido doble trigo + cabeza de camarón al 8%.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido con la inclusión de cabeza de camarón en forma de harina y coextruido se comportó de forma distinta para cada caso, por lo que se resalta que el menor costo fue para las dietas que contenían coextruido sencillo sorgo + cabeza de camarón al 4%, coextruido doble de trigo o sorgo + cabeza de camarón al 8% y la inclusión de 8% de harina de cabeza de camarón con sorgo. Por otra parte fue menor el costo con la inclusión de harina de cabeza de camarón que con harina de camarón comercial Tepual.

Bioensayo en estanquería

La sobrevivencia del camarón fue superior al 98% y presentó el mismo patrón de respuesta al obtenido en laboratorio, asimismo, no fue afectada negativamente por los factores de proceso (secado y extrusión), dosis (0 y 4% de cabeza de camarón) y las dietas control.

La TC del camarón presentó el mismo patrón de respuesta al obtenido en laboratorio, mostrando tendencia a mejorarse con la inclusión de coextruido sencillo sorgo + cabeza de

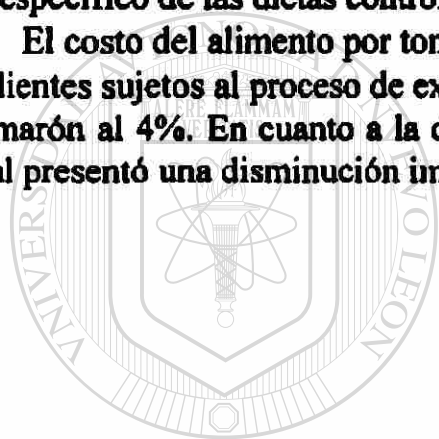
camarón al 4% y con las dietas control, caso contrario, con la dieta elaborada con el 4% de harina de cabeza de camarón mostró tendencia a empeorar.

El consumo individual no presentó el mismo patrón de respuesta al obtenido en laboratorio, dado por el mayor consumo en la dieta con el 4% de harina de cabeza de camarón.

La TCA mostró el mismo patrón de respuesta al obtenido en laboratorio, y no fue afectada negativamente por el proceso (secado y extrusión) y dosis (0 y 4% de cabeza de camarón), pero se observa tendencia a mejorarse con la extrusión y a empeorar con la harina de cabeza de camarón. La mejor TCA se obtuvo con las dietas control y con la dieta elaborada con coextruido sencillo sorgo + cabeza de camarón al 4%.

El costo específico de las dietas fue menor cuando se incluyó el 4% de cabeza de camarón, principalmente con el coextruido sorgo + cabeza de camarón al 4%, asimismo, el costo específico de las dietas control fue mayor que las dietas experimentales.

El costo del alimento por tonelada de camarón producido fue menor cuando se incluyó ingredientes sujetos al proceso de extrusión, principalmente con el coextruido sorgo + cabeza de camarón al 4%. En cuanto a la dieta control elaborada con harina de camarón comercial Tepual presentó una disminución importante con respecto a la dieta control Rangen.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

8. LITERATURA CITADA

- Akiyama, D.M., 1992. Utilización de la pasta de soya en los alimentos acuícolas. Asociación Americana de Soya. ASA/MEXICO No. 18. 1^{ra} reimpresión. 20 pp.
- Akiyama, D.M. y Chwang, L.M.N., 1993. Requerimiento nutricional del camarón y manejo del alimento. 479-491 pp., En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque, D. y Mendoza, R. (Eds.). Memorias del Primer Simposium Internacional de nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura, 1993. Monterrey, N.L., México.
- Akiyama, D.M., Dominy W.G., and Lawrence, A.L. 1993. Nutrición de los camarones peneidos para la industria de los alimentos comerciales. 43-79 pp., En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque, D. y Mendoza, R. (Eds.). Memorias del Primer Simposium Internacional de nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura, 1993. Monterrey, N.L., México.
- A.O.A.C., 1990. Official methods of analysis. Edited by Kenneth Helrich. 15 Th. Edition. Arlington, Virginia. USA.
- Aquacop, 1978. Study on nutritional requirements and growth of *Penaeus merguensis* in tanks by means of purified and artificial diets. Proceedings, World Mariculture Society, 9:225-234.
- Ashmore, S.B., Stanley, R.W., Moore, L.B., and Malecha S.R., 1985. Effect on growth and apparent digestibility of diets varying in source and protein level in *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Mariculture Society*, 16: 205-216.
- Boghen, A.D. and Castel, J.D., 1981. Nutritional value of different dietary proteins to juvenile lobsters, *Homarus americanus*. *Aquaculture*, 22:343-351.
- Botting, Ch. C., 1991. Extrusion technology in aquaculture feed processing. Review in: Akiyama, D.M. and R.K.M. Tan (Editors). Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop. 129-137 pp., september 19-25, 1991. Thailand and Indonesia. ASA/Singapore.
- Bordner, C.E., D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., and Baum, N.A., 1986. Development and evaluation of diets for crustacean aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 17: 1-4.

- Carver, L.A., Akiyama D.M., and Dominy, W.G., 1989. Processing of wet shrimp heads and squid viscera with soymeal by a dry extrusion process. ASA Technical Bulletin, Vol. 3 AQ 16, 89-4.
- Calvalcanti, M. R., Mota de Oliveira, S.M., and Ferreira, B.G., 1995. Influence of carbohydrate levels on the growth of the white shrimp *Penaeus schmitti* feed on some experimental diets. 227-230 pp. Memorias del Segundo Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, october 20-25, 1993. Guayaquil, Ecuador.
- Camire, M. E., Camire, A., and Krumhar, K., 1990. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Journal of Food Science*, 29, 1:35-56.
- Cheftel, J.C. y Cheftel. H., 1976. Introducción a la bioquímica de los alimentos, Vol. 1. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. 333 pp.
- Chen, H.-Y., 1993. Recent advances in nutrition of *Penaeus monodon*. *Journal of World Aquaculture Society*, 24, 2:231-240.
- Choudhury, G.S. and Gogoi, B.K., 1996. Protease inactivation in fish muscle by high moisture twin-screw extrusion. *Journal of food Science*, 61, 6:1219-1222.
- Chien, Y-H-C., 1992. Water quality requirements and management for marine culture. Proceedings of the special session on shrimp farming. *The World Aquaculture Society*, 144-156.
- Civera-Cerecedo, R. Goytortúa-Bores, E., Rocha-Meza, S., Grenne-Yee, A., Vega, F., y Nolasco, H., 1993. Digestibilidad de nutrientes en *Penaeus vannamei* alimentados con dietas que contienen harina de langostilla (*Pleuroncodes planipes*). 231-240 pp., En: Calderón y Sorgeloos (Eds.). Memorias del Segundo Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, 20-25 de octubre de 1993. Guayaquil, Ecuador.
- Cluet, D., 1990. Extrusion technology for aquaculture. Advance in Manufacture of aquatic Feeds by Low cost Extrusion. The necessity for technology transfer from the advanced user to the new user. Presented at the World Aquaculture Society, Annual Meeting, Halifax, Canada, june 10-14, 1990. 17 p.
- Cuzon, G., Guillaume, J., and Cahu, C., 1994. Composition, preparation and utilization of feeds for crustacea. *Aquaculture*, 124:253-267.

- Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque-Marie, J.A. Martínez-Vega, and Wesche-Ebelling, P., 1993. Evaluation of two shrimp by-product meals as protein source in diets for *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 115:53-62.
- Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque-Marie, J.D. Pinal-Mansilla, and Wesche-Ebelling, P., 1994. Effect of different carbohydrate sources on the growth of *Penaeus vannamei*: economical impact. *Aquaculture*, 123:349-360.
- Dale, N., 1992. Solubilidad de la proteína: Indicador del procesado del harina (pasta) de soya. ASA/MEXICO A.M. No 89. Mayo, 1992. 11 P.
- Davis, D.A. and Arnold, C.R., 1995. Effects of two extrusion processing conditions on the digestibility of four cereal grains for *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 133:287-294.
- Dominy, W.G. and Lim, C., 1993. Evaluación de pasta de soya extruida con vísceras húmedas de calamar como fuente de proteína en alimentos para camarón. 235-241 pp., En: Cruz- Suárez, L.E., Ricque, D. y Mendoza, R. (Eds.). Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acacultura, 1993. Monterrey, N.L., México.
- Dominy, W.G. and Behnke, K.C., 1995. Evaluation of texturized and untexturized defatted soy protein types in diets for the pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. *World Aquaculture Society, Book of abstracts*.
- Feathersto, W.R. and Rogler, J.C., 1975. Influence of tannins on the utilization of sorghum grain by rats and chicks. *Nutritional Reports International*, Vol II, 6:491-497. ®
- Fellows, P., 1994. Extrusión. Revisado en Tecnología del proceso de los alimentos: Principios y prácticas. ACRIBIA, S.A., España. Cap.3:273-284.
- Fox, C.J., Brown, J., Briggs, M., 1991. The nutrition of shrimp and prawns- A review of recent research. University of Stirling Institute of Aquaculture, Scotland. 89 p.
- Fox, C.J., P. Blow, J.H. Brown, and Watson, I., 1994. Processing of shrimp head waste for incorporation into shrimp feeds: The effect of various processing methods on the physical and biochemical properties of meal prepared for shrimp head meals waste and the effect of incorporating shrimp head meal based diet on the growth, survival and carcass composition of juvenil. *Aquaculture*, 122:209-226.

- Galleguillos, A.M., 1996. Control y certificación de calidad en harina de pescado. 367-372 pp., En: Mendoza, R., Cruz-Suárez, L.E. y Ricque (Eds.). *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 7-9 de noviembre de 1994. Monterrey, N.L., México.
- Goldhor, S.H., Curren, R.A., and. Regenstein, J.M., 1989. Current seafood processing waste utilization options as a function of scale of raw material production. *Advances in Fisheries Technology for Increased Profitability*. Edited by M.N. Voigt, J.R. Botta. St. John's, N. F., Canada. 437-452 pp.
- Kanazawa, A., 1994. The nutrition and feed of prawns and shrimp. 75-104 pp., in *Seminar on Aquaculture on Feed and Disease*. February 19, 1994. Hau Hin, Thailand.
- Kiang, M.J., 1990. La extrusión como herramienta para mejorar el valor nutritivo de los alimentos, 33-48 pp., En: *Memorias del seminario: Extrusión en alimentos balanceados 6 de diciembre de 1990*. Guadalajara, Jal., México.
- Kiang, M.J., sin año. *Extrusion in aquaculture: The stability of vitamins in extrusion technology*.
- Kiang, M.J., 1996. Reciclamiento de subproducto para la elaboración de alimentos acuáticos por medio del proceso de extrusión en seco. 337-344 pp., En: Mendoza, R., Cruz-Suárez, L.E. y Ricque, D. (Eds.). *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 7-9 de noviembre de 1994. Monterrey, N.L., México.
- Kollengode, A. N., Sokhey, A. S., and Hanna, A. M., 1996. Physical and molecular properties of re-extruded starches as affected by extruder screw configuration. *Journal of Food Science*, 61, 3:596-599.
- López, C., Velasco, M., Hinrichsen, J.P., Lawrence, A., and Rutman, M., 1998. Effect of krill meal on *Penaeus vannamei* growth. *World Aquaculture Society*. Book of abstracts.
- Lim, C. and Dominy, W., 1990. Evaluation of soy meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 87:53-63.
- Lim, C. and Dominy, W., 1992. Substitution of full-fat soybeans for commercial soybean meal in diets for shrimp, *Penaeus vannamei*. *Journal of Applied Aquaculture*, 1,3:35-45.

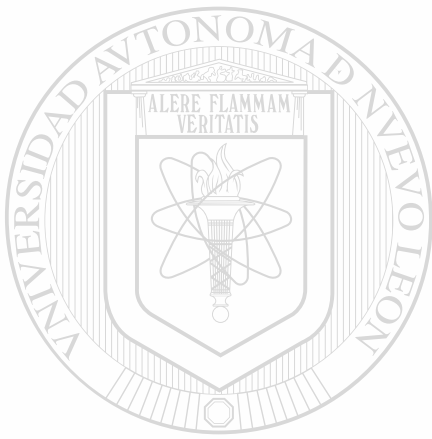
- Lim, C. and Dominy, W.G., 1993. Evaluación de pasta de soya extruida con vísceras húmedas de calamar como fuente de proteína en alimentos para camarón, 235-241 pp., En Cruz- Suárez, L.E., Ricque, D. y Mendoza, R. (Eds.). *Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura*, 1993. Monterrey, N.L., México.
- Liao, I.-C. and Sheen, S.-S., 1993. Prawn nutrition studies in Taiwan. *Handbook of Mariculture*. 2nd ed. vol. 1. *Crustacean Aquaculture*. McVey P.P. CRC Press INC. USA. 95-103 pp.
- Lucien-Brun, H., 1996. Cultivos acuícolas alternativos en el mundo. *Memorias del Foro Internacional sobre Maricultura*, 1 a 3 de agosto de 1996. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Mali, J.M., Kute, L.S., Jambhale, N.D., and Kadam, S.S., 1990. Effect of heat processing on antinutrients in *Leucaena* seeds. *Indian Journal of Animal Science*, 60,3:383-385.
- Melo del Angel, A.L., 1997. Utilización de subproductos de camarón coextruidos con pasta de soya como ingredientes en dietas balanceadas para camarón *Penaeus vannamei*. Tesis de Maestría, FCB/UNL, San Nicolás de Los Garza, N.L. 56 p.
- Meyer, R.O. and Gorbet, D.W., 1984. Waxy and normal grain sorghums with varying tannin contents in dietary for young pigs. *Sorghum Newsletter*, 27: 51.
- Meyers, S.P., Rutledge, J.E., and Sonu, S.C., 1973. Variability in proximate analysis of different processed shrimp meals. *Feedstuffs*, 45,47: 34.
- Ostrowski-Meissner, H.T., LeaMaster, B.R., Duerr, E.O., and Walsh, W.A., 1995. Sensitivity of the pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, to aflatoxin B1. *Aquaculture*, 131:155-164.
- Omondi, J.G. and Stark, J.R., 1996. In vitro carbohydrate digestibility tests in the Indian white shrimp, *Penaeus indicus*. *Aquaculture*, 139: 315-328.
- Park, J., Rhee, B.K., Kim, B.K., and Rhee, K.C., 1993. High-protein texturized products of defatted soy flour, corn starch and beef: Shelf-life, physical and sensory properties. *Journal of Food Science*, 58,1:21-27.
- Pan, B.S., 1989. Recovery of shrimp waste for flavorant. *Advances in Fisheries Technology for Increased Profitability*. Edited by M.N. Voigt, J.R. Botta. St. John's, N.F., Canada. 437-452 pp.

- Pelcastre, V.M., 1996. Desarrollo de coextruidos de pasta de soya (*Glyme max*) y subproductos de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) para nutrición de bagre (*Ictalurus punctatus*). Tesis de Maestría, FCB/UNL, San Nicolás de Los Garza, N.L. 164 p.
- Pike, I.H. and Hardy, R.W., 1997. Standards for assaying quality of feed ingredients. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. Akiyama, D.M. (Eds). *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture*, vol. 6. *The World Aquaculture Society*. Louisiana State University, Baton Rouge, U.S.A., pp. 473-492.
- Price, M.I., Scoyoc, S.V., and Butla, L.G., 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agriculture of food Chemistry*, 26,5: 1214-1218.
- Price, D.P., 1998. El uso de sorgo en bovinos productores de carne. *Feed Grains Council*, Boletín informativo, abril, 1998. 7 pp.
- Quintero, R.A., 1993. Aplicaciones y tendencias de la tecnología de la extrusión-cocción. 465-477 pp. En: Cruz-Suárez, L.E., Ricque, D. y Mendoza, R. (Eds.). *Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura*, 1993. Monterrey, N.L., México.
- Ricque-Marie, D., Abdo de la Parra, Ma.I., Cruz-Suárez, L.E., Cuzon, G., Cousin, M., Aquacop, and Pike, I.H., 1998. Raw material freshness, a quality criterial for fish meal fed to shrimp. *Aquaculture*, in press. 15 pp.
- Robinson, E.H., Miller, J.K. Vergara, V.M., and Durchame, G.A., 1985. Evaluation of dry extrusion-cooked protein mixes as replacements for soybean meal and fish meal in catfish diets. *Prog. Fish Culture* 47 (2):102-109.
- Romaire, R.P., 1998. Evaluation of soybean grain and rice seed as supplemental feeds for red swamp crawfish in pools. *World Aquaculture Society*, Book ob abstracts.
- Rokey, G.J., 1993. Extrusion de alimentos con alto contenido energético. *Asociación Americana de la Soya, ASA/México*. No. 127, 11p.

- Rokey, G. and Huber, G., (sin año). Extrusion processing of aquatic feeds. Sin referencia.
- Sullivan, T.W. and Douglas, J.H., 1998. El uso del sorgo en las raciones para aves. U.S. *Feed Grain Council*. Boletín informativo, enero de 1998. 11p.
- Shiau, S.-Y. and Peng, C.-Y., 1991. Utilization of different carbohydrates in grass prawn, *Penaeus monodon*, at different dietary protein levels reared in seawater. *World Aquaculture Society*, Book of abstracts.
- Shiau, S.-Y., 1997. Carbohydrates and fiber. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E. Akiyama, D.M. (Eds). *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture*, vol. 6. *The World Aquaculture Society*. Louisiana State University, Baton Rouge, U.S.A., pp. 108-122.
- Sheen, S.-S. and Chen, J.-C., 1991. Growout study for *Penaeus monodon* with different diets containing extruded rice and wheat flour. *World Aquaculture Society*, Book of abstracts.
- Sick, L.V. and Andrews, J.W., 1973. The effect of selected dietary lipids, carbohydrates and protein on the growth, survival and body composition of *Penaeus duorarum*. *Proceedings World Mariculture Society*. 4: 263-276.
- Stephens, D.K., 1996. Reciclamiento de subproductos acuícolas utilizando el sistema biológico de procesamiento D'Hidrotek, 345-357 pp., En: Mendoza, R., Cruz-Suárez, L.E. y Ricque, D. (Eds.) *Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 7-9 de noviembre de 1994. Monterrey, N.L., México.
- Sudaryono, A., Hoxey, M.J., Kailis S.G., and Evans, L.H., 1995. Investigation of alternative protein source in practical diets for juveniles shrimps *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 134:313-323.
- Storey, R.M., Davis, H.K., Owen, D., and Moore, L., 1984. Rapid approximate stimulation of volatile amines in fish. *Journal of Food Technology*, 19:1-10.
- Tacon, A.G.J., 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Documento de campo. Proyecto Aquila II. FAO.

- Torres, C.T.E., 1990. Estudio comparativo de las características anatómicas, morfológicas y algunos aspectos bioquímicos y nutricionales de variedades de grano de sorgo (*Sorghum bicolor L. muench*), utilizado para alimentación de ganado bovino en engorda en el noreste del país. Tesis de Maestría. FCB/UANL, San Nicolás de Los Garza, N.L. 179 p.
- Tecator, 1983. Fat extraction on feeds with soxtec system H.T. Application Note AN 67/87, In: Manual Tecator Soxtec System HT2. 4p.
- Tecator, 1987. Determination of Kjeldahl nitrogen content with kjeltec system 1026. Application Note AN 80/87, In: Tecator Kjeltec System 1026 Distilling Unit. 9p.
- Villareal, H., Civera, R., Pastán, J., Vega, F., Rocha, S., and Goytortúa, E., 1994. Effect of the partial and total substitution of shrimp meal, fish meal and soy meal for red crab (*Pleuroniodes planipes*) meal in growth of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*. *World Aquaculture Society*, Book of abstracts.
- Villalon, J.R., 1991. Practical manual for semi-intensive commercial production of marine shrimp. Texas A. and M. University Sea Grant College Program. 104 p.
- Woodroffe, J.M., 1993. Dry extrusion application in the feed industry. American Soybean Association. Technical Bulletin. A.Q. 40 1993/5. pp. 1-16.
- Wigglesworth, J.M. and Griffith, D.R., 1994. Carbohydrate digestion in *Penaeus monodon*. *Marine Biology*, 120:571-578.
- Wyban, J.A., Sweeney, J.N., and Kanna, R.A., 1988. Shrimp yield and economic potential of intensive pond systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 19, 4: 210-217.
- Wyban, J.A. and Sweeney, J.N., 1991. Intensive shrimp production technology. The Oceanic Institute Shrimp Manual. Argent Chemical Laboratories. Honolulu, Hawaii, U.S.A. 158 p.
- Yang, C-H., 1990. Effects of some environmental factors on the growth of the chinese shrimp, *Penaeus chinensis*. 92-96 pp. Main K.L., and Fulks, W. (Eds.). The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture, october 2-4, 1989. Honolulu, Hawaii, U.S.A.

Ziena, H.M., Youssef, M.M., and El-Mahdy, 1991. Amino acid composition and antinutritional factors of cooked faba beans (*Medammis*): Effects of cooking temperature and time. *Journal of Food Science*, 56,5:1346-1352.

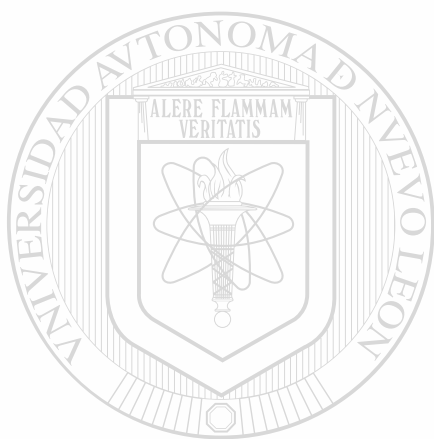


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



9. APÉNDICE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Apéndice 1

Método para determinar la solubilidad de la proteína

Método propuesto para la harina de soya por macro-kjeldahl
(técnica de Rine Hart, citada por Dale, 1992)

Reactivos

Hidróxido de potasio (KOH) 0.2%.

Reactivos usados para la determinación de proteína por el método Kjendahl.

Procedimiento

- 1.-Tomar 1.5 g de harina de soya y depositarlo en un recipiente de 250 ml, adicionar 75 ml de la solución de KOH y mezclar durante 20 minutos.
- 2.-Transferir 50 ml del líquido a un tubo de centrifuga y centrifugar por 10 minutos a 2700 r.p.m.
- 3.-Tomar 15 ml del sobrenadante y determinar la proteína por el método kjendahl. De acuerdo con éste procedimiento los 15 ml son equivalentes a 0.3 g de la muestra original.

Cálculo

$$\% \text{ de solubilidad de la proteína} = \frac{\% \text{ de proteína en 0.3 g de muestra}}{\text{proteína cruda de la muestra original}} \times 100$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Apéndice 2

Determinación del Nitrógeno Volátil Total (TVN)

(técnica del manual Técnicas tecator)

- 1.-Se toman 10 g de muestra y se licúan por algunos minutos con 30 ml de ácido tricloroacético.
- 2.-La muestra ya licuada se filtra, el filtrado se vierte en el tubo de destilación, se agrega 2 g de MgO y 3 ml de antiespumante.
- 3.-Destilar y recibir el destilado en ácido bórico al 4%.
- 4.-Titula con ácido clorhídrico al 0.1 N.

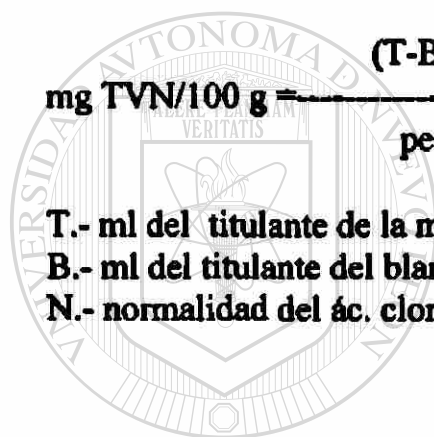
Cálculo

$$\text{mg TVN/100 g} = \frac{(\text{T-B}) \times 14.007 \times \text{N} \times 100}{\text{peso de la muestra (g)}}$$

T.- ml del titulante de la muestra.

B.- ml del titulante del blanco.

N.- normalidad del ácido clorhídrico.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Apéndice 3

Determinación de grasa por el método de hidrólisis ácida

(método descrito en AOAC,1990, No. 922.06)

- 1.-Pesar 2 g de muestra y colocarla en un tubo de separación.
- 2.-Agregar 10 ml de HCl (25 ml de HCl + 11 ml de agua destilada).
- 3.-Mezclar vigorosamente para homogenizar.
- 4.-Dejar reposar hasta que la hidrólisis se complete (cuando la muestra esta totalmente negra).
- 5.-Agregar 25 ml de la mezcla 1:1 de éter etílico y éter de petróleo.
- 6.-Agitar por espacio de un minuto.
- 7.-Reposar hasta que se separe la muestra y la mezcla de éter.
- 8.-Extraer cuidadosamente el éter con la grasa en un vaso tarado (peso inicial) evitando arrastrar partículas de la muestra.
- 9.- Repetir el procedimiento del paso 5 al 8 por dos veces mas.
- 10.-Separar el éter de la grasa contenido en el vaso tarado por evaporación.
- 11.-Dejar el vaso con la grasa en la estufa a 70 °C por 4 hrs.
- 12.-Enfriar el vaso en un desecar y pesar (peso final).

Cálculo

$$\% \text{ de extracto etéreo} = \frac{(PVE - PVM)}{\text{peso de la muestra}} \times 1000$$

PVE.- peso del vaso mas extracto etéreo (peso final).

PVM.- peso del vaso sin extracto etéreo (peso inicial).

Apéndice 4

Método para la determinación de taninos

(método descrito por Price *et al.*, 1976)

Los reactivos usados en la curva estándar y las muestras se deben usar el mismo día de su preparación y mantener a 30 °C evitando variaciones.

Curva estándar

Reactivos

Metanol

Vainillina al 1% en metanol

Acido clorhídrico al 4% en metanol

Acido clorhídrico al 8% en metanol

Solución madre de catequina: Pesar 0.1 g de catequina, disolverlo en metanol y aforar a 100 ml.

Procedimiento:

- 1.-Envolver 18 tubos con papel aluminio y marcarlos con las concentraciones de 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 y 0.3 mg/ml de catequina. Cada concentración tendrá 2 replicados y contará con un blanco de corrección de la muestra.
- 2.-Preparar las concentraciones de 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 y 0.3 mg/ml de catequina a partir de la solución madre.
- 3.-Preparar el blanco de corrección con 5 ml de HCl al 4% en metanol.
- 4.-Preparar los tubos de cada concentración de catequina, añadiendo 1 ml de la concentración + 2.5 ml de 1% de vainillina en metanol + 2.5 ml de 8% de HCl en metanol.

Determinación de taninos en la muestra

- 1.-Pesar 200 mg de muestra molida (0.4 mm) y realizar la extracción con 10 ml de HCl al 1% en metanol durante 20 minutos.
- 2.-Centrifugar por 10 minutos a 1500 r.p.m. y tomar 1 ml del sobrenadante y añadir al tubo de lectura + 2.5 ml de vainillina al 1% + 2.5 ml de HCl al 8% en metanol y dejar reposar por 20 minutos. Hacer por duplicado.
- 3.-Preparar el blanco de lectura con 5 ml de HCl al 4% en metanol.

La preparación de las concentraciones de lectura y el blanco de corrección de cada una de las concentraciones de catequina se deben preparar con un intervalo de 1 ó 2 minutos, y esperar 20 minutos para leer a 500 nm. Esto mismo debe hacerse para la muestra.

Apéndice 5

Consideraciones para montar un bioensayo en estanquería

Después de tres intentos para realizar un experimento, usando jaulas en estanquería en un sistema intensivo de cultivo de camarón, se logró contar con los detalles que permitieron su realización. A continuación se describen las consideraciones que deben tomarse en cuenta para llevar a cabo un bioensayo usando jaulas en estanquería bajo un sistema de cultivo intensivo de camarón.

Selección de los camarones

Se sugiere que los camarones seleccionados procedan de un mismo estanque, procurando que el rango de peso de los organismos debe encontrarse entre peso más chico y más grande, recomendando que la desviación estándar de los camarones no sea superior al 10%. Los camarones seleccionados deben verse sanos, vigorosos y no deben mostrar malformaciones.

Durante la selección y pesado de los camarones se ha observado que los organismos sufren estrés y pueden morir durante el manejo cuando la temperatura es superior a los 30 °C, para evitar esto, se recomienda que la selección y pesado sea antes del medio día.

Selección del estanque

Se debe seleccionar un estanque que no presente peces y camarones pequeños que pasen la malla de las jaulas, para conocer esto se sugiere realizar las siguientes pruebas:

Prueba para detectar la presencia de peces pequeños

Colocar en el estanque tres o más jaulas vacías provistas de un comedero, depositar una porción de alimento en el comedero y dejarlo en la jaula. Inspeccionar los comederos a intervalos de tres minutos sacándolos rápidamente de la jaulas, si aparecen peces pequeños dentro del comedero o si el alimento ha desaparecido buscar otro estanque. La presencia de peces dentro de la jaula ocasiona competencia por el alimento con los camarones, lo cual afecta los factores sujetos a estudio.

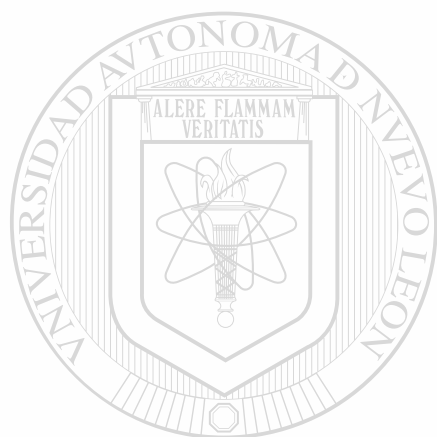
Prueba para detectar la presencia de camarones pequeños

Colocar en el estanque tres o más jaulas provistas con tapa de tela de mosquitero, depositar una porción de alimento en los comederos, por la tarde revisar el interior de las

jaulas, si se encuentran camarones pequeños en las jaulas, se sugiere buscar otro estanque. La presencia de camarones pequeños ocasiona la misma dificultad que en el caso de los peces pequeños.

Selección del sitio de colocación de las jaulas en el estanque

Se debe seleccionar las áreas donde el fondo no presente fango y se sienta duro, asimismo, se recomienda que se considere como un sitio sujeto a prueba el área contigua al costado del aireador. Una vez definidos los sitios en el estanque, colocar en cada uno de ellos cinco o más jaulas con dos metros de separación de entre sí (previamente fijadas con lastres al fondo). Al día siguiente inspeccionar las jaulas, si presentan acumulación de fango debe descartarse el sitio. Es importante que el fondo de las jaulas no presenten fango, ya que esto ocasiona el decremento del crecimiento y la mortalidad de los camarones.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Apéndice 6

Ingredientes y nutrientes principales que constituyen las dietas experimentales

Ingredientes Nutrientes	Trigo duro	Sorgo	Trigo extruido	Sorgo extruido	C. S. T-C
Humedad	10.9	11.0	11.2	12.3	9.55
Proteína	12.34	9.9	13.23	10.43	18.80
Grasa	1.78	3.0	1.80	2.59	4.64
Ceniza	2.04	1.56	2.12	1.55	6.4
Fibra	3.47	2.13	2.20	2.42	3.21
ELN	69.47	72.41	69.47	70.71	57.40
Energía kca/gr	3.71	3.81	3.76	3.73	3.85
Arginina	0.63	0.34	0.67	0.36	0.81
Alanina	0.47	0.67	0.46	0.70	0.66
Cisteína	0.29	0.15	0.31	0.16	0.28
Fenilalanina	0.62	0.47	0.66	0.50	1.34
Isoleucina	0.50	0.40	0.53	0.42	0.61
Lisina	0.35	0.22	0.38	0.24	0.55
Leusina	0.86	1.28	0.92	1.35	1.05
Metionina	0.21	0.12	0.22	0.13	0.22
Tirosina	0.42	0.37	0.45	0.39	0.54
Treonina	0.36	0.32	0.39	0.33	0.49
Valina	0.57	0.46	0.65	0.49	0.72
Histidina	0.29	0.21	0.31	0.22	0.06
Colesterol	0.00	0.00	0.00	0.0	0.04
Fosfolípidos	0.40	0.68	0.41	1.63	0.42
18:2W6	1.12	1.12	1.13	1.63	0.97
18:3W3	0.07	0.60	0.07	0.10	0.06
20:5W3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
22:6W3	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04
Calcio	0.05	0.05	0.06	0.425	0.52
Fósforo	0.46	0.43	0.48	0.10	0.56
Suma W3	0.07	0.6	0.07	0.15	0.13
Suma W6	1.12	1.89	1.13	1.63	0.97

continuación

Ingredientes Nutrientes	C. S. S-C	C. D. T-C	C. D. S-C	Harina de cabeza de camarón	Harina de camarón comercial Tepual
Humedad	9.74	9.63	8.66	6.6	8.22
Proteína	14.84	24.86	19.82	49.5	40.5
Grasa	4.74	4.80	5.0	11.83	12.28
Ceniza	3.25	5.17	4.25	19.15	21.36
Fibra	2.44	4.10	3.60	10.41	17.64
ELN	64.99	51.44	58.67	2.51	0.00
Energía kca/gr	3.38	3.96	3.99	3.999	4.16
Arginina	0.54	0.93	0.69	2.11	1.956
Alanina	0.89	0.83	1.04	2.53	2.07
Cisteina	0.17	0.27	0.17	2.045	0.325
Fenilalanina	1.24	1.96	1.88	7.957	7.43
Isoleucina	0.51	0.66	0.58	1.237	1.036
Lisina	0.42	0.69	0.59	2.195	2.02
Leusina	1.46	1.15	1.54	2.35	1.897
Metionina	0.14	0.22	0.19	0.299	0.272
Tirosina	0.48	0.63	0.56	1.291	1.172
Treonina	0.45	0.57	0.54	1.419	1.423
Valina	0.61	0.79	0.70	1.602	1.441
Histidina	0.26	0.37	0.33	0.634	0.607
Colesterol	0.04	0.07	0.07	0.37	0.398
Fosfolípidos	1.41	0.45	1.037	0.936	4.53
18:2W6	1.37	0.92	1.29	0.484	0.16 [®]
18:3W3	0.09	0.05	0.08	0.005	0.073
20:5W3	0.02	0.04	0.04	0.266	1.387
22:6W3	0.04	0.07	0.07	0.436	0.883
Calcio	0.53	0.95	0.96	5.072	6.4
Fósforo	0.51	0.62	0.58	1.237	1.3
Suma W3	0.15	0.16	0.21	0.782	3.37
Suma W6	1.37	0.92	1.33	0.701	—

continuación

Ingredientes Nutrientes	Metionina	Aceite de pescado	Pasta de soya	Harina de pescado (jurel)
Humedad	1.0	0.0	6.89	8.76
Proteína	99.0	0.0	46.44	65.33
Grasa	0.0	100.0	0.615	7.91
Ceniza	0.0	0.0	5.79	14.68
Fibra	0.0	0.0	4.85	1.24
ELN	0.0	100.0	35.42	3.07
Energía kca/gr	0.0	0.0	4.11	4.68
Arginina	0.0	0.0	3.43	5.94
Alanina	0.0	0.0	---	3.33
Cisteina	0.0	0.0	0.69	0.59
Fenilalanina	0.0	0.0	2.28	2.80
Isoleucina	0.0	0.0	1.95	2.15
Lisina	0.0	0.0	2.96	5.75
Leucina	0.0	0.0	3.49	4.63
Metionina	99.0	0.0	0.67	1.69
Tirosina	0.0	0.0	1.56	2.93
Treonina	0.0	0.0	1.81	2.42
Valina	0.0	0.0	2.38	2.81
Histidina	0.0	0.0	1.82	3.33
Colesterol	0.0	0.88	0.0	2.27
Fosfolípidos	0.0	1.0	0.39	3.25
18:2W6	0.0	0.0	0.23	0.10
18:3W3	0.0	30.9	0.03	0.55
20:5W3	0.0	2.59	0.028	1.05
22:6W3	0.0	0.53	0.23	1.29
Calcio	0.0	0.0	0.28	4.21
Fósforo	0.0	0.0	0.69	2.64
Suma W3	0.0	0.0	0.29	2.45
Suma W6	0.0	0.0	0.24	0.20

Apéndice 7

Precio de los ingredientes usados en las dietas

Ingrediente	\$/kg	Proveedor	Ubicación del proveedor
Trigo	2.13	Forrajera	Monterrey, N.L.
Sorgo	1.40	Forrajera	Monterrey, N.L.
Trigo extruido	2.53	FCB/UANL	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
Sorgo extruido	1.79	FCB/UANL	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
C.S. T-C	2.37	FCB/UANL	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
C.S. S-C	1.7	FCB/UANL	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
C.D. T-C	2.58	FCB/UANL	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
C.D. S-C	1.97	FCB/UANL	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
Harina de cabeza de camarón	5.00		México, D.F.
Harina de camarón Tepual	5.71	Tepual	Santiago de Chile, Chile.
Metionina	10.44	Técnicas Nutricionales s.a. de c.v.	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
Aceite de pescado	7.56	Proteínas Naturales s.a. de c.v.	Guadalupe, N.L.
Pasta de soya	3.05	Forrajera	Monterrey, N.L.
Harina de pescado	6.89	Tepual	Santiago de Chile, Chile.
Gluten de trigo	13.44	Técnicas Nutricionales s.a. de c.v.	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
Antioxidante	8.62	Técnicas Nutricionales s.a. de c.v.	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
Checkmol	26.7	Técnicas Nutricionales s.a. de c.v.	Sn. Nicolás de los Garza, N.L.
Minerales	4.62	Inve	Bélgica
Vitaminas	87.36	Inve	Bélgica
Atractante (F.P.)	29.4	Inve	Bélgica
Colesterol	298.96	Inve	Bélgica
Lecitina de soya	3.4	Vimifos	Guadalajara, Jal.

C.S. T-C= Coextruido sencillo trigo-camarón, C.S. S-C= Coextruido sencillo sorgo-camarón, C.D. T-C= Coextruido doble trigo-camarón, C.D. S-C= Coextruido doble sorgo-camarón.

Cotización de precios en abril de 1998. Dólar \$ 8.4

Apéndice 8

Análisis estadístico de la lixiviación. Factores Proceso (secado y extrusión), acarreador (trigo y sorgo) y dosis (0, 4 y 8% de cabeza de camarón).

Dietas: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 y 15.

Total Population

27,40
(43)

ACARREAD

1	2
25,33	29,19
(20)	(23)

DOSIS

1	2	3
19,47	21,88	41,24
(14)	(15)	(14)

PROCESO

1	2
32,29	22,27
(22)	(21)

ACARREAD

	DOSIS		
	1	2	3
1	18,10	22,29	37,31
	(7)	(7)	(6)
2	20,83	21,52	44,19
	(7)	(8)	(8)

PROCESO

	ACARREAD	
	1	2
1	26,64	23,73
	(11)	(9)
2	37,94	21,17
	(11)	(12)

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

		PROCESO	
		1	2
DOSIS	1	16,57 (7)	22,35 (7)
	2	24,43 (8)	18,96 (7)
	3	57,00 (7)	25,48 (7)

PROCESO = 1

		DOSIS		
		1	2	3
ACARREAD	1	15,79 (4)	21,56 (4)	47,88 (3)
	2	17,61 (3)	27,30 (4)	63,84 (4)

PROCESO = 2

		DOSIS		
		1	2	3
ACARREAD	1	21,19 (3)	23,27 (3)	26,73 (3)
	2	23,24 (4)	15,73 (4)	24,55 (4)

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

HIERARCHICAL sums of squares
Covariates entered FIRST

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	5294,339	4	1323,585	683,926	,000
ACARREAD	159,637	1	159,637	82,488	,000
DOSIS	3946,822	2	1973,411	1019,706	,000
PROCESO	1187,880	1	1187,880	613,804	,000
2-Way Interactions	2896,942	5	579,388	299,383	,000
ACARREAD DOSIS	107,212	2	53,606	27,699	,000
ACARREAD PROCESO	289,038	1	289,038	149,352	,000
DOSIS PROCESO	2418,854	2	1209,427	624,938	,000
3-Way Interactions	155,789	2	77,894	40,250	,000
ACARREAD DOSIS PROCESO	155,789	2	77,894	40,250	,000
Explained	8347,070	11	758,825	392,102	,000
Residual	59,994	31	1,935		
Total	8407,063	42	200,168		

43 cases were processed.
0 cases (,0 pct) were missing.

Apéndice 9

Análisis estadístico del consumo individual en el camarón. Factores Proceso (secado y extrusión), acarreador (trigo y sorgo) y dosis (0, 4 y 8% de cabeza de camarón).

Diets: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14 y 15.

Total Population

2.34
(36)

ACARREAD

1 2

2.30 (18) 2.38 (18)

DOSIS

1 2 3

2.27 (12) 2.36 (12) 2.39 (12)

PROCESO

1 2

2.24 (18) 2.44 (18)

DOSIS

1 2 3

ACARREAD

1 2.23 (6) 2.33 (6) 2.34 (6)

2 2.31 (6) 2.39 (6) 2.43 (6)

PROCESO

1 2

ACARREAD

1 2.17 (9) 2.43 (9)

2 2.30 (9) 2.45 (9)

PROCESO

1 2

DOSIS

1 2.11 (6) 2.42 (6)

2 2.28 (6) 2.43 (6)

3 2.32 (6) 2.46 (6)

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PROCESO = 1

		DOSIS		
		1	2	3
ACARREAD	1	2.00 (3)	2.25 (3)	2.27 (3)
	2	2.22 (3)	2.31 (3)	2.37 (3)

PROCESO = 2

		DOSIS		
		1	2	3
ACARREAD	1	2.45 (3)	2.41 (3)	2.42 (3)
	2	2.40 (3)	2.46 (3)	2.50 (3)

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***
 HIERARCHICAL sums of squares
 Covariates entered FIRST

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	.518	4	.130	15.564	.000
ACARREAD	.054	1	.054	6.536	.017
DOSIS	.096	2	.048	5.794	.009
PROCESO	.367	1	.367	44.132	.000
2-Way Interactions	.080	5	.016	1.922	.128
ACARREAD DOSIS	.002	2	.001	.093	.912
ACARREAD PROCESO	.024	1	.024	2.859	.104
DOSIS PROCESO	.055	2	.027	3.282	.055
3-Way Interactions	.035	2	.017	2.095	.145
ACARREAD DOSIS PROCESO	.035	2	.017	2.095	.145
Explained	.633	11	.058	6.914	.000
Residual	.200	24	.008		
Total	.833	35	.024		

36 cases were processed.
 0 cases (.0 pct) were missing.

