

ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS DEL CAMARON Y
OTROS CRUSTACEOS.

Por:

CARMEN DAVILA MILLAN
CESAR ORTIZ ESPINOSA
YEINIS FONSECA MISAT
IBSEN DIAZ VILORIA.

Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar al
Título de:

INGENIERO PESQUERO

Presidente de Tesis :

ARMANDO LACERA RUA, Ms. Sc.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA
Facultad de Ingeniería Pesquera

Santa Marta - 1988.

tes.

~~000630-I.P.~~

015792

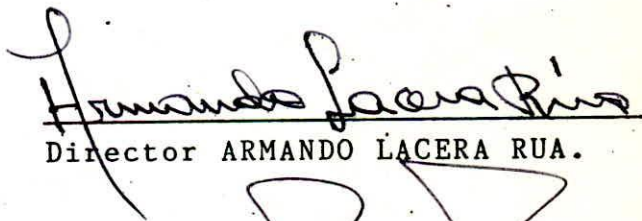
~~E79~~

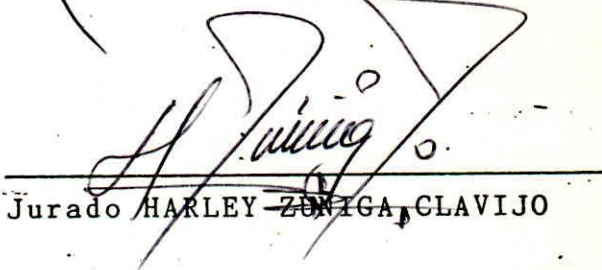
IP 00033

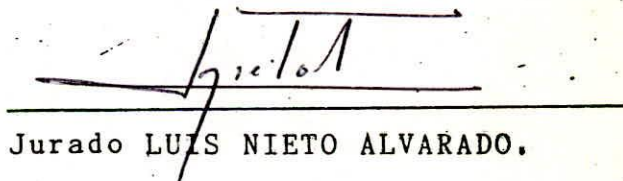
"Los Jurados examinadores del Trabajo de Tesis, no serán responsables de los conceptos e ideas emitidos por los aspirantes al título".

APROBACION

El presente trabajo fue dirigido por ARMANDO LACERA RUA; Químico, U. N. Ms. Sc. Ciencias y Tecnología de Alimento.


Director ARMANDO LACERA RUA.


Jurado HARLEY ZÚNIGA CLAVIJO


Jurado LUIS NIETO ALVARADO.

Dedico a:

La memoria de mi extinto hermano
Jesús (q.e.p.d.).

Mi Madre, Abuelo y Hermanos

Mi Facultad de Ingeniería Pes -
quera, pionera de mis conocimientos.

Mis compañeros y demás personas
que compartieron mis alegrías y
tristezas, durante la culminación
de mi carrera.

Carmen.

Dedico a:

Dios primeramente

Mis padres

Tía Evilia

La hermosa Fac. Ingeniería Pesquera

Carlos Vanhlendes

Familia Rangel Pérez

Deopaldo Mendoza

Familia Bedoya Sánchez

Familia Sierra Mendoza

Familia Pérez Acosta

Familia Vergel Álvarez

Moises Moreno,

Cesar.

Dedico a:

Mi madre (q.e.p.d.)

Mi padre

Mis sobrinos.

Mis hermanas

Mi hija Violeta Estephani

Yeinnis

Dedico a

Mi Madre

Mi Familia

La Facultad Ingeniería Pesquera

La Universidad Tecnológica del Magdalena

Mis Amigos

Ibsen Rafael

↑
AGRADECIMIENTOS ✓

El Presidente y los Autores del presente estudio expresan públicamente sus agradecimientos a todas aquellas personas y entidades que contribuyeron en la realización del mismo.

Ellos son:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA

COLCIENCIAS

PLANTA PILOTO PESQUERA TAGANGA

VIKINGOS, S.A. CARTAGENA

OCEANOS, S.A. CARTAGENA

CENTRO NAUTICO PESQUERO, CARTAGENA

FRIGOPESCA, S.A. CARTAGENA

Dr. EBERHARD WEDLER- Profesor y Director del Laboratorio de Acuicultura, Universidad Tecnológica del Magdalena.

Lic. JULIO OTERO-Auxiliar Laboratorio Química II, Universidad Tecnológica del Magdalena.

Señor LUIS RIVERA, Auxiliar Laboratorio de Microbiología, Universidad Tecnológica del Magdalena

Señora CAROLINA LINERO DE MARIA, Secretaria, Facultad de Ingeniería Pesquera-Universidad Tecnológica del Magdalena

Señora MAGALY SILVA DE POLO, Secretaria Facultad de Ingeniería Pesquera-Universidad Tecnológica del Magdalena.

Señora DELFINA RUIZ DE DE LA HOZ, Secretaria del INCUM-Universidad Tecnológica del Magdalena.

Señorita CARMEN HELENA ESCOBAR, Asistente Director INCUM-Universidad Tecnológica del Magdalena.

Señor RUBEN ROCHA, Auxiliar Laboratorio de Suelos-Universidad Tecnológica del Magdalena.

Dr. LUIS NIETO ALVARADO, Decano Facultad de Ingeniería Pesquera

Dr. LUIS CABRALES MARTINEZ, Director Laboratorio de Fitopatología.

Dr. PEDRO ESLAVA, Auxiliar Planta Piloto Pesquera Taganga-Universidad Tecnológica del Magdalena.

Señor MODESTO VASQUEZ, Celador Planta Piloto Pesquera Taganga Universidad Tecnológica del Magdalena.

Dr. FREDY ESCAMILLA, Funcionario de Vikingos Cartagena.

Dr. LUIS GOMEZ, Funcionario Centro Náutico Pesquero Cartagena

Dr. BERNARDO HERAZO, Funcionario Oceanos, S.A., Cartagena.

Señorita IDANIA ARAGON DE LA HOZ, Secretaria Facultad de Economía Agrícola-Universidad Tecnológica del Magdalena.

Dr. MANUEL BUSTAMANTE MOLINA, Director INCUM-Universidad Tecnológica del Magdalena.

A los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Tecnológica del Magdalena: ERIC LACERA, ALAN LACERA, MANUELA ARVILLA, EDGARD PEREA, RAFAEL CASTAÑEDA, IDELMA ALVAREZ y EDUARDO CABRERA.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 GENERALIDADES	5
2.1.1 Procedimientos	5
2.1.2 Tipos de Residuos Camaroneros	6
2.2 APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS	6
2.2.1 Harina de Desechos de Crustáceos	6
2.2.2 Concentrado Protéico	12
2.2.3 Quitina y Derivados	14
2.2.4 Compuestos orgánicos a partir de los efluentes residuales.	16
2.2.5 Cultivo de Camarón	17
3. JUSTIFICACION	24
4. OBJETIVOS	26
4.1 OBJETIVOS GENERALES	26
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	26
5. RESULTADOS ESPERADOS	28
6. HIPOTESIS DE TRABAJO	29
6.A DEFINICION DE VARIABLES	29
7. METODOLOGIA	31
7.1 GENERALIDADES	31
7.2 MATERIA PRIMA	33

7.3 PROCESAMIENTO TECNOLÓGICO PARA LOS PRODUCTOS ELABORADOS.	33
7.3.1 Elaboración de Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos destinada al consumo Animal y Humano.	33
7.3.1.1 Procesamiento desarrollado en la Planta Piloto Pesquera de Taganga.	33
7.3.1.1.1 Recepción de la Materia Prima Pesquera	33
7.3.1.1.2 Lavado y Limpieza	35
7.3.1.1.3 Escurrimiento y Pesaje	35
7.3.1.1.4 Cocción	35
7.3.1.1.5 Secado	36
7.3.1.1.6 Molienda	36
7.3.1.1.7 Pesado, Empacado y Almacenamiento	36
7.3.1.1.8 Análisis Bromatológico	37
7.3.1.1.9 Análisis Microbiológico	37
7.3.1.1.10 Análisis Físico	37
7.3.1.2 Procesamiento desarrollado en la Fábrica Frigopesca, S.A. Cartagena.	38
7.3.1.2.1 Adquisición de la Materia Prima Pesquera	38
7.3.1.2.2 Elaboración de la Harina de Desechos de Crustáceos.	38
7.3.1.2.3 Características del Producto al salir del Cocinador.	38
7.3.1.2.4 Molienda	38
7.3.1.2.5 Pesaje y Empacado.	41
7.3.1.2.6 Transporte y Almacenamiento	41
7.3.1.2.7 Análisis Bromatológico y Físico-químico.	41
7.3.1.2.8 Análisis Microbiológico	41
7.3.2 Elaboración de Harina a partir de Subproductos (cáscara) de Camarón para el consumo humano y animal.	41

	Página
7.3.2.1 Obtención de la Materia Prima Pesquera	43
7.3.2.2 Lavado	43
7.3.2.3 Escurrimiento y Pesaje	43
7.3.2.4 Cocción	43
7.3.2.5 Secado	43
7.3.2.6 Molienda	43
7.3.2.7 Pesado y Empacado.	44
7.3.2.8 Almacenamiento, Análisis Bromatológico y Físico.	44
7.3.3 Elaboración de harina integral de Tiburón (Orden Carcharhiniformes), en la Planta Piloto Pesquera Taganga.	44
7.3.3.1 Adquisición de la Materia Prima Pesquera	44
7.3.3.2 Descongelación de la Materia Prima	44
7.3.3.3 Lavado y Limpieza	44
7.3.3.4 Evisceración y Cortes de Aletas.	46
7.3.3.5 Trozamiento	46
7.3.3.6 Eliminación de Piel.	46
7.3.3.7 Pesaje	46
7.3.3.8 Trozamiento	46
7.3.3.9 Cocción	47
7.3.3.10 Escurrimiento, Enfriado y Prensado	47
7.3.3.11 Molienda	47
7.3.3.12 Secado	48
7.3.3.13 Molienda	48
7.3.3.14 Pesado y Empacado	48
7.3.3.15 Almacenamiento	48
7.3.3.16 Análisis Bromatológico y Físico	48
7.3.4. Obtención de Pastas Alimenticias, a partir de Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos destinadas al consumo humano.	49
7.3.4.1 Molienda	49

	Página
7.3.4.2 Tamizado	49
7.3.4.3 Formulación y Adición de Ingredientes	49
7.3.4.4 Moldeado	54
7.3.4.5 Secado	54
7.3.4.6 Pesado, Empacado y Almacenado	55
7.3.4.7 Análisis Bromatológico	55
7.3.4.8 Análisis Microbiológico	55
7.3.4.9 Balance de Materiales	55
7.3.4.10 Estimación de Costos de Producción	55
7.3.5 Elaboración de Caldo de Camarón, a partir de Harina de Desechos de Crustáceos..	56
7.3.5.1 Formulación y Agregado de ingredientes.	56
7.3.5.2 Homogenización	56
7.3.5.3 Molienda	56
7.3.5.4 Secado	61
7.3.5.5 Pesado, Empacado y Almacenado	61
7.3.5.6 Análisis Bromatológico y Microbiológico.	61
7.3.5.7 Balance de Materiales	61
7.3.5.8 Estimación de Costos de Producción	61
7.3.6 Ensayos Alimenticios en Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergü</u>), con concentrado elaborado a partir de Harina de subproductos de Crustáceos.	61
7.3.6.1 Localización geográfica del Estudio	62
7.3.6.2 Descripción del Estudio	62
7.3.6.3 Construcción de los Estanques	62
7.3.6.4 División de los Estanques	62
7.3.6.5 Suministro de agua	66
7.3.6.6 Factores Físico-químico	66
7.3.6.7 Obtención de las Postlarvas	66
7.3.6.8 Densidad de siembra.	66

	Página
7.3.6.9 Tasa de suministro de alimento	67
7.3.6.10 Refugios artificiales	67
7.3.6.11 Recambio de agua	67
7.3.6.12 Análisis de agua	67
7.3.6.13 Diseño Experimental	68
7.3.6.14 Biometría	69
7.3.7 Elaboración de las dietas peletizadas	69
7.3.7.1 Composición de las dietas	69
7.3.7.1.1 Proteína	69
7.3.7.1.2 Grasa	69
7.3.7.1.3 Vitamina y Minerales	71
7.3.7.1.4 Fibra	71
7.3.7.1.5 Carbohidratos	71
7.3.7.2 Proceso de elaboración	71
7.3.7.2.1 Pesaje	71
7.3.7.2.2 Mezclado	74
7.3.7.2.3 Homogenización	74
7.3.7.2.4 Peletizado	74
7.3.7.2.5 Secado	74
7.3.7.2.6 Empacado y Almacenamiento	76
7.3.7.2.7 Análisis Bromatológico y Físico	76
7.3.7.2.8 Balance de Materiales	76
7.3.7.2.9 Estimación de Costos de Producción	76
7.3.7.2.10 Análisis Estadístico y Medidas del crecimiento.	76
7.3.8 Producción Integral de Quitina	77
7.3.8.1 Procedimiento Tecnológico para la obtención de la Quitina.	77

	Página
7.3.8.1.1 Recepción de la materia prima Pesquera	77
7.3.8.1.2 Elaboración de la Quitina	77
7.3.8.1.3 Lavado y Limpieza	77
7.3.8.1.4 Escurrimiento y Pesaje	79
7.3.8.1.5 Secado al sol	79
7.3.8.1.6 Pesaje	79
7.3.8.1.7 Desmineralización	79
7.3.8.1.8 Lavado	80
7.3.8.1.9 Escurrimiento	80
7.3.8.1.10 Desproteínización	80
7.3.8.1.11 Recolección de la Quitina	80
7.3.8.1.12 Secado	80
7.3.9 Agua de Blanqueo	81
8. DISCUSION DE RESULTADOS	83
8.1 HARINA DE SUBPRODUCTOS DE CRUSTACEOS ELABORADA EN LA PLANTA PILOTO PESQUERA TAGANGA.	83
8.1.1 Materia prima y procesamiento	83
8.1.2 Análisis Bromatológico	86
8.1.3 Análisis Granulométrico	88
8.1.4 Análisis Microbiológico	88
8.1.5 Almacenamiento	94
8.1.6 Rendimiento	94
8.1.7 Costos de Producción	97
8.1.8 Precio de venta	99
8.2 HARINA DE DESECHOS DE CRUSTACEOS PROCESADA EN LA FABRICA "FRIGOPESCA, S.A, CARTAGENA".	99
8.2.1 Materia prima y elaboración de la harina	99
8.2.2 Análisis Bromatológico	100
8.2.3 Análisis Físico	102
8.2.4 Análisis Microbiológico	105
8.2.5 Almacenamiento	105
8.2.6 Rendimiento	108

	Página
8.2.7 Costos de Producción	108
8.2.8 Precio de Venta	111
8.3 HARINA DE CASCARA DE CAMARON	111
8.4 ELABORACION DE HARINA INTEGRAL DE TIBURON	115
8.4.1 Materia prima y elaboración de Harina Integral de Tiburón	115
8.4.2 Análisis Bromatológico en Harina Integral de Tiburón.	115
8.4.3 Análisis Físico	118
8.5 ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS DESTINADA AL CONSUMO HUMANO.	120
8.5.1 Molienda	120
8.5.2 Formulación y Moldeado	120
8.5.3 Ingredientes alimenticios	121
8.5.4 Análisis Bromatológico	122
8.5.5 Análisis Microbiológico	124
8.5.6 Almacenamiento	129
8.5.7 Rendimiento	129
8.5.8 Costos de Producción	131
8.5.9 Precio de venta	131
8.5.10 Degustación	136
8.6 ELABORACION DE CALDO DE CAMARON, A PARTIR DE HARINA DE DESECHOS DE CRUSTACEOS.	138
8.6.1 Formulación y agregado de ingredientes	138
8.6.2 Homogenización	138
8.6.3 Moldeado	139
8.6.4 Secado	139
8.6.5 Análisis bromatológico	139

	Página
8.6.6 Análisis Microbiológico .	141
8.6.7 Almacenamiento	144
8.6.8 Rendimiento	144
8.6.9 Costo de Producción	144
8.6.10 Precio de venta	147
8.6.11 Degustación	147
8.7 ENSAYOS ALIMENTICIOS EN CAMARON DE AGUA DULCE (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>) . .	152
8.7.1 Adecuación y Localización	152
8.7.2 Características Físico-químicas del agua	152
8.7.3 Características generales de las dietas elaboradas para la alimentación de Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>) .	155
8.7.4 Composición bromatológica de las dietas utilizadas en la Alimentación de Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>) .	156
8.7.5 Tasa Alimenticia	163
8.7.6 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.)	163
8.7.7 Ganancias de peso y longitud	166
8.7.8 Interpretación del Diseño Estadístico Experimental.	176
8.7.8.1 Análisis de varianza	176
8.7.8.2 Prueba de comparación múltiple de Duncan	180
8.7.9 Mortalidad	185
8.7.10 Costo de Producción de la dieta	185
8.7.11 Precio de Venta	187
8.8 PRODUCCION DE QUITINA	187
8.9 AGUA DE BLANQUEO	189
9. CONCLUSIONES	192
10. RECOMENDACIONES	195
11. RESUMEN	197
12. BIBLIOGRAFIA	204

LISTA DE TABLAS

	Página
Tablas	
1. Valor Nutricional de la Harina de Camarón	9
2. Características Bromatológicas de la Harina de Camarón comercializada en los Estados Unidos.	11
3. Contenido de Nucleótidos en Agua de Blanqueo durante el procesamiento del Camarón.	18
4. Contenido de Aminoácidos en Aguas de Blanqueo del procesamiento del Camarón,	19
5. Lecturas registradas durante el procesamiento de Harina de Desechos de Crustáceos en Frigopesca, S.A., Cartagena.	40
6. Formulación 1 para la elaboración de Pastas Alimenticias, a partir de Harina de Subproductos de Crustáceos.	51
7. Formulación 2 para la elaboración de Pastas Alimenticias, a partir de Harina de Subproductos de Camarón.	52

Tablas

Página

8. Formulación 3 para la elaboración de Pastas Alimenticias, a partir de Harina de Subproductos de Crustáceos. 53
9. Formulación 1, para la elaboración de Caldos de Camarón, a partir de Harina de Subproductos de Camarón. 58
10. Formulación 2, para la elaboración de Caldos de Camarón, a partir de Harina de Subproductos de Crustáceos. 59
11. Formulación 3, para la elaboración de Caldos de Camarón, a partir de Harina de Subproductos de Crustáceos. 60
12. Formulación de Dietas para la Alimentación de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), a partir de diversos materiales alimenticios. 70
13. Distribución de Vitaminas y Minerales en las Dietas elaboradas para engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii). 72
14. Orden de entrada durante el mezclado de los materiales alimenticios, utilizados en la elaboración de dietas peletizadas para alimentar Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii). 75

15. Grados de calidad de acuerdo a la evaluación de las características sensoriales. (Escala: 1-100 puntos). 84
16. Contenido Bromatológico en Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga. 87
17. Análisis Bromatológico en Harina de Desperdicios de Camarón (Género Penaeus). 89
18. Composición Bromatológica en Cabezas de Camarón. 90
19. Análisis Granulométrico de Harina de Desechos de Camarón procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga. 91
20. Análisis Microbiológico en Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos. (Lectura a las 48 horas). 92
21. Análisis Microbiológico en Harina de Desechos de Crustáceos procesada en la Planta Piloto Pesquera Taganga. A los cuatro meses de almacenamiento.. 95
22. Rendimiento porcentual obtenido durante la elaboración de Harina de Desechos de Crustáceos. Procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga. 96

23. Costo de Producción de la Harina de Desechos de Crustáceos, destinada a la Nutrición Humana y/o Animal. Elaborada en la Planta Piloto Pesquera Taganga. 98
24. Contenido de Nutrientes en la Harina de Desperdicios de Camarón en función de Procesos de Secado. 101
25. Análisis Bromatológico y Físico en Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos. Procesados en Frigopesca, S.A., Cartagena. 103
26. Análisis Bromatológico en Harina de Desechos de Camarón. 104
27. Granulometría de la Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos procesada en Frigopesca, S.A., Cartagena. 106
28. Análisis Microbiológico en Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos. Procesados en Frigopesca, S.A., Cartagena. (Lectura a las 48 horas). 107
29. Rendimiento porcentual obtenido durante la elaboración de Harina de Desechos de Crustáceos en Frigopesca, S.A., Cartagena. 109
30. Costo de Producción de la Harina de Desechos de Crustáceos, destinada a la Nutrición Humana y/o Animal. Elaborada en Frigopesca, S.A., Cartagena. 110

Tabla	Página
31. Análisis Bromatológico y Físico en Subproductos (Cáscaras) de Camarón Marino (Género <u>Penaeus</u>). Procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga.	113
32. Análisis Bromatológico en Desperdicios (Cáscaras) del Camarón (Género <u>Penaeus</u>).	114
33. Análisis Granulométrico de la Harina de Subproductos de Camarón (Cáscaras) y otros Crustáceos.	116
34. Análisis Bromatológico y Físico en Harina Integral de Tiburón (pulpa y desechos).	117
35. Análisis Granulométrico en Harina Integral de Tiburón.	119
36. Análisis Bromatológico parcial de Pastas Alimenticias, elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos, destinadas al consumo Humano.	123
37. Composición Bromatológica de Pastas Alimenticias.	125
38. Análisis Microbiológico en Pastas Alimenticias, elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos (Lectura a las 24 horas).	127
39. Análisis Microbiológico en Pastas Alimenticias elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos. (Lectura a las 48 horas).	128

40. Análisis Microbiológico en Pastas Alimenticias elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos. Después de cuatro meses de almacenamiento a temperatura ambiente (lectura a las 48 horas). 130
41. Costo de Producción para la elaboración de Pastas Alimenticias a partir de Harina de Desechos de Crustáceos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga. Destinadas al consumo Humano. 132
42. Costo de Producción para la elaboración de Pastas Alimenticias a partir de Harina de Desechos de Crustáceos procesados en Frigopesca, S.A., Cartagena. Destinadas al consumo Humano. 133
43. Precio de Venta de Pastas Alimenticias elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos, procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga. 134
44. Precio de Venta de Pastas Alimenticias elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos, procesados en Frigopesca, S.A., Cartagena. 135
45. Significancias Estadísticas mediante la prueba de Duncan en los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de Pastas Alimenticias elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos. 137

Tablas	Página
46. Análisis Bromatológico de Caldos de Camarón elaborados con Harina de Desechos de Crustáceos, destinados al consumo Humano.	140
47. Análisis Bromatológico en Caldo de Camarón.	142
48. Análisis Microbiológico en Caldos de Camarón elaborados con Harina de Desechos de Crustáceos, destinados al consumo Humano. (Lectura a las 48 horas).	143
49. Costos de Producción de Caldos de Camarón elaborados a partir de Harina de Desechos de Crustáceos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga.	145
50. Costos de Producción de la elaboración de Caldos de Camarón, a partir de Harina de Desechos de Crustáceos procesada en Frigopesca, S.A., Cartagena y destinada al consumo humano.	146
51. Precio de venta de Caldos de Camarón, elaborados a partir de Harina de Desechos de Crustáceos producida en la Planta Piloto Pesquera Taganga.	148
52. Precio de Venta de Caldos de Camarón, elaborados a partir de Harina de Desechos de Crustáceos producida en Frigopesca, S.A., Cartagena.	149

Tablas	Página
53. Significancia Estadística mediante la prueba de Duncan en los resultados obtenidos durante la degustación de caldos de Camarón, elaborados con Harina de Desechos de Crustáceos.	151
54. Parámetros Físico-químico, registrado durante 24 horas en los estanques de engorde de Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>), Planta Piloto Pesquera Taganga. Julio 5-6 de 1987.	153
55. Parámetro Físico-químico, registrado durante el desarrollo del engorde de Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>).	154
56. Análisis bromatológico y Físico-químico de las dietas elaboradas de desechos de Crustáceos y control para engorde de Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>).	157
57. Distribución de ingredientes en dietas práctica para Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>).	159
58. Pienso recomendado para el engorde de Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>) (Balazs, 1973).	160
59. Pienso recomendado para engordar Camarón de agua dulce (<u>Macrobrachium rosenbergii</u>).	161

60. Distribución porcentual alimenticia utilizada durante el engorde de postlarvas de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii). 164
61. Índice o Factores de conversión de alimento (F.C.A.) obtenidos en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), bajo cuatro dietas alimenticias. 165
62. Promedios de pesos (g), obtenidos en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas elaboradas a partir de Harina de Desechos de Crustáceos. 167
63. Promedios de longitudes (cm), obtenidos en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas peletizadas elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos. 168
64. Ganancia en peso (g/día), obtenido en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas peletizadas elaboradas a partir de Harina de Desechos de Crustáceos. 171
65. Siembra y Cosecha del Macrobrachium rosenbergii cultivado en estanque (FAO, 1977). 174
66. Ensayo de engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentado con dieta peletizada elaborada con Harina de Desechos de Crustáceos, SENA, regional Santa Marta. 175

67. Crecimiento en peso de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), durante el ensayo realizado en la Planta Piloto Pesquera Taganga, a los 30 días de cultivo. 177
68. Análisis de varianza para el aumento en peso (g) encontrado en el engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con cuatro dietas, a los 30 días de cultivo. Distribución al azar. 179
69. Valores de las medias con $\alpha = 0.05$, según Tabla de Duncan. 180
70. Significancia Estadística, mediante la prueba de Duncan, entre los promedios de peso (g), obtenidos en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), sometido bajo diferentes dietas alimenticias. 182
71. Significancia Estadística, mediante la prueba de Duncan, en los promedios de tallas (cm), obtenidos en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), bajo diferentes dietas alimenticias. 184
72. Costos de Producción de las dietas elaboradas a partir de Desechos de Crustáceos, para la alimentación de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii). 186

73. Precio de Venta calculado para las tres Dietas peletizadas, elaboradas para el engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii). 188
74. Análisis Bromatológico en Agua de Blanqueo, a partir de la cocción de Desechos de Crustáceos. 190

LISTA DE FIGURAS

Página

Figuras

1. Diagrama de Flujo de Generación de Desechos durante el procesamiento del Camarón. 7
2. Diagrama de Flujo para la elaboración de Harina de Desechos de Crustáceos, destinada al consumo Humano y/o Animal. 34
3. Diagrama de Flujo para la obtención de Harina a partir de los Desechos de Crustáceos (Procesamiento en la Fábrica Frigopesca, S.A., Cartagena). 39
4. Diagrama de Flujo para la obtención de Harina a partir de subproductos (cáscara) de camarón. 42
5. Diagrama de Flujo para la obtención de Harina integral de Tiburón(Orden Carcharhiniformes). 45
6. Diagrama de Flujo para la obtención de Pastas Alimenticias a partir de Harina de Desechos de Crustáceos. 50

Figuras

Página

7. Diagrama de Flujo para la obtención de Caldo de Camarón, a partir de Harina de Desechos de Crustáceos. 57
8. Localización Geográfica del sitio de trabajo 63
9. Plano de los Estanques utilizados en el engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergü). 64
10. División de los Estanques por medio de malla de anejo recubierta en marco de madera. 65
11. Diagrama de Flujo para la elaboración de alimentos peletizados, destinados al engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergü). 73
12. Diagrama de Flujo para la obtención integral de Quitina, a partir de cáscara de Camarón Marino (Género Penaeus). 78
13. Diagrama de Flujo para el aprovechamiento del agua de blanqueo en Camarón Marino (Género Penaeus). 82
14. Curva de crecimiento en peso (g), obtenida en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergü), alimentados con dietas peletizadas elaboradas con harina de Desechos de Crustáceos. 169

15. Curva de crecimiento en longitud (cm), obtenida en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas peletizadas elaboradas con harina de Desechos de Crustáceos. 170
16. Curva de crecimiento en peso (g/día), obtenida en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas peletizadas elaboradas a partir de harina de Desechos de Crustáceos. 172

1. INTRODUCCION

Con frecuencia se hace hincapié en el hecho de que la mayoría de los países de bajos ingresos y gran densidad de población en el mundo, se enfrentan a una aguda deficiencia de proteínas de primera calidad. También se afirma que la producción mundial de especies pesqueras podría aumentarse muchas veces por medio de la Acuacultura. La conclusión popular y más agradable, es que la producción de especies pesqueras debía estimarse con el fin de proporcionar las proteínas que tanto se necesitan, y aunque éste es un fin que realmente vale la pena, es indudable que el consumo de este recurso depende de la demanda y, por consiguiente, de las preferencias por determinados sabores, las facilidades que existan para la distribución y venta del producto, los precios y la competencia con otros alimentos y los niveles de ingresos personales.

Calcular los alimentos que requieren los animales productores de carne es un asunto relativamente sencillo, pues sólo se necesita equilibrar el contenido de alimento con el costo. Sin embargo, cuando se trata de alimentos para el hombre, se enfoca la cuestión de manera mucho más compleja. Por lo regular, su demanda no es de proteína como tales, sino de leche, carne, peces, camarones, aves, etc; y puede no ser de especies pesqueras propiamente dichas, sino de pescado salado, seco o fresco, harinas, embutidos, etc. Además, su demanda no

la determina principalmente el hecho de que el recurso hidrobiológico puede proporcionar o no los elementos nutritivos que se necesitan, sino más bien su sabor, precio, costumbres alimenticias, o los ingresos económicos del consumidor (42).

De lo anterior, junto con la existencia de una nutrición deficiente y de la presencia de importantes cantidades de proteína animal en las carnes, se desprende la necesidad de emprender estudios de procedimientos con el fin de incrementar la apetencia de los recursos hidrobiológicos alimenticios.

En la actualidad existen deficiencias en el aprovechamiento de los residuos del camarón y otros crustáceos de la explotación industrial, así como de los pescados menos comercializados, para su utilización en la alimentación humana, debido a la falta de métodos e implementación que transformen estas materias primas en productos que reúnan las características adecuadas para su aceptación en el mercado.

Sin embargo, existe una gran variedad de productos alimenticios que pueden ser obtenidos a partir de los Desechos provenientes del Aprovechamiento y comercialización de Crustáceos como cangrejos, langostas y camarones.

El valor nutricional de la harina de camarón en la alimentación animal, unido al cada vez creciente déficit de materias primas para la elaboración de concentrados alimenticios, permiten considerar la harina de desechos de crustáceos como un ingrediente sustitutivo de principios proteícos. Por otro lado, el contenido de minerales en los crustáceos es tan alto como en los peces (41).

La harina de camarón ha sido considerada tradicionalmente como un ingrediente en formulaciones para la alimentación de camarones y peces en cautiverio, interviniendo en diversas proporciones, de acuerdo a condiciones biológicas del cultivo. El obtener harina de camarón no implica mayores dificultades desde el punto de vista tecnológico. Su mayor o menor desarrollo ha sido dado a través del tiempo por el tipo de demanda del producto. Recientes descubrimientos sobre las propiedades nutritivas del producto en prácticas de Acuicultura, han provocado innovaciones en el proceso productivo de harina, entre las que podemos citar el uso de aglomerantes y del procedimiento de peletización, entre otros. Debido a que dichos procedimientos son recientes, no se dispone de la tecnología apropiada.

Aparte de las propiedades alimenticias, los desechos del camarón poseen propiedades poliméricas, coagulantes, aditivas y medicinales (7).

Esfuerzos por aprovechar tales características han dado lugar a que en Estados Unidos, Rusia, Alemania, Inglaterra y Francia se hayan desarrollado tecnologías (patentadas), ya sea para obtener directamente productos finales o para su posterior utilización como materia prima.

La mayoría de los países explotadores de este recurso pesquero aprovechan tanto la pulpa como los desechos provenientes del camarón, que constituyen alrededor de 65% del peso total, los cuales son generalmente convertidos en harina. Algunos otros países los aprovechan en la elaboración de concentrados alimenticios, extracción de quitina y derivados quitinosos (Quitosán, HCl D-Glucosamina) (7).

El uso comercial de la quitina y su derivado, el quitosán, es aún limitado en Latinoamérica (19). Existen criterios contradictorios, particularmente acerca del valor alimenticio del producto, como se observa en los conceptos siguientes:

A. "No se ha encontrado valor nutricional para la quitina y sus derivados a pesar del contenido de nitrógeno" (19).

B. "Observaciones preliminares aún no publicadas, sugiere que componentes de la harina de desechos (posiblemente quitina y sus derivados) desempeñan un rol importante como estimulante de la alimentación y en acelerar el crecimiento de los camarones" (19).

C. "Recientes estudios señalan a la quitina como un nutriente esencial en Acuicultura (cangrejos, langostas de río)"(19).

Se deduce de los anteriores criterios que en ciertas áreas la utilización de la quitina y derivados aún no está bien definida. Sin embargo, teóricamente, dentro del campo de las aplicaciones, las oportunidades de desarrollo del producto son múltiples.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

La industrialización del Camarón en Colombia ha tenido un gran impulso en los últimos años, debido fundamentalmente al creciente mercado de exportación y a la bondad de los precios internacionales (7).

En la actualidad, la comercialización del camarón se efectúa en forma de colas congeladas, las que constituyen en promedio un 69% del peso total del animal, correspondiéndole a la cabeza diferencia porcentual, mayormente despreciable (5).

2.1.1 Procedimientos.

En general, los procedimientos utilizados por las empresas empacadoras de camarón, comprenden dos grados de elaboración:

2.1.1.1 Producción de cola con cáscara.

2.1.1.2 Producción de camarón pelado y desvenado.

Los camarones utilizados como materia prima, en las plantas empacadoras locales provienen de las capturas de las flotas camaroneras industrial y artesanal, así como de las granjas dedicadas a la crianza del crustáceos (34).

La mayoría de las especies que se localizan en el Océano Atlántico, en Centro y Sur América pertenecen al género Penaeus, dentro de las que son comunes en aguas colombianas tres especies, las que a su vez han sido clasificadas por sus características físicas en tres grandes grupos: Camarón blanco (Penaeus schmitti), Camarón rojo (Penaeus duorarum) y Camarón pintado (Penaeus brasiliensis).

2.1.2 Tipos de residuos camaroneros.

Los residuos que la industria camaronera genera pueden dividirse en sólidos y líquidos. Entre los primeros se tienen: Cefalotórax, cutícula o caparazón, vísceras y fragmentos de carne que no han sido removidos en la operación de pelado; mientras que los desechos líquidos o efluentes están representados por el agua de blanqueo (26).

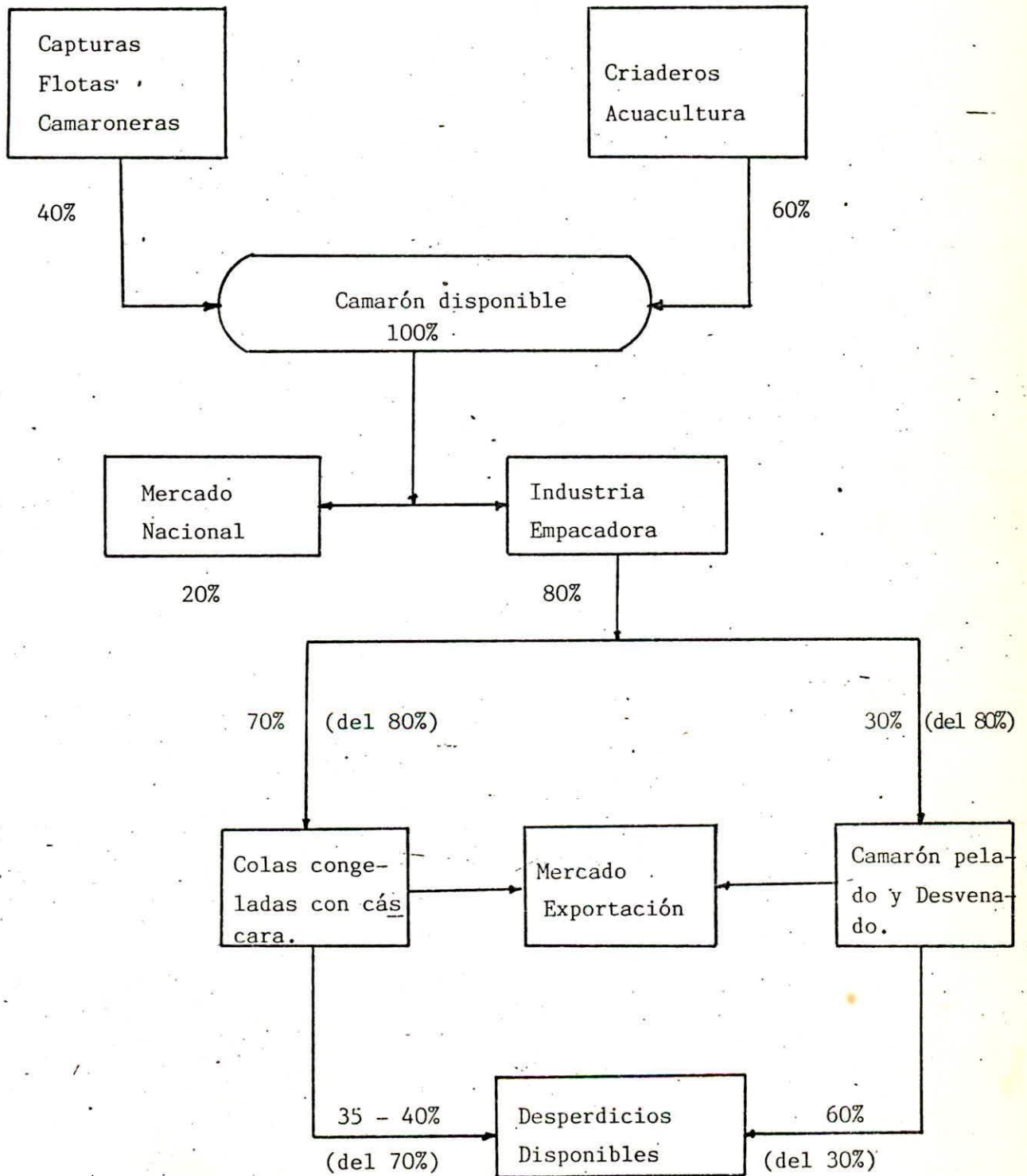
En general, el rendimiento físico de desechos orgánicos, cuando se llega al primer grado de elaboración (cola con cáscara) es de 35-45%; si se procede a pelar y desvenar, la generación de residuos es del orden del 60-65% sobre el peso total del camarón (Figura 1).

2.2 APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS

2.2.1 Harina de Desechos de Crustáceos.

La harina de Camarón es "El desperdicio del camarón seco y molido con buenas características de conservación; pudiéndose utilizar el cefalotórax, cutículas o el camarón entero" (35).

FIGURA 1. Diagrama de Flujo de Generación de Desechos durante el procesamiento del Camarón.



Fuente: Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador-CENDES, 1980.

Igualmente, se señala que cuando el contenido de sal (Cloruro de sodio) sobrepasa el 3%, deberá especificarse este valor en el producto. En todo caso el contenido total de cloruro de sodio no deberá sobrepasar el 7% (7).

Las cabezas secas de camarón y los desechos de caparazones que se obtienen por la desecación al sol son convertidos actualmente, aunque en proporciones limitadas, en harinas, cuyo contenido porcentual de proteína es de 30% aproximadamente. Esto solo se hace durante la estación seca del año, en que pueden exponerse los camarones al sol. Pero es posible preparar harina de calidad y cantidad muy superiores (45 a 50% de proteínas), con camarones enteros, comprados para este fin durante la estación de las lluvias (19).

En consideraciones a las características químicas del producto, la harina de camarón puede ser utilizada como suplemento proteico y mineral, especialmente en formulaciones avícolas y raciones para especies acuáticas, Tabla 1 (7).

El valor nutricional de la harina de camarón ha sido corroborado en pruebas experimentales y por consiguiente, ha venido siendo comercializada desde algún tiempo en los Estados Unidos, Tabla 2 (7).

Los Desecho del Camarón contienen proteínas en mayor o menor grado, en función de los elementos estructurales que lo conforman: cefalotórax, cutículas, tejidos carnosos, agua de blanqueo. Se nota por ejemplo que la harina de camarón se puede utilizar como un suplemento proteínico valioso, debido al alto contenido de proteína (40-60%) (35).

A nivel artesanal se utilizan los desechos en la elaboración de harina para consumo doméstico, más a manera de experimentación

TABLA 1. Valor nutricional de la Harina de Camarón.

Contenido	Porcentaje de asimilación.
Materia orgánica	54
Proteína cruda	60
Fibra cruda	17
Extracto libre de nitrógeno	55
Grasas o extracto etéreo	86
Total nutrientes	37
Energía Metabolizable, Kcal/Kg.	1.543

Fuente: The Scientific Feeding Chickens; Harry W. Titus and Janes C. Prits, 1971.

que como una posibilidad comercial propiamente dicha. Las amas de casa suelen utilizar los cefalotórax. Se conoce igualmente que recientes experimentaciones, en el campo de alimento balanceado con el fin de preparar harina que pueden servir de ingredientes en formulaciones destinadas a la alimentación artificial de camarones (7).

La disponibilidad de materia prima para un posterior tratamiento tecnológico presenta características particulares, relacionadas especialmente con el aspecto cualitativo, el mismo que constituye un elemento esencial al considerar una posible utilización comercial de tales residuos (6).

Tecnológicamente es posible obtener concentrado proteico no solo de los residuos sólidos sino también de los efluentes.

Los desechos sólidos contienen dos tipos de proteínas; la denominada adventitious (residuos cárnicos adheridos al caparazón); y la que se encuentra formando el complejo quitina-proteína-minerales en los caparazones (28).

El análisis biológico de la proteína de los desperdicios del camarón ha demostrado que su valor nutricional es similar al de la caseína; además, no se han detectado efectos tóxicos con posterioridad a su utilización (28).

La configuración de la molécula proteica de alimentos como leche, huevos y concentrados proteicos de pescado, muestra una relación cuantitativa aproximada en aminoácidos, observándose que la lisina, fenilalanina y la cistina, se encuentran en mayor proporción en los desperdicios del camarón (28). Como de particular interés debe anotarse el alto contenido de lisina en los residuos, por pertenecer este aminoácido al grupo de aquellos llamados esenciales o básicos y del cual suelen ser deficitarios la mayoría de los alimentos, especialmente los de origen vegetal (28).

TABLA 2. Características bromatológicas de la Harina de Camarón comercializada en los Estados Unidos.

Análisis proximal y de aminoácidos	Distribución g./100 g.	Vitaminas y Minerales	Distribución mg./kg.
Humedad	10.00	Riboflavina	4.00
Extracto etéreo	3.10	Colina	5.83
Proteína cruda	47.40	Calcio	735.00
Fibra cruda	11.00	Fósforo	159.00
Cenizas	26.60	Magnesio	54.00
Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.)	1.90	Yodo	3.60
Arginina	2.53	Hierro	100.00
Lisina	2.18	Cobre	12.00
Metionina	0.84	Manganeso	30.00
Cistina	0.76	Zinc	100.00
Triptófano	0.48		
Histidina	0.87		
Leucina	2.67		
Valina	2.26		
Isoleucina	1.76		
Fenilalanina	1.81		
Treonina	1.78		

Fuente: The Scientific Feeding Chickens. Por Titus, H. y Prits, J., 1971

Lacera (1982), alimentó pollos con una mezcla de harina de desechos de tiburón y de cabezas de camarones, no encontrando diferencia con el crecimiento de pollos alimentados con concentrados purina (21).

2.2.2 Concentrado proteico.

La tecnología pesquera en el mundo se ha desarrollado en los últimos años en forma vertiginosa, sobre todo en concentrado de proteína de pescado (C.P.P.) como harina fortificante para pan, fideos, etc., sin embargo, para la alimentación del hombre como requerimiento de la proteína animal, el C.P.P. ha mostrado fracasos rotundos, en forma de polvo como agregado de otros alimentos por su alto costo y la no aceptabilidad a nivel familiar, debido al problema alimentario. Por esta razón, en Canadá fue planteado el uso alternativo del C.P.P. como suplemento de la proteína animal para la dieta humana, siempre y cuando la proteína contuviera las propiedades funcionales, como quiera que el C.P.P. es altamente nutritivo pero sin propiedades funcionales, motivo por el cual a nivel mundial se dedicaron a realizar trabajos exhaustivos sobre la utilización de los productos de C.P.P. efectuando una hidrólisis parcial de sus proteínas con el fin de obtener productos altamente nutritivos, digeribles y solubles en agua para la preparación de diversos productos: Imitadores de leche, albúmina de huevo para fortificar bizcochos, panes, pasteles, galletas, sopas, salsas, etc., pero sin obtener las propiedades funcionales de la proteína. Por estas causas se realizan estudios avanzados para separar las proteínas miofibrilares (las cuales son las únicas que presentan propiedades funcionales), de las proteínas sarcoplasmáticas, en condiciones especiales tales como las utilizadas por la industria de Surimi, en Japón (35).

Los aislados proteínicos a partir de recursos pesqueros, elaborados por diferentes métodos y conservando sus características

funcionales en forma similar a la de proteína aislada de soya, han sido introducidas por las grandes industrias del mundo para la formulación y elaboración de productos cárnicos, con característica a bistec, embutido, alimento congelado, etc.

La denominación internacional de concentrado de proteína de pescado, se refiere a aquellas proteínas concentradas en forma de polvo o harina, a partir de las proteínas estronas (colágenos, elastinas), de los tejidos conectivos obtenidos por los métodos tradicionales enzimáticos, microbiológicos, químico (ácido o alcalino) y físico-mecánico. Además, la harina de pescado desgrasada utilizando solventes orgánicos se denomina también C.P.P.

El C.P.P., por su alto contenido proteico, es eminentemente nutritivo con una vida larga de estabilidad, con mínimo sabor y olor pero esencialmente sin propiedades funcionales. El C.P.P. fue desarrollado como un aditivo para incorporar en las dietas deficitarias de proteína.

Por consiguiente el C.P.P. en forma de harina de pescado, sin propiedades funcionales, sirve solo por su valor altamente nutritivo como fortificante para agregar proteína animal a los alimentos de bajo valor proteico, como las harinas de origen vegetal. Asimismo, los C.P.P. parcialmente hidrolizados son útiles para aumentar la solubilidad de la proteína en agua; para agregar a alimentos como pan, bizcochos, dulce, fideos, por su calidad similar a la albúmina de huevo y además sirven para preparar sopas, salsas, cubitos, saborizantes, imitadores a leche, etc.

La preparación de harinas de especies pesqueras para el consumo humano podría resaltar en una mejor utilización de los recursos marinos, especialmente mediante la conversión del pescado graso

y desechos en proteínas comestibles de bajo precio, ya que se obtendría así una reducción de los costos gracias a la eliminación de la refrigeración o envasado del producto consumible. Además, la harina de producto pesquero representa una considerable mejora en relación con la materia prima seca o ahumada, desde el punto de vista higiénico y nutricional (37).

Hace casi veinte años, ciertos organismos de las Naciones Unidas, especialmente UNICEF y FAO, señalaron la importante aportación que la harina del recurso pesquero podría hacer a la alimentación humana como fuente de proteína de elevado valor biológico. Durante el Tercer Congreso Internacional de Nutrición celebrado en Amsterdam en septiembre de 1954, Autret señaló no solo la importancia de la harina de productos pesqueros como fuente muy valiosa de proteína sino también por su contenido de calcio y vitamina B₁₂. Desde el punto de vista de la nutrición de lactantes y de niños, una harina de pescado barata presenta notables ventajas en lo que al precio y el almacenamiento se refiere en comparación con el pescado envasado, desecado o salado (25).

Autret también se refiere a los ensayos de aceptabilidad que se realizaban entonces entre la población de diversos países en desarrollo, indicando que las preferencias variaban de un país a otro, en relación a la harina con o sin sabor, aunque los niños no parecían mostrar preferencia alguna.

2.2.3 Quitina y Derivados

La quitina es un sólido amorfo y blanco, que suministra la textura rígida de los invertebrados, en igual forma que la celulosa lo hace con las plantas. De naturaleza escamosa y fibrosa es muy resistente a la hidrólisis, insoluble en agua, álcali

o ácido diluïdos, pero soluble en ácidos concentrados y soluciones de sales inórganicas (7).

La quitina puede ser caracterizada químicamente como Beta 1-4-N-acetil-2-deoxi-d-glucosa. Constituye una sustancia relativamente estable y no reactiva en su estado natural; mas, debido a que una vez disuelta se vuelve inestable; no existe una utilidad para la quitina como tal. Por lo cual es necesario degradar el producto para obtener sus derivados, el quitosán y la glucosamina, que son las formas utilizables del producto, particularmente del primero por sus múltiples aplicaciones (7).

La versatilidad de la sustancia se debe a la variedad de propiedades tanto físicas como químicas que la caracterizan, entre las que se cuentan:

- a). Habilidad para conformar estructuras
- b). El modo de precipitación, como polvo insoluble, a partir de una solución.
- c). Sus reacciones químicas con otras sustancias

Tales propiedades estructurales podrían ser explotadas comercialmente (7).

Una variedad de técnicas han sido experimentadas tanto a nivel de laboratorio como comercial, las mismas que consideran tanto procedimientos aislados como integrado para obtener dos o más subproductos, lo que desde el punto económico obviamente resultaría más rentable (7).

Para producir quitosán y glucosamina es necesario obtener quitina a partir de los caparazones y/o cutículas (7).

Las dificultades de origen tecnológico tiene que ver directamente con aspectos cualitativos relacionados con el control de temperatura, grado de concentración de las soluciones y el tiempo de proceso, con el fin de minimizar la degradación de los componentes químicos naturales (27).

2.2.4 Compuestos orgánicos a partir de los afluentes residuales

Están constituidos por los nucleótidos y aminoácidos existentes en los afluentes, resultantes de los procesos de blanqueo (lavado) y de cocción, efectuados en las industrias empacadoras y conserveras de camarones.

La función de los compuestos orgánicos citados, es la de impartir características del sabor al camarón. Las concentraciones de nucleótidos varían de acuerdo a las especies de camarones por un lado; y el período de congelamiento, por otro (42).

Múltiples derivaciones de estos aspectos afectan en forma cualitativa y cuantitativa la recuperación de las sustancias orgánicas. Estudios realizados por Meyers (1974) indican que existe una notable transformación de monofosfato de inosina a hipoxantina, debido a la degradación de los nucleótidos; esta transformación es tomada como un índice de pérdida del sabor en otros productos del mar.

Se ha establecido, igualmente, la influencia directa de los aminoácidos sobre el sabor; así por ejemplo, la glicina suministra un sabor dulce al camarón, mientras que la leucina, el ácido glutámico y la prolina, le confieren un agradable sabor.

En la Tabla 3 se presenta el contenido aproximado de nucleótidos en los afluentes de la industria camaronera. Fueron calculados en etapas equivalentes a una hora de producción, tiempo en el cual se procesaron 3.100 libras de camarón (peso del crustáceo pelado) y se utilizaron 350 galones de agua (7).

Iguálmante se determinó el contenido de aminoácidos en el agua de blanqueo (lavado o cocción), Tabla 4, con relación al mismo volumen utilizado para el cálculo de nucleótidos.

Los valores de las Tablas 3 y 4 corresponden al procesamiento de la especie de camarón pintado (Penaeus brasiliensis).

Al sumar las cantidades recuperadas de nucleótidos y aminoácidos se obtuvo un rendimiento total de 20.92 gramos/litro de agua tratada, es decir, 2.09%.

2.2.5 Cultivo de Camarón.

Los camarones pueden ser vendidos frescos, enlatados, congelados o deshidratados. El camarón pequeño pelado colado se utiliza en platos especiales como cocteles, camarones ahumados, encurtidos, sopas, etc. Las cabezas y los desperdicios se muelen y secan para elaborar harina, la cual se utiliza en alimentos para animales cuando se desean altas concentraciones de proteína en los requerimientos alimenticios de peces, camarones, aves y otros, y según Scelzo (1986), en algunos países, por ejemplo México, se elaboran productos con dicha harina para consumo humano y/o animal (38).

Existen un gran número de razones por las que los camarones son apropiados para ser cultivados. Las principales son su rápido

TABLA 3. Contenido de Nucleótidos en aguas de blanqueo durante el procesamiento del Camarón.

Nucleótidos	Cantidad (g/litro)
Hipoxantina-inosina	0.103
Monofosfato de adenosina	0.251
Monofosfato de inosina	0.462
Difosfato de adenosina	0.050
Trifosfato de adenosina	0.004
T O T A L	0.870

Fuente: Mayers, S.; Sonu, S. (1974). "Nucleótidos and Amino Acids in Shrimp Blanching Water". Revista Feedstuffs No. 5.

TABLA 4. Contenido de Aminoácidos en aguas de blanqueo del procesamiento del Camarón.

Aminoácidos	Cantidad (g/litro)
Lisina	1.39
Histidina	0.22
Arginina	3.10
Acido aspártico	1.80
Treonina	0.62
Serina	0.63
Acido glutámico	3.02
Prolina	1.21
Glicina	2.54
Alanina	1.26
Valina	0.92
Metionina	0.63
Isoleucina	1.33
Tirosina	1.18
Fenilalanina	0.53
T o t a l	20.05

Fuente: Meyers, S.; Sonu, S. (1974) "Nucleótides and Amino Acids in Shrimp Blanching Water". Revista Feedstuffs No. 5.

crecimiento (obtención del tamaño comercial en menos de un año, lográndose dos cosechas por año), la gran demanda y el alto precio que alcanzan en el mercado nacional e internacional (12).

Uno de los temas de mayor interés, tanto desde el punto de vista científico como económico en el cultivo del camarón es la nutrición, siendo éste un punto clave para el mantenimiento de la especie en cautiverio. A este respecto, el acuicultor se enfrenta con el problema del alto costo de las dietas, por tanto es necesario la investigación orientada hacia la estandarización de dietas, con el fin de abaratar los costos.

En términos generales, la alimentación de los camarones requiere un balance adecuado de proteínas, aminoácidos esenciales, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas, que constituyen los nutrientes necesarios para sus funciones fisiológicas, desde el crecimiento hasta la reproducción.

Así como los ácidos grasos son importantes en los procesos fisiológicos del camarón también lo son los esteroides, teniendo una significancia especial el colesterol, el cual es probablemente un precursor de esteroides, hormona del cerebro, de muda y de vitamina D en camarones. Además cierto porcentaje de colesterol en la dieta favorece el crecimiento de estos animales (New, 1976).

El colesterol es el esteroide principal de los tejidos animales y se encuentra tanto en forma libre como combinada (Lehninger, 1981), por lo que toda dieta formulada para la nutrición de camarón en cautiverio, debe estar bien balanceada.

El uso de alimentos concentrados, tanto para larvas como para el engorde de juveniles y adultos, se perfila como una alternativa

para simplificar las labores de suministro de alimento en granjas acuícolas.

Las investigaciones sobre nutrición de camarón, no han dado resultados significativos para formular dietas definitivas y adecuadas a los requerimientos alimenticios de estos animales, encontrándose a nivel experimental formulaciones en algunos lugares como: Hawaii (Balazs y Ross, 1976). Sin embargo, en muchos criaderos a nivel comercial se alimentan los langostinos con formulaciones para otros animales (pollos, cerdos, etc.) con el inconveniente que el costo del alimento representa del 35.2% al 50% de los gastos operacionales de las granjas de cultivo (4).

Uno de los factores más importante para llevar a cabo con éxito la metamorfosis y el crecimiento de los camarones hasta el tamaño comercial, es la cantidad y calidad del alimento a suministrar. Una alimentación inadecuada puede ocasionar un elevado canibalismo en las especies que crecen en cautiverio, aumentando la mortalidad que de por sí es alta durante las primeras fases de crecimiento (13).

Bajo condiciones naturales, el Macrobrachium rosenbergii es omnívoro, se nutre de materia orgánica tanto vegetal como animal (raíces de hierbas, tallos tiernos y hojas de plantas acuáticas, larvas de insectos y peces, etc.). En cautiverio, los camarones de esta especie aceptan una amplia variedad de alimentos; sin embargo, las carnes de moluscos, peces y crustáceos han sido las que mejores resultados han producido. Comercialmente, el uso de este tipo de alimento en la nutrición de juveniles puede no ser práctico en ciertas regiones debido a razones de costo, disponibilidad y principalmente problema de almacenamiento (13).

La necesidad de aglutinar los ingredientes alimenticios en una forma estable en agua hace complicado el desarrollo de dietas experimentales. Los "pellets" elaborados para los animales domésticos y para la alimentación de peces se desintegran rápidamente cuando son colocados en agua, polucio- nando el medio y rindiendo una menor cantidad de nutriente. Las partículas de alimento suministradas a los camarones necesitan estar aglutinadas estrechamente para prevenir un desperdicio indebido del alimento durante el proceso de masticación y asegurarse de que la ingestión del alimento pueda continuar por un mínimo de varias horas, después de que éste ha sido suministrado (9).

En el desarrollo de dietas experimentales estables en agua, para la alimentación del camarón de agua dulce, el Instituto de Biología Marino de Hawaii ha dado prioridad al uso de ciertas materias primas que entre sus propiedades posean las de ser aglutinantes, como en el caso de la harina de trigo con un alto contenido de glúten (12).

Hasta estos momentos no ha sido posible producir una ración alimenticia que reúna todas estas condiciones, pero las investigaciones realizadas han demostrado que ciertas raciones preparadas se aproximan al cumplimiento de los requisitos necesarios para el engorde de esta especie. Como fuente de proteína, últimamente se utilizan dietas preparadas con: harina de soya, harina de soya-harina de pescado y harina de soya-harina de pescado-harina de desechos de crustáceos, con la cual se han obtenidos magníficos resultados.

La tecnología del alimento granulado para el mantenimiento de camarones y peces de consumo ha sido incorporada al mercado nacional. Cada tipo de gránulo tiene una composición nutritiva y comportamiento físico distintos en el agua. Mientras algunos

gránulos permanecen largo tiempo en la superficie, otros descienden lentamente y unos caen directamente al fondo, ésto se escoge o se elabora dependiendo de la especie a cultivar, ya que como se sabe existen especies que gustan comer en la superficie, otras van en la búsqueda del alimento y lo capturan, siendo los camarones especímenes que consumen el alimento en el fondo del estanque o reservóio. (14).

3. JUSTIFICACION

En el transcurso de los años, los métodos de producción se han modificado y diversificado consecuente con la actualización de la tecnología para el desarrollo pesquero. En nuestra región estos adelantos tecnológicos no han estado orientados a satisfacer las necesidades nutricionales de sus habitantes, sino más bien a suplir el grado de elaboración deseado por las empresas extranjeras, por lo que en el medio no se han desarrollado procesos comunes en otras zonas, que conlleven a la utilización integral de los desechos del Camarón y otros Crustáceos.

Hasta la presente no se ha iniciado la industrialización de los residuos de las plantas procesadoras y empacadoras de Camarón en Colombia. Las empresas camaroneras localizadas en Cartagena descargan sus desperdicios al mar; este problema se torna crítico puesto que allí van a dar todos los desperdicios del pelado y desvenado del camarón.

Los desperdicios de camarón utilizados en otros países a nivel artesanal para la obtención de harina que abastece el consumo doméstico, en Colombia se pueden aprovechar industrialmente en la fabricación de: concentrados proteicos para consumo humano, harina como ingredientes de formulaciones destinada a la nutrición de granjas camaroneras y en la extracción de productos quitinosos, dado que la región genera un importante volumen de desechos porque solamente se comercializa el

abdómen de estos crustáceos; ya sea con cutícula, pelado o desvenado (24). Considerando que el mayor o menor volumen de estos residuos depende básicamente de la variación de la demanda y no de la deficiencia cualitativa del proceso productivo, el problema de los desperdicios del camarón no será analizado en función de minimizar tales residuos sino más bien de definir alternativas de recuperación de los mismos.

El presente trabajo se justifica en la idea del Aprovechamiento de un recurso no utilizado comercialmente, como son los desperdicios de la industria camaronera, teniendo como finalidad, determinar las posibles alternativas tecnológicas que conduzcan a la formulación y elaboración de productos alimenticios, destinado al consumo humano y/o animal (harina, pastas alimenticias, caldo de camarón, peletizados), quitina y otros.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVOS GENERALES

-Estudiar la factibilidad de aprovechar los desechos del camarón y otros crustáceos con el fin de utilizarlos en la elaboración de productos industriales y alimenticios para humanos y animales.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

4.2.1 Obtención de harina de Camarón y otros Crustáceos a partir de sus desechos, destinada a la alimentación humana y/o animal.

4.2.2 Formular y elaborar pastas alimenticias, tipos lasagna, espaguetis y tallarines, a partir de la harina de crustáceos y harina de trigo, con las características propias de textura y apariencia general de las pastas comunes, formuladas y elaboradas exclusivamente con harina de trigo.

4.2.3 Establecer formulaciones que permitan elaborar caldo de camarón, para consumo humano, con base en la harina de desechos de crustáceos.

4.2.4 Establecer controles bromatológicos, microbiológicos y físico en los productos obtenidos a partir de los sub-productos del camarón y otros crustáceos.

- 4.2.5 Determinar el grado de aceptabilidad de los productos elaborados (pastas alimenticias y caldo de camarón), midiendo condiciones psicológicas de agrado y desagrado, por medio de una escala de ordenamiento (escala hedónica).
- 4.2.6 Estudiar el líquido resultante de la cocción de la materia prima, para fortificar harinas vegetales y formular dietas destinadas al engorde de camarones y peces en cautiverio.
- 4.2.7 Determinar la tasa de crecimiento del camarón de agua dulce Macrobrachium rosenbergii cultivado en estanque, alimentados con tres dietas peletizadas formuladas y elaboradas con harina de desechos de crustáceos.
- 4.2.8 Establecer y comparar la eficiencia de conversión de alimento (F.D.A.), y el índice de mortalidad, mediante mediciones mensuales de talla y peso del camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con las tres dietas formuladas en esta investigación con relación al concentrado comercial "Purina".
- 4.2.9 Efectuar el estudio de la extracción de quitina, a partir de cáscara de camarón marino (Género Penaeus).
- 4.2.10 Realizar el balance de materiales a través de todas las líneas de producción, así como también el costo unitario de cada uno de los productos elaborados.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener harina de desechos de camarón y otros crustáceos, con características físico-químicas, bromatológicas y nutricionales similares a las de harina de pescado o de otros animales, con el fin de utilizarla en la alimentación humana y/o animal. Además, se espera que con la elaboración de la harina de crustáceos se puedan obtener caldo de camarón y pastas alimenticias, adecuados para la alimentación humana.

Asimismo, que en el desarrollo del proyecto se implementen bases para que los compuestos orgánicos presentes en los efluentes residuales se utilicen en la formulación de concentrados para animales en cautiverio.

6. HIPOTESIS DE TRABAJO

Las características físico-químicas de las proteínas contenidas en los desperdicios de crustáceos permiten, mediante los procesos de cocción, secado y molienda, obtener harina, pastas alimenticias, caldo de camarón y peletizados de características bromatológicas, microbiológicas y nutricionales adecuadas para la alimentación humana y animal, respectivamente.

6.A DEFINICION DE VARIABLES

Y_1 = Materia prima

Desechos de Camarón = X_1

Desechos de otros Crustáceos = X_2

$Y_1 = f(X_1, X_2)$

Y_2 = Subproductos derivados del procesamiento de los crustáceos.

Cutículas = X_3

Cefalotórax = X_4

Agua de Blanqueo = X_5

$Y_2 = f(Y_1, X_3, X_4, X_5)$

Y_3 = Producto elaborado con
los desechos de crustáceos

Harina de crustáceos = X_6

Producción integral de Qui-
tina = X_7

Y_4 = Utilización de la Harina de
crustáceos

Formulación y elaboración de
(caldo de camarón proteicos)= X_8

Elaboración de pastas alimenti-
cias = X_9

Dietas alimenticias = X_{10}

$Y_4 = f(Y_1, Y_2, Y_3, X_8, X_9, X_{10})$

Y_5 = Control de calidad

Análisis físico = X_{11}

Análisis bromatológico = X_{12}

Análisis microbiológico = X_{13}

Análisis sensorial = X_{14}

$Y_5 = f(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14})$

7. METODOLOGIA

7.1 GENERALIDADES

En el desarrollo de esta investigación se realizaron trabajos de laboratorio y de campo.

Los trabajos de laboratorio comprendieron: la elaboración de las harinas de desechos de crustáceos e integral de tiburón, la fabricación de peletizados para consumo animal, caldo de camarón, pastas alimenticias para consumo humano y proceso de extracción de quitina. Además, se analizó bromatológica y físicamente el agua de blanqueo y los diversos productos formulados y elaborados.

El trabajo de campo comprendió la construcción de un estanque de cemento y ladrillo; la siembra, recolección y alimentación de postlarvas de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii); la recopilación de datos y parámetros morfométricos, físico-químicos y nutricionales.

El estudio se realizó en un período efectivo de dieciseis meses, desde enero de 1987 hasta mayo de 1988, en el Corregimiento de Taganga y la ciudad de Santa Marta (Magdalena), Colombia.

Para la nutrición de las postlarvas de camarón, se prepararon tres dietas en forma de alimento concentrado (peletts) y una



dieta control (Purina), concentrado éste usado en la región para la nutrición de animales domésticos y peces.

Se experimentaron tres formulaciones para la elaboración de pastas alimenticias utilizando como control pastas alimenticias comerciales y tres formulaciones para la obtención de caldo de camarón, cuyo control fue un concentrado de pescado de la casa Knorr.

Se intentó la extracción química de quitina a partir de caparazones de camarones con resultados poco halagüeños desde el punto de vista técnico, siendo además muy costoso lo que implicaría desventajas para su comercialización ya que en el mercado existen productos sintéticos con iguales propiedades y de precios mucho más económicos. Se estableció, además, que los caparazones es mejor utilizarlos en la elaboración de harina, dándole a esta última, utilización en la fabricación de alimentos para consumo humano y animal.

Se recuperó y analizó el agua de blanqueo, sin embargo no se utilizó en la elaboración de las dietas, porque mostró cualidades no aptas para usarla; tales como coloración muy oscura y fácil descomposición.

Durante el ensayo nutricional se utilizaron postlarvas de camarón (Macrobrachium rosenbergü), con talla y peso promedios iguales a 1.25 cm y 0.05 g, respectivamente. Se sembraron trescientas postlarvas repartidas en dos estanques, los cuales se dividieron a su vez en dos compartimientos por medio de malla de anejo tendida en un marco de madera. En cada división se sembraron setenta y cuatro postlarvas, resultando una densidad de siembra igual a catorce postlarvas por m.²

7.2 MATERIA PRIMA

Las principales especies de crustáceos utilizadas para el aprovechamiento de sus desechos (cabeza y cáscara), fueron: Camarón blanco (Penaeus schmitti), camarón rojo (Penaeus duorarun) y camarón pintado (Penaeus brasiliensis). Sin embargo se utilizaron desechos de otros crustáceos (Langostas, Jaibas y Cangrejos orden Decápodos), adquiridos en su totalidad en las Empacadoras de Camarón Océanos, S.A. y Vikingos S.A, Cartagena. Además, para la elaboración del alimento concentrado destinado a la alimentación de las postlarvas, se adquirió un tiburón (orden Carcharhiniforme) en la Planta Piloto Pesquera de Taganga.

7.3 PROCESAMIENTO TECNOLÓGICO PARA LOS PRODUCTOS ELABORADOS

7.3.1 Elaboración de Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos destinada al Consumo Animal y Humano.

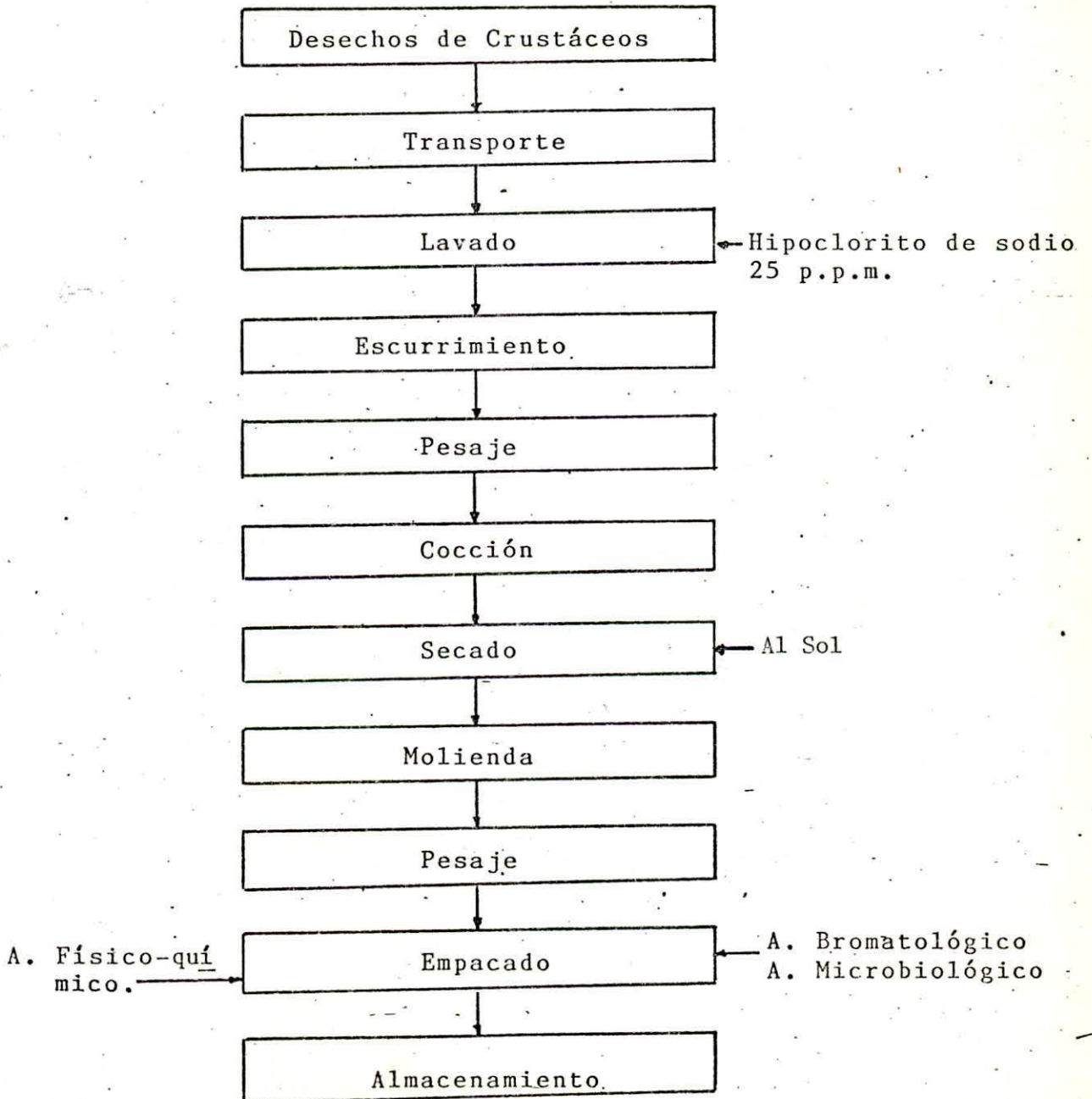
7.3.1.1 Procesamiento Desarrollado en la Planta Piloto Pesquera de Taganga.

Siguiendo el Diagrama de Flujo (Figura 2), se efectuaron los siguientes procesos.

7.3.1.1.1 Recepción de la Materia Prima Pesquera.

Fueron adquiridos en las Empresas Vikingos y Océanos, S.A., Cartagena, subproductos (cabezas, cáscara, tenazas y otros) del descole y procesamiento de las siguientes especies camarón blanco (Penaeus schmittis), camarón pintado (Penaeus brasiliensis) y otros crustáceos orden Decápodos; los cuales se congelaron en forma de bloques compactos y empacados en sacos de polipropi-

FIGURA 2. Diagrama del Flujo para la elaboración de Harina de Desechos de Crustáceos, destinada al consumo humano y/o animal.



leno, siendo luego transportados hasta la Planta Piloto Pesquera de Taganga.

7.3.1.1.2 Lavado y Limpieza

Los desechos de crustáceos se sumergieron y lavaron en una solución al 25 p.p.m. de hipoclorito de sodio, por un tiempo de 20 minutos. El agua usada para preparar esta solución fue previamente filtrada con una tela limpia para disminuir la contaminación por las impurezas presentes en ésta, tales como algas, tierra y suciedades en general (16).

Ahí mismo se procedió a hacer una selección manual de los desechos eliminándose los que presentaron un color muy oscuro y materiales extraños, como restos de madera, piedras, cartón y otros.

7.3.1.1.3 Escurrimiento y Pesaje

Al transcurrir el tiempo de lavado, se procedió a retirar los desechos colocándolos en canastas plásticas, para realizar el escurrimiento del agua adherida a ellos y evitar un pesaje erróneo por espacio de cinco minutos, luego se determinó el peso en una balanza con escala de 0-10 kg /20 g.

7.3.1.1.4 Cocción

Los céfalo-tórax y demás desechos de crustáceos, se colocaron en un recipiente metálico, con agua en ebullición, durante 15 minutos. La proporción de agua usada fue de 40 l por cada 100 kg de desechos (21).

7.3.1.1.5 Secado

Los desechos cocidos, se depositaron en canastas de anejo con ojo de malla igual a 2 mm. de abertura. Se extendieron sin superposición de uno y otro. Las canastas de anejo fueron recubiertas por otras iguales, tratando de disminuir la contaminación por agentes patógenos (moscas, insectos, hongos, etc.). El secado se efectuó, por exposición directa al sol, durante 48 horas; tiempo en el cual se obtuvo un secado homogéneo y total. Se tuvo la precaución de resguardar por las tardes las canastas del medio ambiente, para continuar al día siguiente la exposición al sol lo cual se efectuó con el fin de evitar el deterioro por lluvia; o la absorción de humedad del medio ambiente por el producto, especialmente en horas de la noche.

7.3.1.1.6 Molienda

Se realizó la molienda en un molino manual "Corona" durante una sola vez, obteniéndose un producto final heterogéneo. La harina resultante presentó un diámetro de partícula promedio igual a 0.015 cm. (21).

7.3.1.1.7 Pesado, Empacado y Almacenamiento

La harina de subproductos de crustáceos obtenida fue pesada para establecer el rendimiento del proceso, el cual fue del 30%, con relación al peso inicial de materia prima húmeda.

La harina se empacó en bolsas plásticas de diferente capacidad y almacenadas a temperatura ambiente predominante en la Planta Piloto Pesquera Taganga (35-37°C), en un sitio libre de humedad, con corriente de aire homogéneo y bien ventilado para evitar la formación de hongos y mohos en el producto pesquero (5).

7.3.1.1.8 Análisis Bromatológico

Se determinaron por duplicado en la harina de desechos de camarón y otros crustáceos los siguientes análisis: Proteína por el método estándar Kjeldahl (3-); grasa por el método de Soxhlet (3); humedad a 105°C en estufa (3); cenizas por calcinación en la mufla a 550-600°C (3); grado de empardeamiento no enzimático, por absorbancia medida a 420 nanómetro/g. de muestra (3).

7.3.1.1.9 Análisis Microbiológico

Se determinó Anaerobios con Agar para Anaerobios (29), Hongos y Levaduras con Agar Sabouraud-Glucosa (15), Termófilos y Mesófilos aerobios con Agar Plate Count, Coliformes Totales y Coliformes Fecales con Caldo Lactosado-Verde Bilis Brillante (C.V.B.B.) (15), Staphylococcus aureus con Agar Baird Parker (15), Salmonella-Shigella con Agar Salmonella-Shigella y E. coli con Agar Eosina Azul de Metileno (E.M.B.) (29).

7.3.1.1.10 Análisis Físico

Se determinó la densidad aparente de la harina depositando 100 g de muestra en un frasco de vidrio, previamente tarado; luego se vació el recipiente y se llenó con agua, registrándose el volumen correspondiente.

La granulometría se estableció pesando 150 g de harina de desechos de crustáceos, pasándolo por un juego de cinco tamices, más la bandeja de la Criba ASTM-100 (21).

7.3.1.2 Procesamiento desarrollado en la Fábrica "Frigopesca S.A. Cartagena.

Se realizó de acuerdo al Diagrama de Flujo (Figura 3).

7.3.1.2.1 Adquisición de la materia prima pesquera.

La materia prima fueron los desechos de las mismas especies, y en igualdad de condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.1; siendo trasladados a la fábrica de "Frigopesca S.A.", localizada a un kilómetro de Océanos, S.A.

7.3.1.2.2 Elaboración de la Harina de Desechos de Crustáceos.

Se realizó por el método de reducción en seco, mediante un cocinador metálico con capacidad mínima de procesamiento de 500 Kg de materia prima pesquera (39).

Durante el proceso de cocción se efectuaron, cada 15 minutos lecturas de los parámetros: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Presión de vapor (PSI) y Presión de caldera (PST) (Tabla 5).

7.3.1.2.3 Características del producto al salir del Cocinador.

El material pesquero desecado en el cocinador presentó una consistencia homogénea, con granulometría de 0.5 mm y de coloración pardo-rojiza.

7.3.1.2.4 Molienda.

Se realizó en el material pesquero una vez enfriado, utilizando un molino eléctrico de martillo Raymond.

FIGURA 3. Diagrama de Flujo para la obtención de Harina a partir de los Desechos de Crustáceos (Procesamiento en la Fábrica Frigopesca S.A. Cartagena)

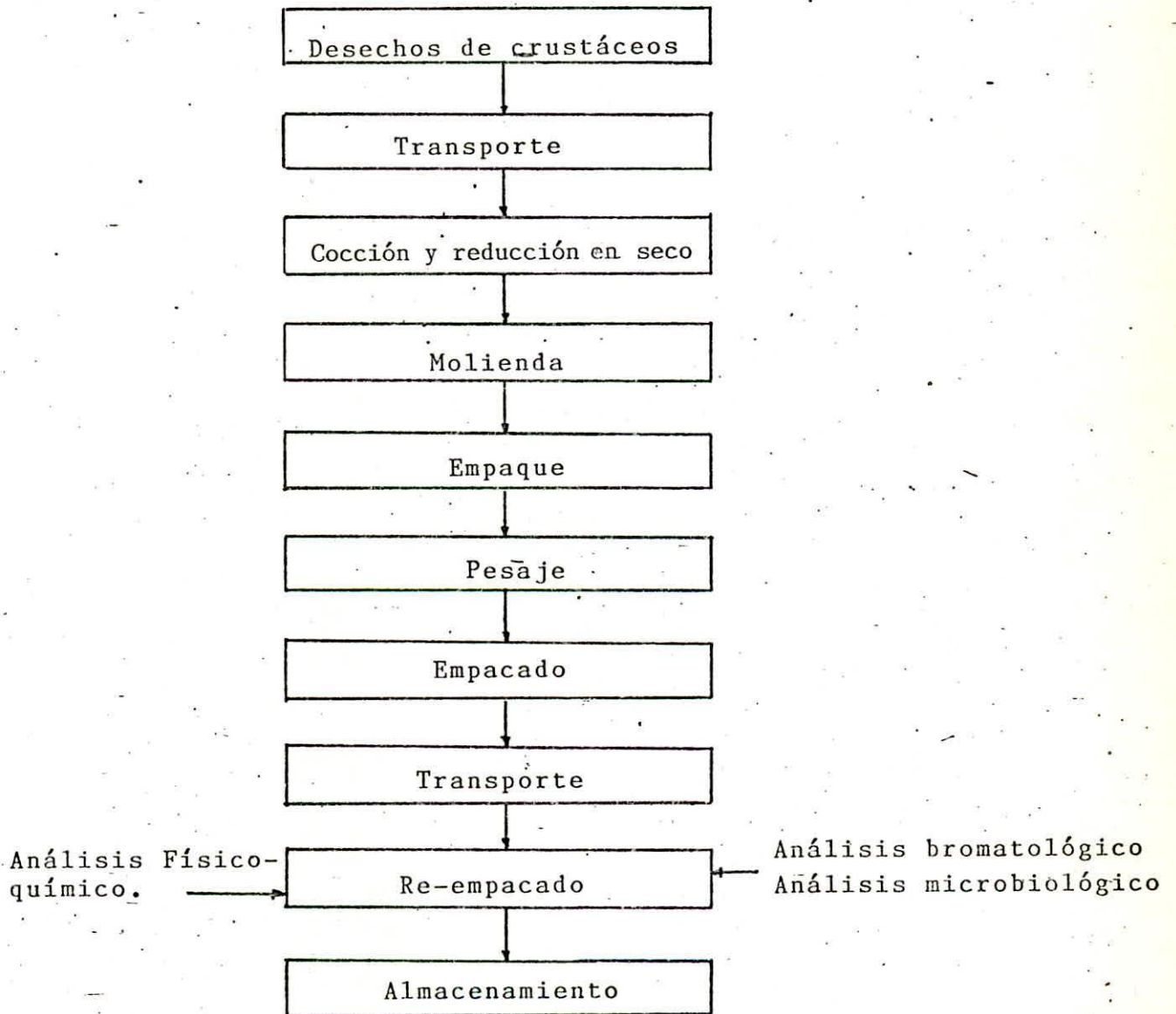


TABLA 5. Lecturas registradas durante el procesamiento de
Harina de Desechos de Crustáceos en Frigopesca, S.
A., Cartagena.

Tiempo de proceso (minutos)	Temperatura °C	Presión vapor (Psi)	Presión Caldera (Psi)
0	45	18	85
15	100	38	90
30	96	24	90
45	94	30	90
60	94	30	90
75	94	30	90
90	94	30	90
100	94	30	90

7.3.1.2.5 Pesaje y Empacado.

La harina resultante de la molienda fue empacada, en primera instancia, en sacos de polietileno con capacidad de 40-60 Kg. efectuándose el respectivo pesaje para determinar el correspondiente rendimiento porcentual de la producción, el cual fue de 50%.

7.3.1.2.6 Transporte y Almacenamiento

La harina de desechos de camarón y otros crustáceos, una vez empacada, fue transportada en carro, desde Cartagena, hacia Santa Marta, para finalmente ser trasladada a la Planta Piloto Pesquera Taganga, donde se reempacó en bolsas de papel, con capacidad de 40 Kg., almacenándose a temperatura ambiente (35-37°C), en el mismo lugar de almacenamiento descrito en el ítem 7.3.1.1.7.

7.3.1.2.7 Análisis Bromatológico y Físico-químico

Se realizaron bajo las mismas condiciones descritas en los ítems 7.3.1.1.8 y 7.3.1.1.10.

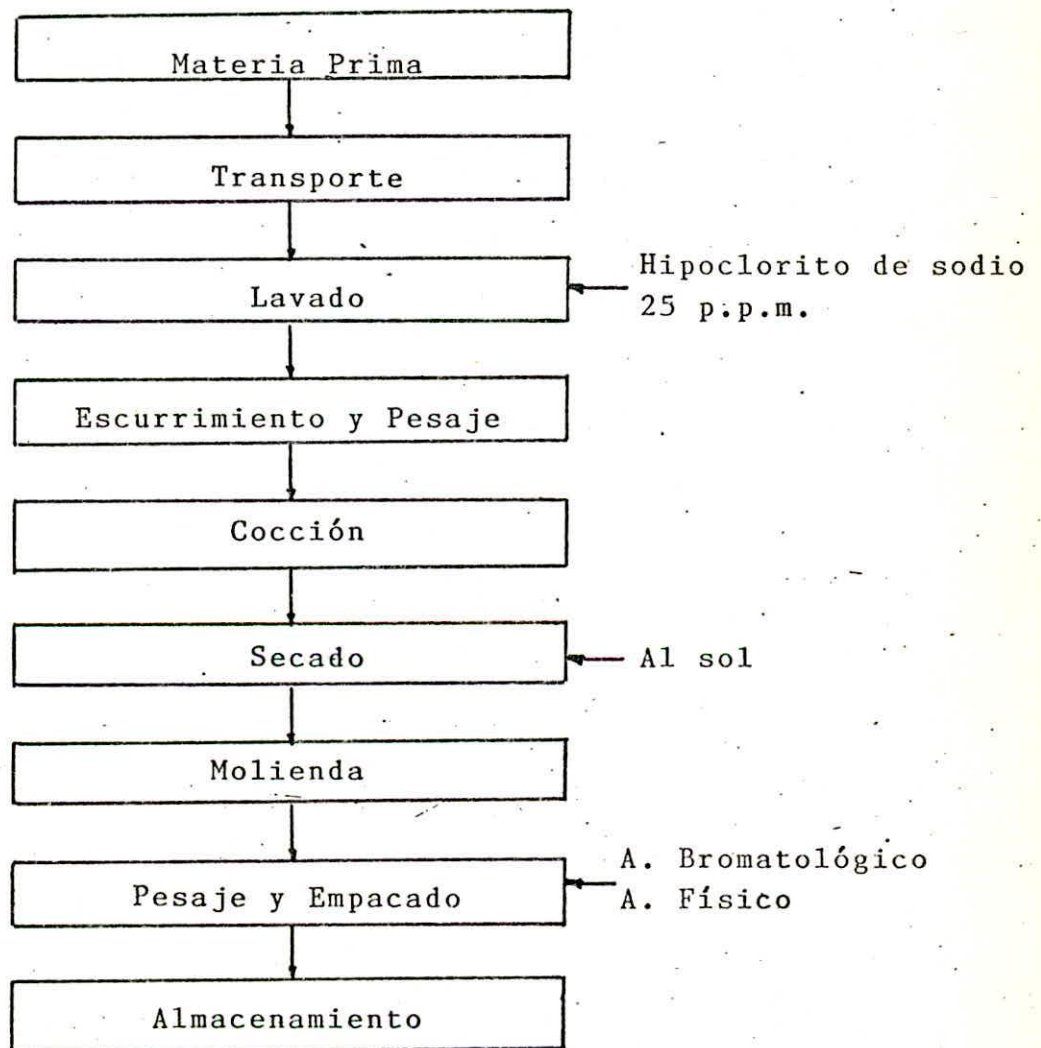
7.3.1.2.8 Análisis Microbiológico

Se efectuaron bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.9.

7.3.2 Elaboración de harina, a partir de Subproductos (Cáscara) de Camarón para el consumo humano y animal.

En el Diagrama de Flujo (Figura 4) se describen las siguientes etapas tecnológicas realizadas:

FIGURA 4. Diagrama de Flujo para la obtención de harina a partir de subproductos (Cáscara) de Camarón



7.3.2.1 Obtención de la materia prima pesquera

La materia prima pesquera, fue adquirida en las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.1.

7.3.2.2 Lavado

Se efectuó en igualdad de condiciones, descritas en el ítem 7.3.1.1.2.

7.3.2.3 Escurrimiento y Pesaje.

Se realizó en las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.3.

7.3.2.4 Cocción

La cocción se efectuó en un recipiente metálico a fuego directo. Con el agua en ebullición, se sumergieron los desechos, permitiéndoles cocer por espacio de cinco minutos. La relación de agua y desechos a cocer fue de 40 l por cada 100 Kg de desechos (24).

7.3.2.5 Secado

Se mantuvieron las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.5.

7.3.2.6 Molienda

Se realizó en iguales condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.6. El producto se molió dos veces consecutivas, obteniéndose un producto homogéneo, con diámetro de partícula igual a 0.012 cm.

7.3.2.7 Pesado y Empacado.

Se pesó la harina obtenida, calculándose así el rendimiento del proceso tecnológico. El empacado se efectuó en bolsas plásticas.

7.3.2.8 Almacenamiento, Análisis Bromatológico y Físico

Se efectuaron bajo las mismas condiciones descritas en los items 7.3.1.1.7, 7.3.1.1.8 y 7.3.1.1.10, respectivamente.

7.3.3 Elaboración de harina integral de Tiburón (Orden Carcharhiniformes), en la Planta Piloto Pesquera Taganga, Santa Marta.

Siguiendo el Diagrama de Flujo (Figura 5), se efectuaron los siguientes procesos:

7.3.3.1 Adquisición de la materia prima pesquera.

En la Planta Piloto Pesquera Taganga, se adquirió un Tiburón entero y congelado con peso inicial de 70 Kg.

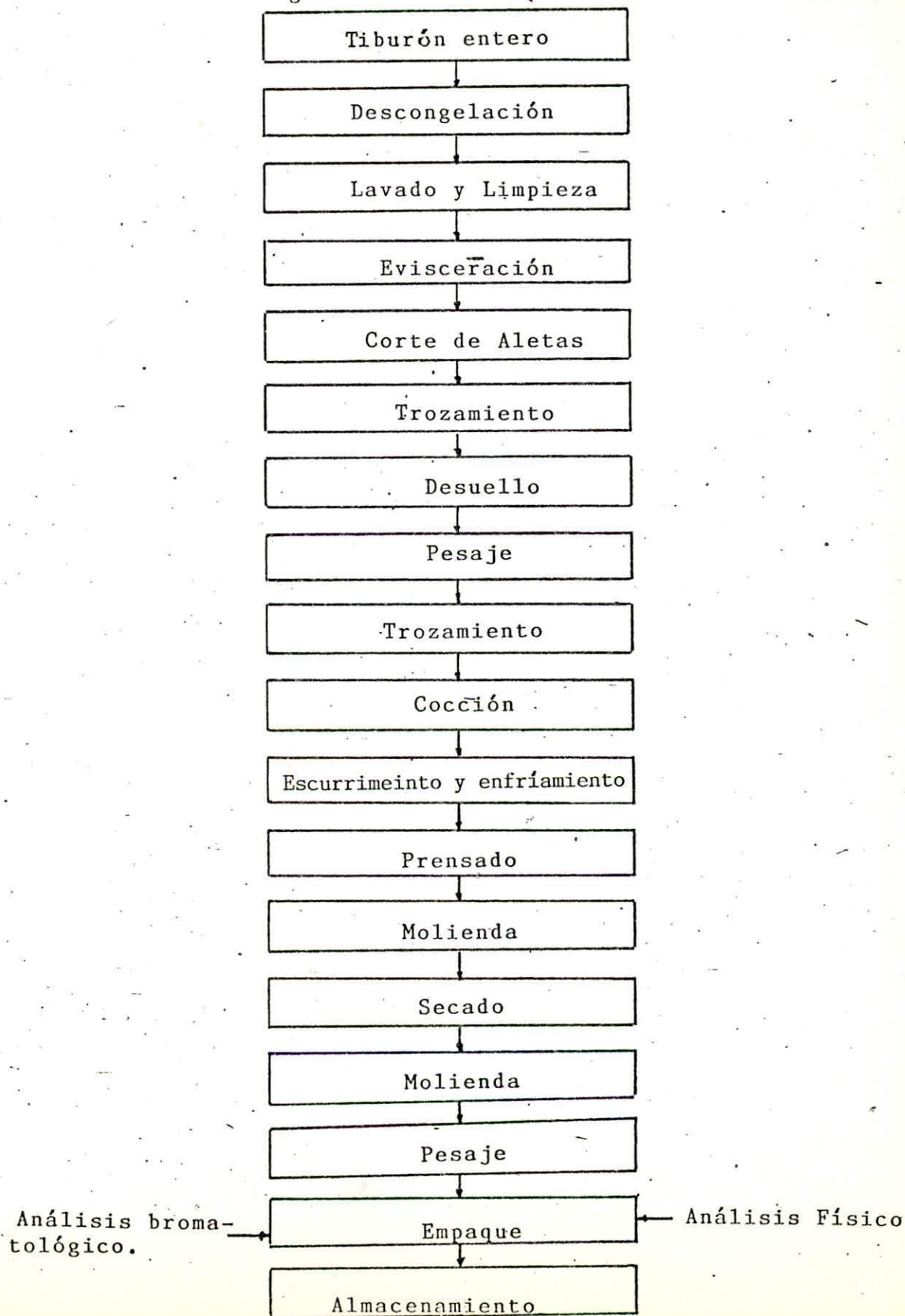
7.3.3.2 Descongelación de la materia prima.

El proceso se efectuó directamente durante una hora, con agua de chorro utilizando para ello una manguera.

7.3.3.3 Lavado y Limpieza

Al momento de la descongelación se realizaron un lavado y una limpieza para eliminar restos de mucus, sangre, algas y otros adheridos en el cuerpo del animal, se utilizó abundante agua

FIGURA 5. Diagrama de Flujo para la obtención de harina integral de Tiburón (Orden Carcharhiniformes)



de chorro, sin ninguna clase de tratamiento adicional.

7.3.3.4 Evisceración y Cortes de Aletas

Después de haber descongelado la materia prima, fueron retiradas las vísceras. Con ayuda de un cuchillo inoxidable se realizó el corte de aletas (pélvicas, caudal, dorsales, anal y clans).

7.3.3.5 Trozamiento

Con la ayuda de hacha y martillo se trocearon la cabeza y tronco del Tiburón, en cortes de 30 cm. de largo, aproximadamente, con el fin de facilitar su posterior manipulación. En total se obtuvieron cuatro cortes, más la sección de la cabeza.

7.3.3.6 Eliminación de piel

Se realizó con cuchillo afilado, tratando de sacar la piel sin dañar el músculo, y evitar así la pérdida por desfibración de la pulpa.

7.3.3.7 Pesaje.

Una vez retirada la piel, la pulpa cárnica fue pesada en canastas plásticas, con capacidad de 20 Kg ; utilizando una balanza con escala de 0-200 Kg /2.5 Kg.

7.3.3.8 Trozamiento

A los trozos se les efectuó un corte transversal a cada lado de la columna vertebral, la cual se dejó completamente libre

de carnes; luego la pulpa obtenida se cortó en pedazos de 5 x 5 x 2 cm., para facilitar su rápida y homogénea cocción tanto en el centro como en la parte externa.

7.3.3.9 Cocción

La cocción se efectuó en recipiente con una proporción de 40 l de agua por cada 100 Kg de pulpa y desechos de tiburón (21). La materia prima escurrida fue introducida por espacio de 20-25 minutos en el recipiente que contenía el agua en ebullición (21).

7.3.3.10 Escurrimiento, Enfriado y Prensado

La materia prima pesquera, fue retirada del agua de cocción, depositándola en canastas plásticas para agilizar el enfriamiento y escurrimiento.

La pulpa y los desechos de tiburón cocidos, escurridos y enfriados, se colocaron en sacos de polipropileno en cantidad de 10-25 Kg, presionándolo fuertemente y con amarre en el extremo abierto del saco se realizó la operación de prensado en una prensa de tornillo, entre 10 y 20 minutos tratando de eliminar la mayor cantidad posible de agua.

7.3.3.11 Molienda.

Esta operación se realizó en un molino Hobbart, mezclando carne blanca, roja y desechos en proporciones equitativas para facilitar la molienda y evitar que al secar el producto final presentara zonas endurecidas y blandas. Como resultado del proceso de molienda se obtuvieron unos fideos de 0.4 cm. de diámetro x 2-6 cm. de largo.

7.3.3.12 Secado

La carne molida de tiburón fue colocada en forma dispersa en bandejas de anejo, recubriéndolas por otra bandeja de anejo, para evitar la contaminación por insectos y otros animales.

El secado se realizó por exposición directa al sol, y en cuatro días consecutivos. Durante los días de secado las bandejas fueron resguardadas del medio ambiente y de las lluvias en las horas de la tarde.

7.3.3.13 Molienda.

Se efectuó el proceso de molienda, en un molino de martillo eléctrico, por tres veces consecutivas, hasta obtener un diámetro de partícula promedio entre 0.06 y 0.09 mm. (21).

7.3.3.14 Pesado y Empacado.

La harina integral de tiburón obtenida fue pesada para establecer los rendimientos del proceso. La harina se empacó en bolsas de papel con capacidad de 5 y 10 Kg., respectivamente.

7.3.3.15 Almacenamiento

Se realizó bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.7.

7.3.3.16 Análisis Bromatológico y Físico.

Cada uno de estos análisis se realizaron en igualdad de condiciones descritas en los ítems 7.3.1.1.8 y 7.3.1.1.10.

7.3.4 Obtención de Pastas Alimenticias, a partir de harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos, destinadas al consumo humano.

La elaboración de las pastas alimenticias se realizó, de acuerdo al Diagrama de Flujo (Figura 6), en la fábrica de Pastas Alimenticias al huevo "PILI", Barranquilla y comprendió los siguientes procesos tecnológicos.

7.3.4.1 Molienda.

La harina obtenida según la técnica descrita en el ítem 7.3.1.1.6, se sometió a una segunda molienda, en un molino manual marca Corona donde se obtuvo un producto con granulometría aproximada de 0.0040 cm. (32).

7.3.4.2 Tamizado

La harina se tamizó por los tres últimos tamices de la Criba Astme-100, más la bandeja. El material retenido presentó un tamaño promedio de partícula entre 0.0036 y 0.0040 cm , similar al presentado por la harina de trigo utilizada en este trabajo, para la elaboración de las pastas.

7.3.4.3 Formulación y Adición de Ingredientes.

Se elaboraron cinco formulaciones, usando harina de desechos de crustáceos en proporciones de 10,15, 20,30 y 45 g /100 g , combinándolas con diferentes ingredientes alimenticios. Se prepararon 5 Kg por cada formulación. De las cinco formulaciones ensayadas las que mejores resultados presentaron, en lo relacionado a coloración, homogenización y moldeado fueron las formulaciones con 10,15 y 20 g /100 g , respectivamente. Tablas 6, 7 y 8.

FIGURA 6. Diagrama de flujo para la obtención de Pastas Alimenticias a partir de Harina de desechos de Crustáceos.

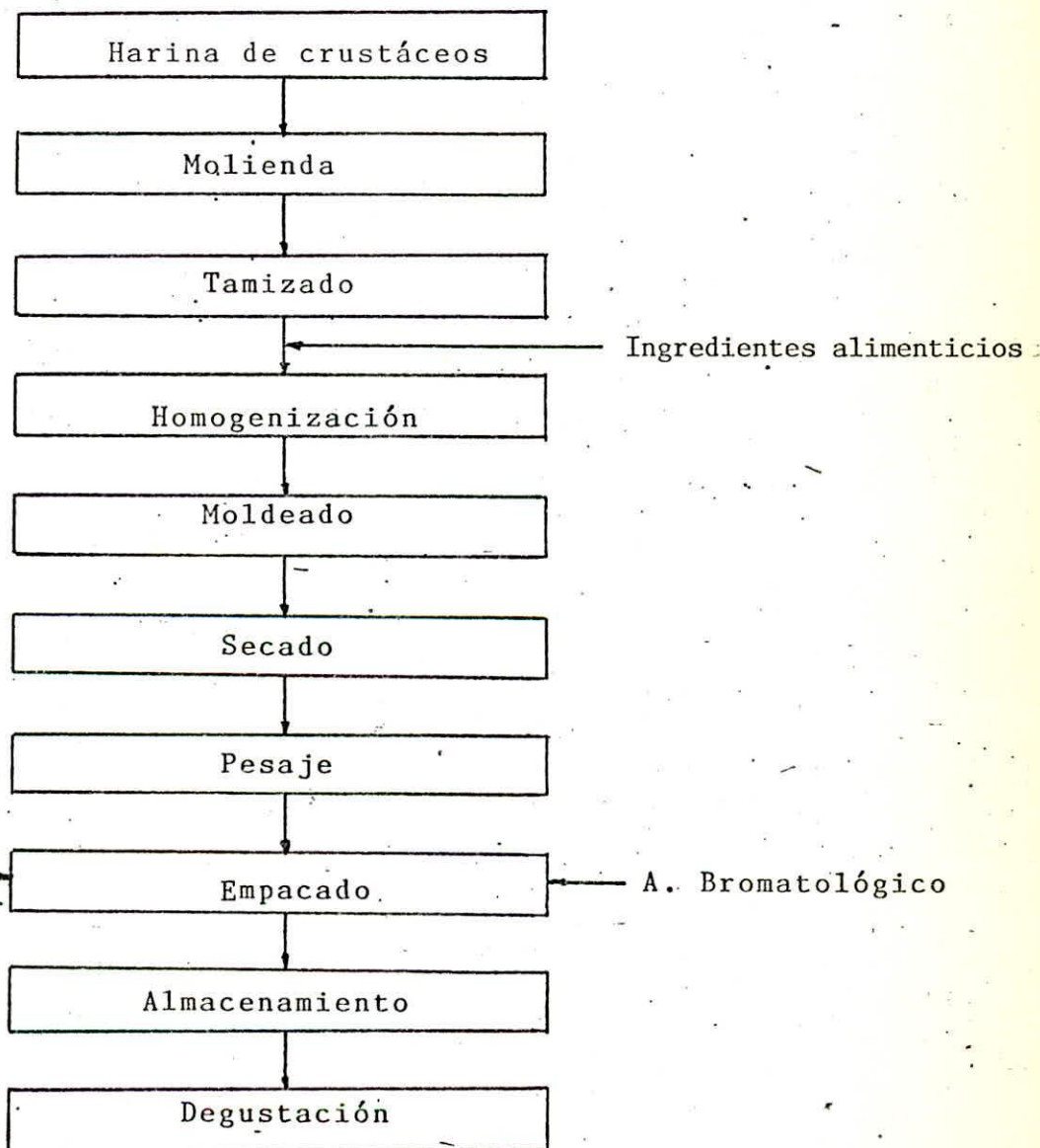


TABLA 6. Formulación uno para la elaboración de Pastas Alimenticias, a partir de harina de subproductos de Crustáceos.

Ingredientes	g./100 g.
Harina de Crustáceos	10.00
Harina de trigo	89.14
Colorante	0.02
B.H.T.	0.01
Polifosfato de sodio	0.50
Glutamato monosódico	0.20
Acido Ascórbico	0.08
Nitrito de sodio	0.02
Nuez moscada	0.03

TABLA 7. Formulación dos para la elaboración de Pasta Alimenticias, a partir de Harina de subproductos de Crustáceos.

Ingredientes	g./100 g.
Harina de crustáceos	20.00
Harina de trigo	79.17
Colorante	0.02
Polifosfato de sodio	0.50
Glutamato monosódico	0.20
Acido Ascórbico	0.08
Nitrito de sodio	0.02
B.H.T.	0.01

TABLA 8., Formulación tres para la elaboración de Pasta Alimenticias, a partir de Harina de subproductos de Crustáceos.

Ingredientes	g./100 g.
Harina de crustáceos	15.00
Harina de trigo	83.67
B.H.T.	0.01
Polifosfato de sodio	0.50
Glutamato monosódico	0.20
Acido Ascórbico	0.08
Nitrito de sodio	0.02
Colorante	0.02
Hidrolizado de pescado	0.50

La harina de desechos de crustáceos y demás ingredientes alimenticios, de la respectiva formulación, se homogenizaron durante 10 minutos en un mezclador de paletas eléctrico, con capacidad de 16 Kg. El mezclado se realizó con adición de agua a 40°C. Se ensayaron varias proporciones de agua, estableciéndose que 37 ml /100 g. era la cantidad necesaria para obtener una masa con buena humedad.

7.3.4.4 Moldeado.

Cada una de las formulaciones, ya mezclada, se moldeó en un moldeador eléctrico de rodillo, operando con pequeñas cantidades la mezcla previamente homogenizada. Este paso se repitió varias veces hasta obtener una masa uniforme sin orificios ni rupturas en sus bordes. La operación del moldeado concluía cuando la torta o masa presentaba un espesor aproximado de un cm y longitud de 40 cm.

Luego se hizo pasar la masa elástica por otra máquina moldeadora de rodillo para proporcionar un moldeado final, obteniéndose tiras fuertes y delgadas, con espesor igual a 1,5 mm. Una vez terminada la operación se hizo el corte longitudinal, mediante el paso de la materia prima por los rodillos de la máquina moldeadora. Se elaboraron tres tipos de pastas alimenticias: espaguetis, lasagna y tallarines.

7.3.4.5 Secado

Las pastas moldeadas y cortadas fueron recogidas sobre bolillos de madera, para pasarla a la sección de secado, el cual se efectuó durante 24 horas dejando colgar las pastas, sin superposición entre ellas. Al final se obtuvo un producto seco, homogéneo, compacto y sin resquebrajamiento.

7.3.4.6 Pesado, Empacado y Almacenado.

Se llevó a cabo en las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.7.

7.3.4.7 Análisis Bromatológico.

Se realizaron bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.8.

7.3.4.8 Análisis Microbiológico.

Se realizaron bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.9.

7.3.4.9 Balance de Materiales.

Se calcularon teniendo en cuenta los pesos iniciales de cada uno de los ingredientes alimenticios y los rendimientos en pesos, obtenidos en cada proceso tecnológico para la fabricación del producto final.

7.3.4.10 Estimación de costos de producción.

Se realizó una estimación de los costos de producción de las diferentes pastas alimenticias, con base en los precios a nivel de minorista, incluyendo, además, los costos estimados de mano de obra, energía eléctrica, agua y transporte, efectuando al final una comparación con los precios de venta en los supermercados de Santa Marta (Magdalena-Colombia).

7.3.5 Elaboración de Caldo de Camarón, a partir de Harina de Desechos de Crustáceos.

La elaboración de los caldos de camarón se realizaron siguiendo las etapas descritas en el Diagrama de Flujo (Figura 7).

7.3.5.1 Formulación y agregado de ingredientes.

Se realizaron seis formulaciones, usando harina de desechos de crustáceos en proporciones de 20, 25, 30, 40, 60 y 70 g / 100 g , obteniéndose buenos resultados en cuanto a la coloración, con las mezclas de 20, 25 y 30 g /100 g respectivamente. Tablas 9, 10 y 11. Se adicionaron diferentes ingredientes alimenticios y en diversas proporciones, con el fin de obtener un producto de buena apariencia y apetecible al gusto humano.

7.3.5.2 Homogenización.

Los ingredientes de cada una de las tres formulaciones, fueron mezclados en un cutter, durante 5 minutos. Para el mezclado se ensayaron varias proporciones de agua, encontrándose que con el agregado de 30 ml. de agua/100 g. de ingredientes secos, fue el ideal.

7.3.5.3 Moldeado.

Finalizado el proceso de mezclado, se realizó un moldeado, en forma manual. Se elaboraron cubos de 3.5 x 2.0 x1.0 cm, los cuales fueron colocados en bandejas metálica para su posterior secado.

FIGURA 7. Diagrama de Flujo para la obtención de Caldo de Camarón, a partir de Harina de Desechos de Crustáceos.

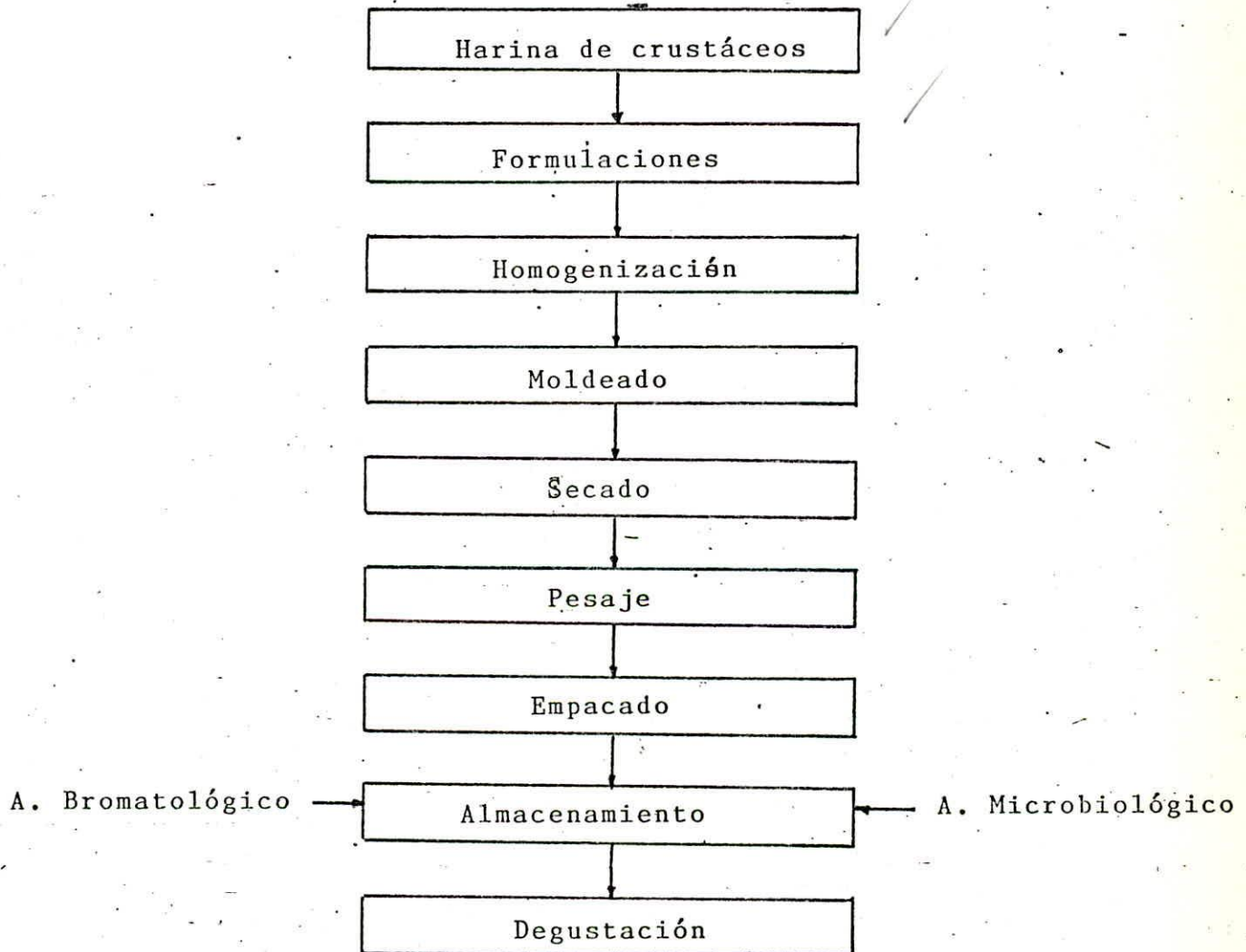


TABLA 9. Formulación uno, para la elaboración de Caldos de Camarón, a partir de Harina de subproductos de Crustáceos.

Ingredientes alimenticios	g /100 g
Harina de crustáceos	20.00
Harina de trigo	17.00
Harina de maíz	5.00
Apio	2.50
Cilantro	2.00
Pimentón	5.00
Ajo	10.00
Adobo	2.00
Sal	19.67
Azafrán	1.00
Orégano	0.50
Aceite	15.00
Acido ascórbico	0.05
Glutamato monosódico	0.10
Polifosfato de sodio	0.15
B.H.T.	0.01
Nitrito de sodio	0.02

TABLA 10. Formulación dos, para la elaboración de Caldos de Camarón, a partir de Harina de subproductos de Crustáceos.

Ingredientes alimenticios	g./100 g.
Harina de crustáceos	25.00
Harina de trigo	17.00
Harina de maíz	5.00
Apio	5.00
Cilantro	2.00
Pimentón	3.00
Ajo	6.00
Sal	18.17
Azafrán	1.00
Orégano	0.50
Cebolla	2.00
Aceite	15.00
Acido ascórbico	0.05
Glutamato monosódico	0.10
Polifosfato de sodio	0.15
B.H.T.	0.01
Nitrito de sodio	0.02

TABLA 11. Formulación tres, para la elaboración de Caldos de Camarón, a partir de Harina de subproductos de Crustáceos.

Ingredientes alimenticios	g./100 g.
Harina de crustáceos	30.00
Harina de trigo	17.00
Harina de maíz	5.00
Apio	3.00
Cilantro	1.00
Pimentón	2.00
Ajo	5.00
Adobo	1.00
Sal	17.17
Azafrán	1.00
Orégano	0.50
Cebolla	2.00
Aceite	15.00
Acido ascórbico	0.05
Glutamato monosódico	0.10
Polifosfato de sodio	0.15
B.H.T.	0.01
Nitrito de sodio	0.02

7.3.5.4 Secado

Los cubos, moldeados y cortados fueron secados en estufa 60°C, entre dos y cuatro horas, obteniéndose al final un producto de buena consistencia. Con peso promedio de 12 g.

7.3.5.5. Pesado, Empacado y Almacenado.

Se llevó a cabo en las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.7.

7.3.5.6 Análisis Bromatológico y Microbiológico.

Los cubos de caldo de camarón fueron sometidos a los mismos análisis descritos en los ítems 7.3.1.1.8 y 7.3.1.1.9.

7.3.5.7 Balance de Materiales.

Se efectuó teniendo en cuenta los pesos iniciales de cada uno de los ingredientes alimenticios y los rendimientos en pesos, obtenidos en cada proceso tecnológico para la fabricación del producto final.

7.3.5.8 Estimación de Costos de Producción.

Se calcularon teniendo en cuenta los mismos aspectos descritos en el ítem 7.3.4.11.

7.3.6 Ensayos Alimenticios en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), con concentrado elaborado a partir de Harina de subproductos de Crustáceos.

7.3.6.1 Localización Geográfica del Estudio.

La investigación, en la etapa de evaluación de la harina de desechos de camarón y otros crustáceos, se desarrolló en la Planta Piloto Pesquera Taganga, localizada en la población de Taganga a ocho Km. de la ciudad de Santa Marta; en el Departamento del Magdalena. Taganga está ubicada entre las puntas Ancón al Norte y Colorado al Sur, a los 11° de latitud norte y a los $74^{\circ}12'$ de longitud oeste (Figura 8).

7.3.6.2 Descripción del estudio.

Este estudio se efectuó con el fin de evaluar la calidad alimenticia y nutricional de la harina de desechos de crustáceos, elaborada en el presente trabajo de investigación.

7.3.6.3 Construcción de los Estanques.

La experiencia de engorde de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), se realizó en dos estanques rectangulares de cemento y ladrillo de 3.60 x 2.95 x 0.7 m. (Figura 9).

7.3.6.4 División de los Estanques

Cada uno de los estanques se dividió en dos secciones iguales de 2.66 m^2 por medio de un marco de madera recubierto por malla de anejo plástico, con abertura de malla igual a 2 mm. Los marcos de madera y anejo, se ajustaron al piso y paredes de los estanques por medio de una lámina de espuma de 3 cm de espesor dividida en pedazos de 10 cm de ancho x 1.0 m de largo, para luego sujetarla con pegante. Esto se efectuó con la finalidad de poder ensayar las cuatro dietas y poder controlar el número de postlarvas a sembrar en cada división obtenida. (Figura 10).

FIGURA 8. Localización Geográfica del sitio de trabajo.

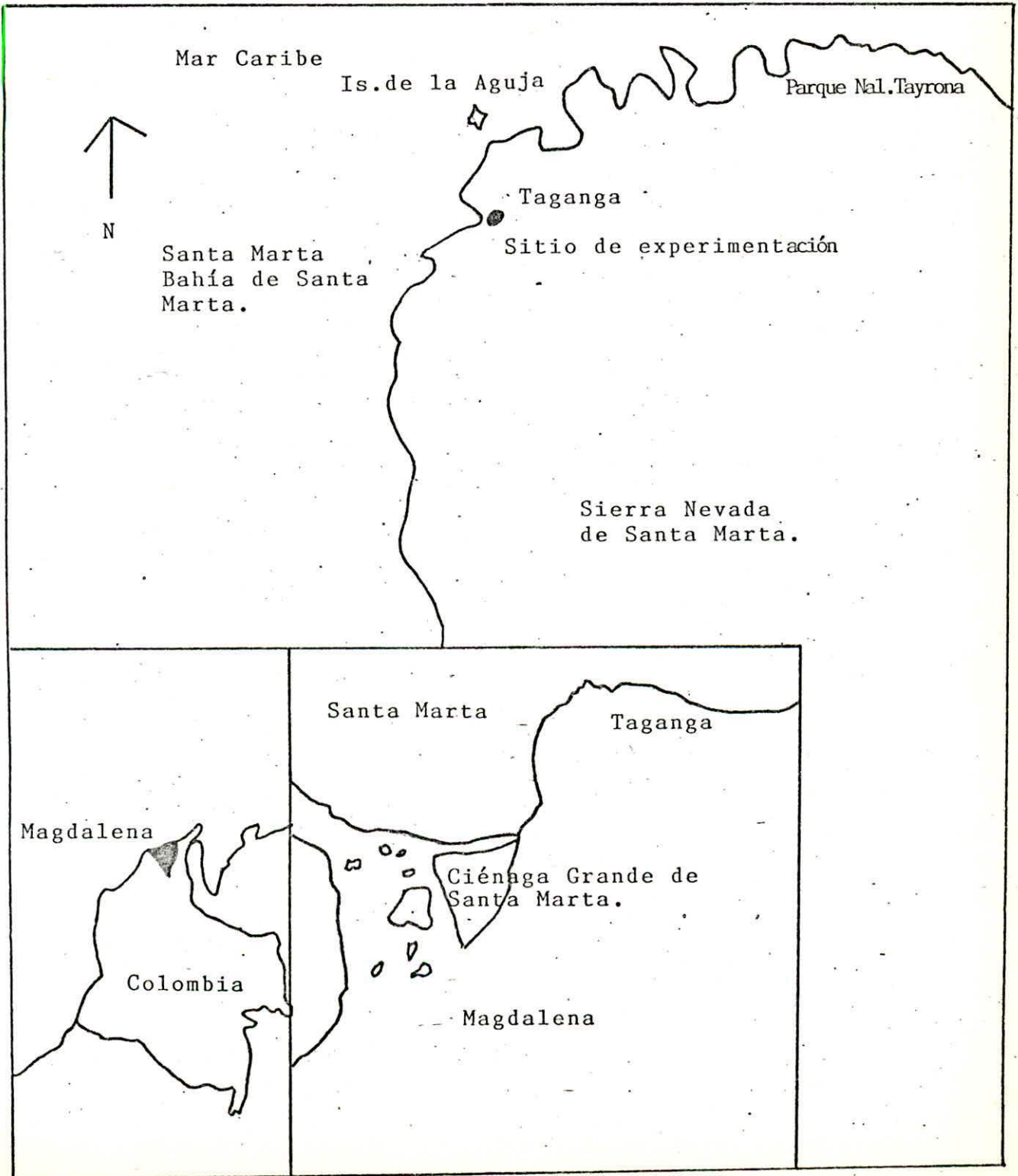
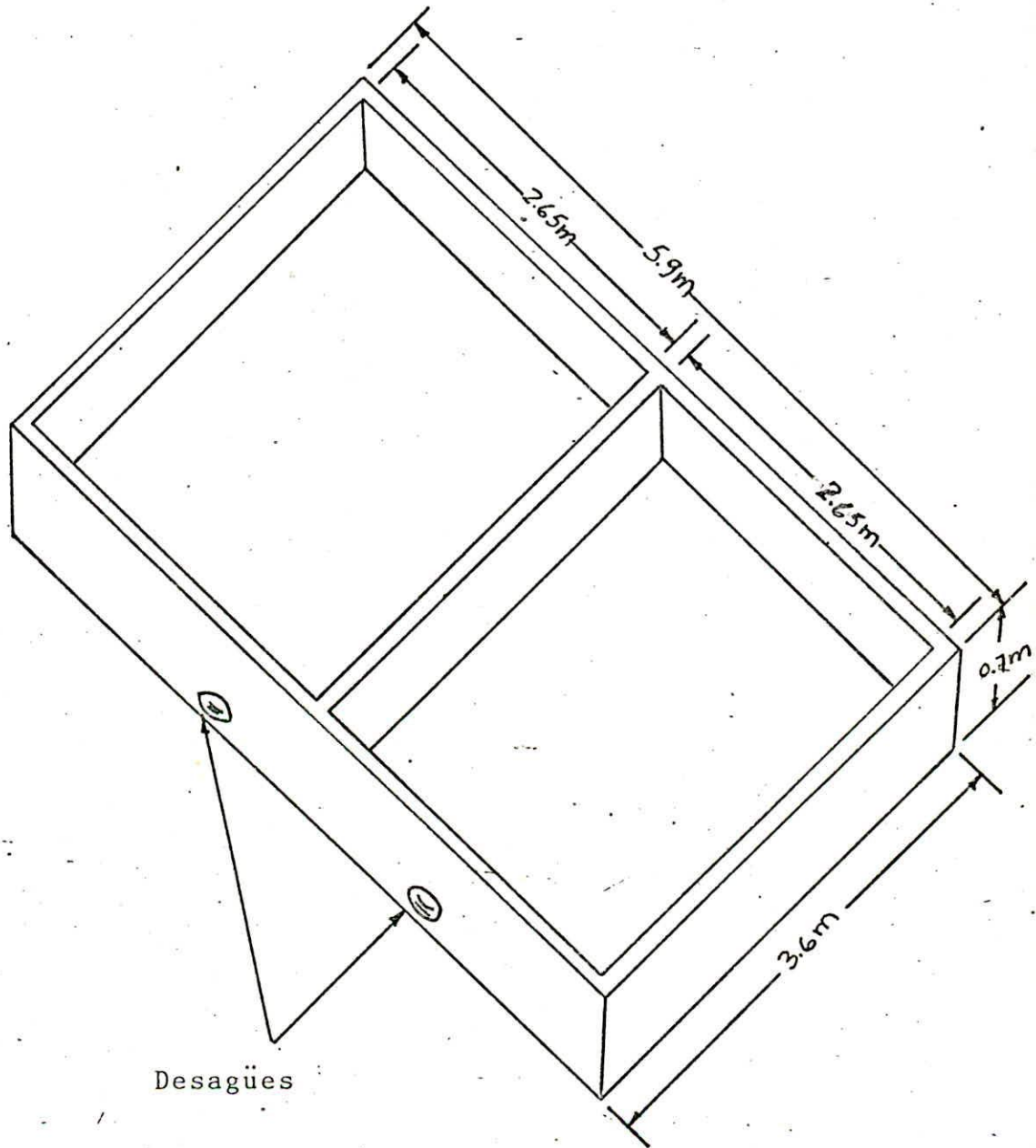


FIGURA 9. Plano de los Estanques utilizados en el engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

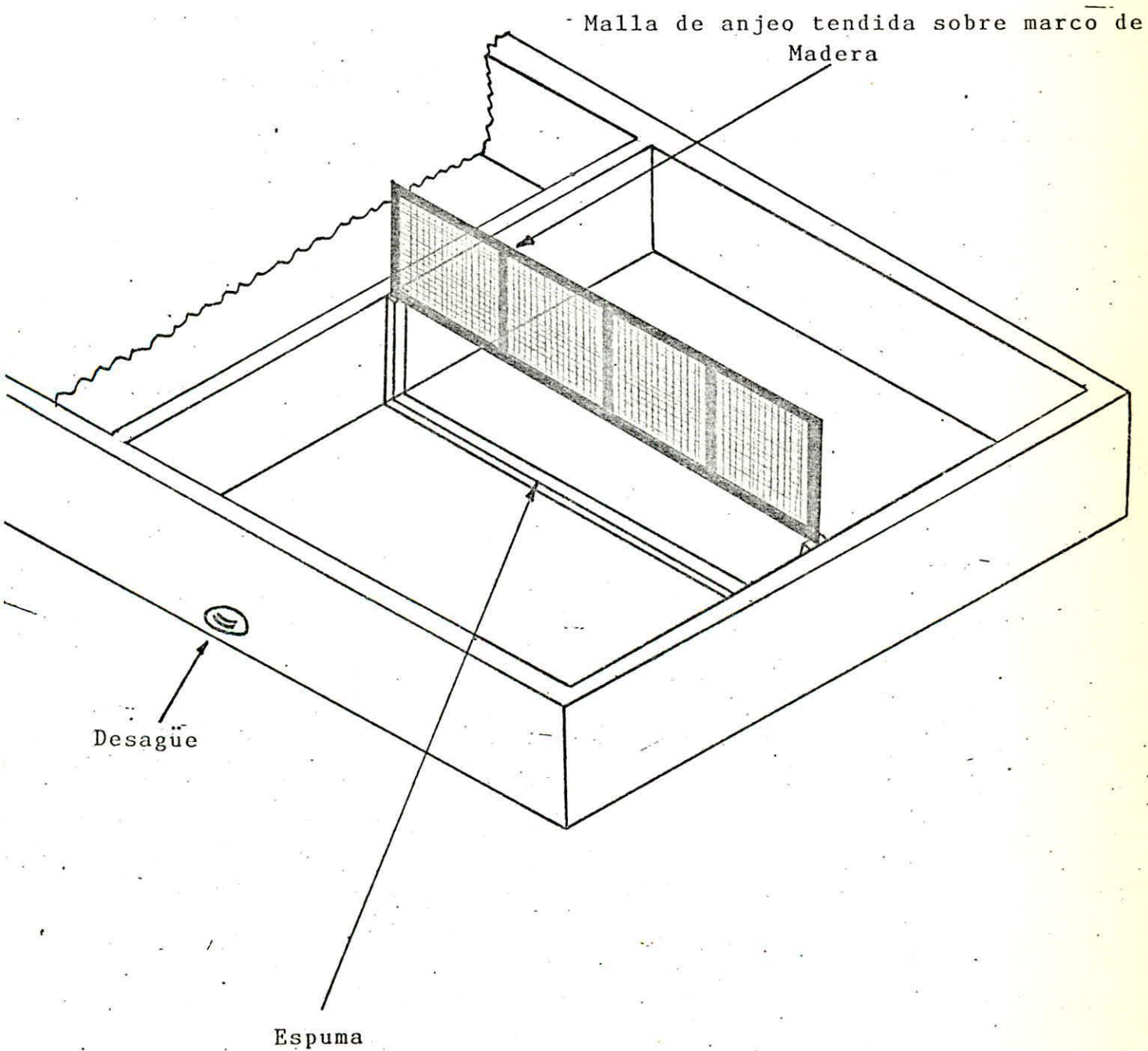


1: Estanque número 1

Escala: 1: 2

2: Estanque número 2

FIGURA 10. División de los Estanques por medio de malla de anjeo recubierta en marco de madera.



Escala: 1 : 3

7.3.6.5 Suministro de agua.

Los estanques se llenaron hasta una altura promedio de 0.5 m. Se realizó el llenado con agua del suministro de la población de Taganga, filtrándola previamente con malla de anejo y saco de polipropileno, para evitar el paso de organismos y materiales extraños. El agua se dejó madurar por un período de siete días antes de efectuar la siembra, con el fin de acondicionar el medio.

7.3.6.6 Factores Físico-químico

Los parámetros Físico-químico determinados durante 24 horas; utilizando un equipo de análisis de agua Merck fueron: Temperatura, Oxígeno disuelto, pH, NH_4^+ y NO_2^- .

Estos parámetros se midieron con el fin de establecer las características y condiciones del medio ambiente a utilizar en la fase de engorde de los camarones, los cuales se siguieron registrando después de sembrar los especímenes dos veces por mes, tratando de mantenerlos en equilibrio.

7.3.6.7 Obtención de las Post-larvas

Las post-larvas de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), fueron suministradas por el laboratorio de Acuacultura de la Planta Piloto Pesquera Taganga.

7.3.6.8 Densidad de siembra.

Este ensayo tuvo una duración de 120 días. Se sembraron catorce post-larvas por cada metro cuadrado, con peso y talla promedio de 0.05 g y 1.25 cm, respectivamente. Se sembraron un total de 300 post-larvas. (11).

7.3.6.9. Tasa de suministro de alimento.

Se calculó con base en la biomasa de cada estanque, obtenida multiplicando el peso promedio de 12 postlarvas por el número total de ellas.

La cantidad de alimento se suministró en dos raciones diarias; el 30% en las horas de la mañana y el 70% por las tardes, tratando de distribuirlo uniformemente por todo el estanque.

7.3.6.10 Refugios artificiales.

En el fondo de los estanques, y en forma de red colgante, se depositaron mechas de polipropileno, restos de cabo de nylon y pedazos de tubos de PVC, con el fin de proporcionar refugios y aumentar el área de los estanques.

Además, toda el área superior de los estanques se recubrió con un techo elaborado con sacos de polipropileno, sujetado con madera y asegurado con piedra por los extremos, con el fin de evitar la depredación por insectos u otros animales, como libélulas, arañas y diversos predadores.

7.3.6.11 Recambio de agua.

El recambio de agua se efectuó con intervalo de 7 a 15 días, llevándose a cabo una limpieza por medio de sifón y desalojo de un 30% del volumen del agua.

7.3.6.12 Análisis de agua.

Mensualmente se tomaron muestras de agua en los estanques, para analizarla en el microscopio eléctrico, tratando de identificar la fauna y flora producida por el alimento. Esto per -

mitió observar el aprovechamiento del alimento suministrado. Además, con la ayuda de un disco Secchi se determinó la turbidez del agua, con el fin de observar su calidad en lo que respecta a materiales en suspensión.

7.3.6.13 Diseño Experimental.

Se ensayaron tres dietas isoproteicas, elaboradas con harina de desechos de crustáceos en proporciones de: 62.50, 100 y 50 g/100 g, respectivamente. El área total del estanque fue de 2.66 m², donde se sembró a una densidad de 14 ejemplares/m². La densidad se mantuvo constante en cada una de las divisiones del estanque. El ensayo tuvo una duración de 120 días.

D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
θ ₁	θ ₂	θ ₃	θ ₄

$$D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = 14 \text{ postlarvas/m}^2$$

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = 2.66 \text{ m}^2$$

T₁ = Tratamiento 1

T₂ = Tratamiento 2

T₃ = Tratamiento 3

T₄ = Tratamiento 4

$$\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 120 \text{ días}$$

7.3.6.14 Biometría.

Mensualmente se pesaron y midieron, con la ayuda de una balanza eléctrica y de un íctiometro, respectivamente, cinco ejemplares de cada estanque. Así se obtuvo el incremento promedio de peso y talla de los camarones; con relación al tiempo transcurrido en el ensayo. Con base en el incremento porcentual mensual en peso se reajustó la ración alimenticia suministrada a los camarones.

7.3.7 Elaboración de las dietas peletizadas.

Todos los procesos seguidos para la elaboración de las tres dietas alimenticias fueron realizados en la sala de proceso tecnológico de la Planta Piloto Pesquera Taganga.

7.3.7.1 Composición de las dietas.

Se formularon de acuerdo a la distribución mostrada en la Tabla 12.

7.3.7.1.1 Proteína.

Se elaboraron tres dietas isoproteicas, con un contenido de proteína equivalente al 40%, aportado en diferentes proporciones por la harina de desechos de crustáceos y la harina integral de tiburón.

Como dieta control se utilizó un concentrado de Purina, al cual también se le realizaron los análisis bromatológicos.

7.3.7.1.2 Grasa.

La grasa fue proporcionada en forma de cebo de res fundido, en cantidades variables dependiendo del aporte de grasa de la

TABLA 12. Formulación de dietas para la alimentación de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), a partir de diversos materiales alimenticios.

Material alimenticio	Proteína (g./100g)	D i e t a s (g./100)			
		D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
Harina de crustáceos	52.4	62.50	100.00	50.0	---
Harina integral de tiburón	95.3	10.50	---	15.73	---
Grasa	---	1.00	---	2.00	---
Mezcla de vitaminas y minerales	---	2.00	---	2.00	---
Salvado de trigo	---	5.00	---	5.00	---
Harina de trigo y soya	---	19.00	---	25.27	---
Concentrado Purina	20.0	---	---	---	---
Proteína en la dieta	---	40.00	40.00	40.00	20.00

harina de desechos de crustáceos.

7.3.7.1.3 Vitaminas y Minerales,

Se utilizó una mezcla de vitaminas y minerales de distribución comercial (Merck, Laboratorios Erma y Roche), para lo cual se tuvieron en cuenta los requerimientos de la especie a sembrar y del aporte ofrecido en cada dieta por el contenido de minerales de cada una de las harinas (integral de Tiburón y desechos de crustáceos, respectivamente). Tabla 13(43).

7.3.7.1.4 Fibra.

La incorporación de fibra en las dietas se efectuó a partir de salvado de trigo, manteniéndose constante la cantidad utilizada en cada una de ella (5 g /100 g).

7.3.7.1.5 Carbohidratos.

Como fuente de carbohidratos se utilizó harina de trigo, cuyo almidón sirvió también como aglutinante. La cantidad fue variada en cada una de las dietas, dependiendo de las cantidades de los ingredientes alimenticios utilizados.

7.3.7.2 Proceso de elaboración.

El Diagrama de flujo de la (Figura 11), describe el proceso seguido para la elaboración de las tres dietas. Inicialmente se prepararon 5 Kg. de alimento por cada dieta alimenticia.

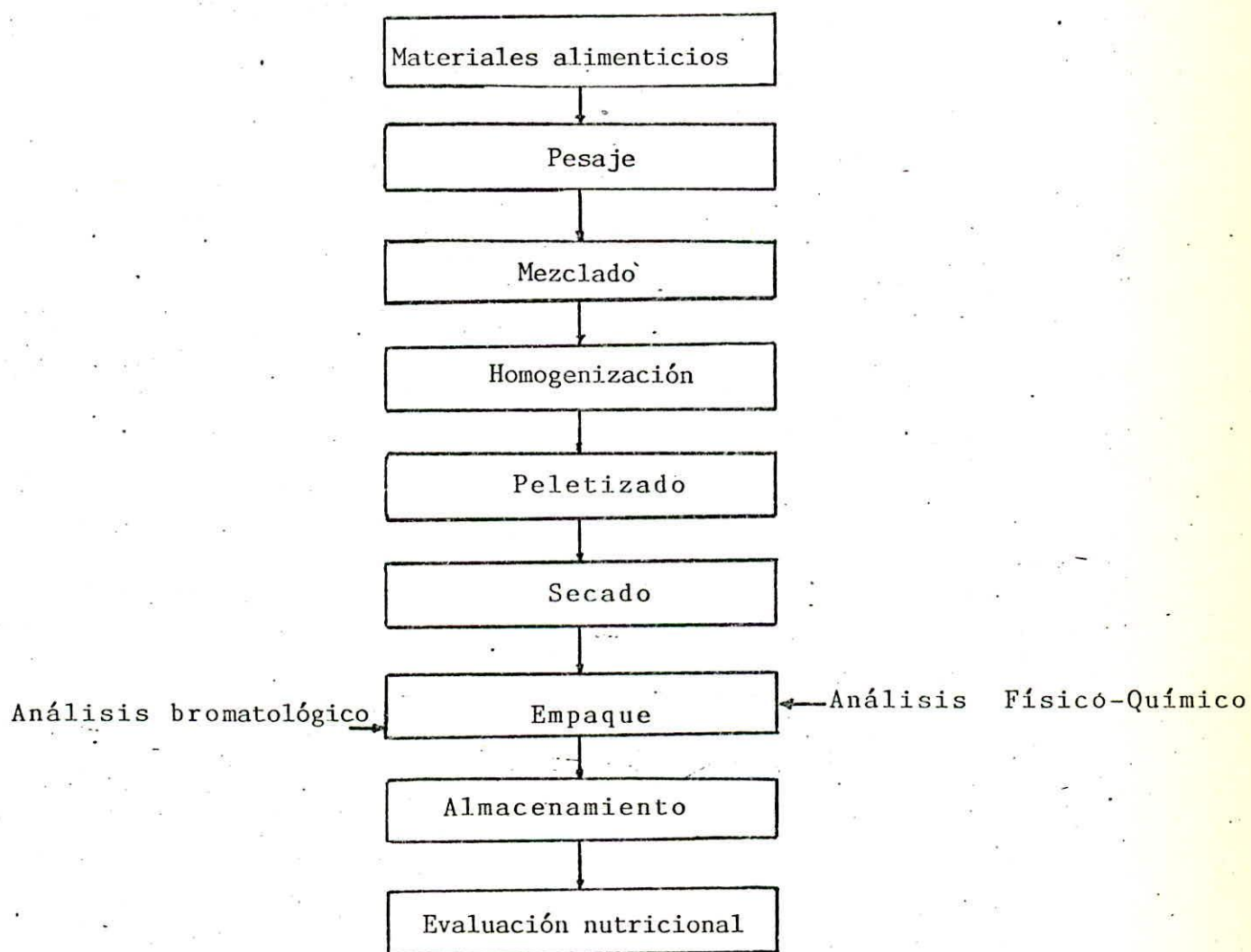
7.3.7.2.1 Pesaje.

Los materiales alimenticios se pesaron de acuerdo a la distribución de la Tabla 12, y en cantidad tal para obtener 5 Kg

TABLA 13. Distribución de Vitaminas y Minerales en las dietas elaboradas para engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

Vitaminas	Cantidad/Kg de alimento
Vitamina A	8.818 U.I.
Vitamina D ₃	500 U.I.
Vitamina E	50 mg
Riboflavina	10 mg
Pantótenato de calcio	50 mg
Niacina	100 mg
Cloruro de colina	200 mg
Tiamina	25 mg
Acido Fólico	20 mg
Vitamina B ₁₂	15 mg
Vitamina C	50 mg
Menadiona	70 mg
B.H.T. (antioxidante)	0.1 g
<u>Minerales</u>	<u>mg/Kg de alimento</u>
Manganeso	86.00
Yodo	1.20
Hierro	19.80
Cobre	2.00
Cobalto	0.20
Zinc	44.10
Fósforo	1220.00
Magnesio	82.40
Calcio	2580.00

FIGURA II. Diagrama de flujo para la elaboración de Alimentos Peletizados, destinados al engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).



de cada dieta.

7.3.7.2.2 Mezclado.

En una bandeja plástica con capacidad de 20 Kg , se realizó en forma manual el mezclado de los ingredientes secos, descritos en la Tabla 14..

7.3.7.2.3 Homogenización.

La mezcla anterior se pasó por un Cútter eléctrico, agregándosele con agitación, la grasa de res fundida. Posteriormente se adicionó con lentitud, el agua en proporción entre 30 y 40%, con base en los materiales alimenticios, hasta formar una pasta homogénea que permitiera mayor facilidad de manipulación y elaboración del peletizado.

7.3.7.2.4 Peletizado

La pasta homogénea se colocó en un molino extrusor Hobbart, previsto de un disco con orificio de salida de 3 mm de diámetro, con el fin de obtener fideos largos de 40 y 100 mm de longitud. Los fideos producidos se distribuyeron uniformemente en bandejas de anjeo plástica de 2 mm de ojo de malla.

7.3.7.2.5 Secado.

Los fideos colocados en las bandejas de anjeo, se sometieron a la acción de los rayos del sol, durante seis horas, tiempo en que se obtuvo un producto de fuerte consistencia y poca humedad.

TABLA 14. Orden de entrada durante el mezclado de los materiales alimenticios, utilizados en la elaboración de dietas peletizadas para alimentar Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii)

Orden .	Ingredientes.
1	Harina de desechos de crustáceos.
2	Harina integral de tiburón
3	Salvado de trigo
4	Harina de trigo
5	Mezcla de vitaminas y minerales.
6	Grasa de res fundida
7	Agua destilada.

7.3.7.2.6 Empacado y Almacenamiento.

El producto peletizado fue quebrantado en secciones de 8 y 30 mm de longitud, para luego ser empacado en bolsas de papel con capacidad de 20 Kg. Se almacenó bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.7.

7.3.7.2.7 Análisis bromatológico y físico.

Se efectuaron bajo las mismas condiciones descritas en los ítems 7.3.1.1.8 y 7.3.1.1.10.

7.3.7.2.8 Balance de Materiales.

Se realizó bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.5.8.

7.3.7.2.9. Estimación de costos de producción.

Se calculó bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.4.11.

7.3.7.2.10 Análisis Estadístico y Medidas del crecimiento.

De acuerdo al número de ejemplares de cada sección del estanque, y con base al 6.8% de la población, se escogieron al azar cinco ejemplares de cada dieta, para realizar los análisis estadísticos.

Los resultados mensuales de peso y longitud total fueron estudiados por medio del análisis de varianza. El incremento de las medidas mensuales de peso y longitud total de cada dieta se determinaron por el método tradicional de Duncan, escogiéndose grupos sorteados al azar (Reyes, 1981) (36).

La ganancia de peso promedio por día (g/día) fue calculado mediante la expresión (New, 1976) :

$$W = \frac{P_f - P_i}{X}$$

Pf = Peso final promedio en g

Pi = Peso inicial promedio en g

X = Tiempo de experiencia en días.

Para la determinación del Factor de Conversión de Alimento (F.C.A.), se relacionó la ganancia de peso promedio mensual, obtenido en cada tratamiento, en función de la cantidad de alimento peletizado consumido en el mismo lapso de tiempo, según (Swingle, 1958).

$$F.C.A. = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso}}$$

7.3.8 Producción integral de Quitina.

7.3.8.1 Procedimiento tecnológico para la obtención de la quitina.

7.3.8.1.1 Recepción de la materia prima pesquera

Se adquirió en las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.1.

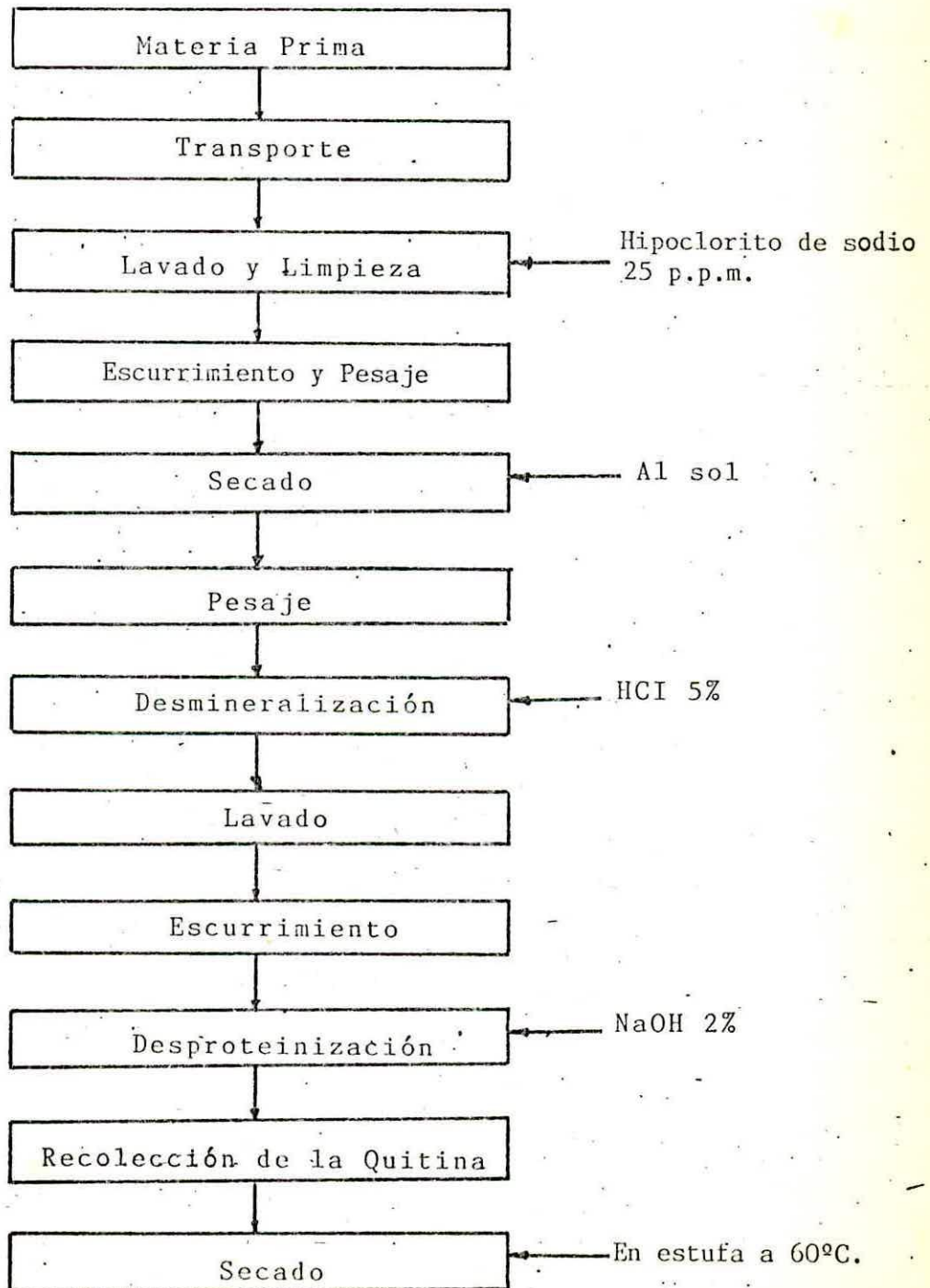
7.3.8.1.2 Elabaoación de la quitina.

El proceso completo estuvo de acuerdo al Diagrama de Flujo presentado en la Figura 12.

7.3.8.1.3 Lavado y Limpieza

Se realizó bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.2.

FIGURA 12. Diagrama de flujo para la obtención integral de Quitina, a partir de cáscara de Camarón Marino (Género Penaeus).



7.3.8.1.4 Escurrimiento y pesaje.

Las cáscaras de camarón se retiraron del agua de lavado, para posteriormente colocarla en canasta de plástico, dejándolas escurrir al medio ambiente por espacio de cinco minutos, efectuándose luego el pesaje respectivo en una balanza con escala de 0.10 Kg/20g.

7.3.8.1.5 Secado al sol.

El secado se efectuó en las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.5. El tiempo de secado se redujo en un 20% con relación al tiempo utilizado para los otros subproductos.

7.3.8.1.6 Pesaje.

Logrado el secado de la materia prima, se procedió a su pesaje para obtener así la relación de pérdida de peso por el desecado de los desechos, la cual fue del 25% con relación al peso inicial de materia prima húmeda.

7.3.8.1.7 Desmineralización.

Cinco Kg de caparazones de camarón fueron sumergidos en una solución diluída de HCl (al 5%). Se usaron dos relaciones de solución ácida y materia prima seca (6:1 y 8:1).

Con la relación 6:1, los caparazones y la solución ácida se depositaron en un recipiente metálico, efectuándose la ebullición a 90°C por 45 minutos.

Con la relación 8:1 los desechos se sumergieron en un recipiente plástico por un período de tres días, a temperatura ambiente.

7.3.8.1.8 Lavado.

Una vez culminada la operación anterior, se procedió a efectuar un lavado con abundante agua destilada, con el fin de eliminar en lo posible la mayor cantidad de ácido.

7.3.8.1.9 Escurrimiento.

Se realizó siguiendo el proceso señalado en el ítem 7.3.1.1.3.

7.3.8.1.10 Desproteínización.

La fase de desproteínización se llevó a cabo en una solución alcalina de NaOH al 2%. Con relación 6:1, la solución alcalina se depositó sobre los caparazones, previamente colocados en una bandeja plástica, durante 48 horas y a temperatura ambiente. Con la relación de 8:1, el proceso se realizó por cinco días, a temperatura ambiente.

7.3.8.1.11 Recolección de la Quitina.

Una vez culminadas todas las operaciones anteriores se hizo la recolección de la quitina, la cual se había formado en la superficie de la bandeja que contenía los caparazones o cáscaras de los camarones. La recolección de la quitina se realizó mediante un papel filtro,

7.3.8.1.12 Secado.

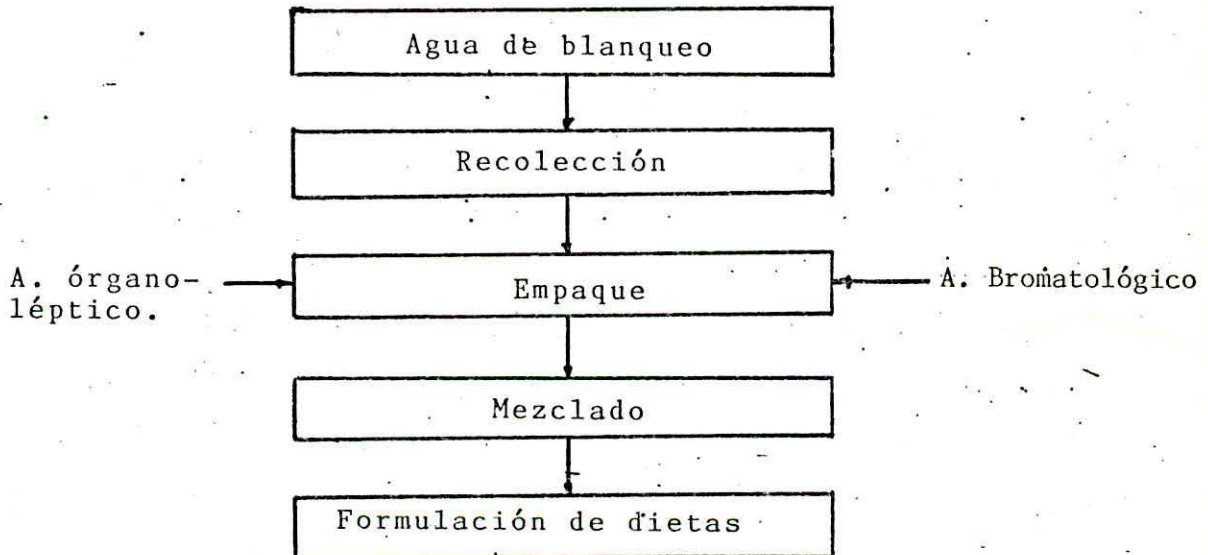
El secado del producto final se realizó en estufa a 60°C por un tiempo de seis horas.

7.3.9 Agua de Blanqueo.

De acuerdo al Diagrama de Flujo (Figura 13), se realizaron las siguientes fases:

El agua de cocción de los desechos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga, fue recogida en un recipiente de vidrio oscuro y trasladada al laboratorio, analizándose su contenido de proteína, grasa y cenizas bajo las mismas condiciones descritas en el ítem 7.3.1.1.8. Además; se le inspeccionó visualmente coloración y material en suspensión.

FIGURA 13. Diagrama de Flujo para el aprovechamiento del agua de blanqueo en Camarón Marino (Género Penaeus).



8. DISCUSION DE RESULTADOS

8.1 HARINA DE SUBPRODUCTOS DE CRUSTACEOS ELABORADA EN LA PLANTA PILOTO PESQUERA TANGANGA:

8.1.1 Materia prima y procesamiento:

Los subproductos utilizados en la elaboración de la harina, destinada al consumo humano y animal, presentaron un estado de frescura aceptable; de acuerdo a la Tabla 15 (39). Se aclara que se tuvieron en cuenta aspectos de los procesos de cocción, secado, molienda, empackado y almacenamiento utilizados en trabajos similares desarrollados en el Ecuador (7), durante la industrialización de los desperdicios del camarón.

Se constató que la elaboración de la presente harina desde los puntos de vista tecnológico y de calidad microbiológica y bromatológica produjo resultados superiores en comparación directa con anteriores procesos, los cuales se realizaron con la materia prima congelada, obteniéndose un producto final de mala calidad; ya que se ha determinado que la cabeza del camarón es la fuente principal de contaminación bacterial; encontrándose en muchos casos hasta un 75% de las bacterias, en relación al contenido total. Además, la cabeza de camarón y otros crustáceos es la causante de la melanosis (manchas negras) que ataca el músculo de estas especies (26).

TABLA 15. Grados de calidad de acuerdo a la evaluación de las características sensoriales. (Escala:1-100 puntos).

<p>Extra . 90-100 Excelente Calidad</p>	<p>a. Globo ocular bien delimitado, definido, lleno, tenso y brillante. b. Agallas rojas, limpias, brillantes, con olor a fresco c. Músculo firme y elástico, no permanecen las huellas ante la presión d. Piel brillante, lustrosa u opalescente (no blanquecina). e. Carne firme, con olor y color característico a fresco f. Olor general del pescado "a algas" o "fresco".</p>
<p>II 70-89 Buena Calidad</p>	<p>a. Ojos planos, pupilas y córneas ligeramente opacas b. Agallas rojas, limpias, poco brillo y olor neutro c. Músculo firme, elástico, no permanecen huellas d. Piel brillante y lustrosa e. Carne firme, ningún color extraño f. Olor general neutro.</p>
<p>III 60-69 Límite de Consumo</p>	<p>a. Ojos planos, pupilas y córneas ligeramente opacas b. Agallas rojas o rosadas opacas, mucus escaso, ligeramente opaco, algunas laminillas branquiales agrupadas. c. Piel cerea, ligera pérdida del aspecto radiante d. Carne rosada o blanca uniforme, aunque ligeramente opaca y blanda. e. Ligera pérdida de firmeza y elasticidad muscular, las huellas de presión desaparecen rápida y completamente f. Olor a pescado y ligeramente añejo</p>
<p>IV 40-59 No apto para el Consumo humano</p>	<p>a. Globo ocular ligeramente cóncavo, pupilas grises, córnea opaca b. Branquias grises con manchas pardas, borde bronquial disparejo c. Piel deslustrada, pérdida de pigmentación y desflorado continuo d. Músculo blando, las huellas de compresión desaparecen lentamente e. Olores a añejo, manteca usada; oxidada, úrea, óxido de hierro, levadura y otros no fétidos. f. Carne rosada o blanca cerea con manchas amarillo-verdosas.</p>

Continuación Tabla 15.

V	a. Globo ocular completamente hundido, lechoso, pérdida de su forma
0-39	b. Agallas pardas, blanquecinas, mucus café grisáceo o amarillento, espeso, pegajoso y grumoso.
Alterado	c. Piel contraída, arenosa, blanquecina, descompuesta; seca en el T. mamón
	d. Carne magullada, coloraciones verdosas, se deshace fácilmente
	e. Músculo completamente deformado ante la presión manual
	f. Olores fétidos, amoniacales, nauseabundos.

Fuente: Bertulo V. Tecnología de los Productos y Subproductos de Pescados, moluscos y crustáceos. 1975. Buenos Aires, Hemiferio Sur.

Muchos autores recomiendan procesar los desechos de crustáceos inmediatamente después de su obtención, sin someterlo a ningún proceso de conservación en frío, ni siquiera por períodos cortos de tiempo.

Desde todo punto de vista, resulta más conveniente producir las harinas con desechos pesqueros en las mismas dependencias de la Planta procesadora y comercializadora de las especies, disminuyendo deterioros causados durante el transporte.

Además, usualmente en la fase de post-mortem, estas especies marinas adquieren una coloración rosada oscura o parda negruzco debido a la presencia de melanina producida por la oxidación de la tirosina (amino ácido no esencial) (7), tal como sucedió en la presente investigación, para aquella materia prima sometida a varios días de congelación.

Por otro lado se demostró la importancia de aplicar el lavado con solución de hipoclorito de sodio, con el fin de disminuir la carga bacteriana proveniente en la materia prima, y en el agua utilizada para el mencionado lavado.

Inicialmente durante la cocción se agregó entre 2 y 4% de sal, con el fin de obtener un producto de mayor estabilidad física y microbiológica, pero los resultados no fueron aceptables con respecto a la calidad del producto final. Por lo tanto, se determinó no agregar sal con la ventaja adicional de no incrementar los niveles de sodio y cloro en el producto final.

8.1.2 Análisis bromatológico

Los valores bromatológicos determinados en la harina.(Tabla 16)

TABLA 16. Contenido bromatológico en Harina de desechos de Camarón y otros Crustáceos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga.

Análisis	Distribución (g /100 g).
Proteína	47.39
Cenizas	17.58
Humedad	7.45
Grasa	15.50
Densidad (g/c.c.)	0.58
Grado de empardeamiento (absorbancia 420nm/g)	0.60

fueron: Proteína, 47.39 g/100 g; Humedad, 7.45 g/100 g; Grasa, 15.5 g/100 g y Cenizas, 17.58 g/100 g, similares a los reportados por Bertulo, 1975 (5) y Cendes, 1980 (7). Ver Tabla 17.

Se observó que existe una marcada diferencia entre los niveles de grasa y cenizas, los cuales dependen directamente de las condiciones orgánicas y ambientales de la especie a manipular.

Reciente estudio realizado por Meyers (1986), reportó valores obtenidos en harina de cabeza de camarón, muy parecidos a los encontrados en nuestra investigación Tabla 18 (27).

8.1.3 Análisis Granulométrico

Dentro de los análisis físico, el granulométrico proporcionó una primera información acerca de la homogenidad de las partículas en la harina elaborada, siendo según el grado de uniformidad, catalogada de categoría "Mediano" (8/10), adecuada para la elaboración de peletts destinados al consumo animal, pero no para elaborar las pastas alimenticias, destinadas al consumo humano, por no reunir las características granulométricas necesarias para mezclarlas con harinas vegetales, tales como trigo y yuca. Los resultados obtenidos se expresan en la Tabla 19.

8.1.4 Análisis Microbiológico.

Con respecto al análisis microbiológico, registrados en la Tabla 20 , no se observó contaminación por encima de los estándares mínimos permisibles para microorganismos patógenos (Salmonella, Shigella, negativo Staphylococcus aureus, (80 microorganismos/g) recomendados por las Normas Técnicas Internacionales

TABLA I7'. Análisis bromatológico en harina de desperdicios de Camarón (Género Penaeus).

Componentes	Contenido g/100 g
Proteína cruda	48.40
Grasa.	2.90
Humedad	9.10
Cenizas	26.90

Fuente: Industrialización de los desperdicios del Camarón.
Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador (CENDES),
Ecuador, 1980.

TABLA 18. Composición Bromatológica en Cabezas de Camarón

Componentes	Cantidad (g/100g)
Proteína	49.00
Grasa	6.80
Cenizas	17.10
Humedad	7.00

Fuente: Meyers, S. Informe Pesquero de Mercadotecnia. Resumen
No. 4, 1986

TABLA 19 . Análisis granulométrico de Harina de desechos de Camarón y otros Crustáceos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga.

Equivalencia en Tyler Mallaje	U. S. A. No.	Estandar tamaño (pulgada)	Testing Sieve de abertura (mm.)	Astme-11 Especificación material retenido multiplicado g./100 g.	Por
18	6	0.0394	1.000	22.237 x 6 =	133.38
45	5	0.0139	0.353	45.236 x 5 =	226.18
60	4	0.0098	0.248	17.520 x 4 =	70.68
120	3	0.0049	0.124	8.946 x 3 =	26.83
325	2	0.0017	0.043	13.400 x 2 =	26.80
400	1	0.0015	0.038	0.661 x 1 =	0.66
Bandeja	0	—	—	—	—
T o t a l				100.000	483.93

Módula más fino : 483.93/100.00
 Diámetro promedio de partícula : 0.015 cm = 0.15 mm.
 Grado de uniformidad : Grueso : Mediano: Fino
 0 8 2

$$D = (0.00615) (1.95.922)^{M.F.}$$

TABLA 20 . Análisis Microbiológico en Harina de desechos de Camarón y otros crustáceos (Lectura a las 48 hora).

Análisis	Micro-organismos/g
Coliformes Feales (N.M.P.)	Negativo
Coliformes Totales (N.M.P.)	Negativo
<u>E coli</u>	Negativo
Hongos-Levaduras (Lectura a los 8 días)	5×10^2
<u>Salmonella-Shigella</u>	Negativo
Termófilos aerobios	Negativo
Mesófilos aerobios	2×10^2
Anaerobios	30
<u>Staphylococcus aureus</u>	80

para harinas de origen pesquero, destinada al consumo humano (17).

Los resultados de hongos y levaduras (5×10^2 colonias/g) se encuentran dentro de los valores normales en harinas de especies pesqueras (10^4 a 10^5) (1). El recuento de E. coli y el número más probable de Coliformes Fecales y Totales fueron negativos, indicando que se logró una asepsia notable procesando inmediatamente la materia prima una vez adquirida. Siendo lo ideal el procesamiento y elaboración de la harina en la misma planta comercializadora de camarón, ya que el carácter perecedero de estas especies es mayor en comparación a otras.

De acuerdo a los ocho análisis microbiológicos descritos, se deduce que la harina elaborada es apta para consumo humano, ya que su carga bacteriana no fue alta, observándose la ausencia de Salmonella y Shigella. Según Acevedo (1982), en los productos alimenticios elaborados a partir de materia prima pesquera, la carga bacteriana no debe sobrepasar los niveles de 10^4 - 10^6 microorganismos/g de muestra analizada (1).

La anterior condición microbiológica permitió, por lo tanto, elaborar los productos destinados al consumo humano (pastas alimenticias y caldo de camarón),

Al finalizar el almacenamiento de cuatro meses, a la harina de desechos de crustáceos elaborada en la Planta Piloto Pesquera Taganga se le realizó análisis microbiológico, determinándose que no se incrementó el número de microorganismos por encima de los niveles permisibles. Los análisis de Salmonella - Shigella fueron negativos; el conteo de Staphylococcus aureus fue de 300 microorganismos/g. Termófilos, Mesófilos, E. coli, Anaerobios, N.M.P. de Coliformes Totales y Fecales, Hongos y Levaduras,

reportaron los siguientes valores: 2×10^2 , 4×10^3 , 1×10^2 , 2×10^2 , negativo, negativo y 7×10^3 microorganismos/g, respectivamente, Tabla 21.

8.1.5 Almacenamiento

A través del almacenamiento de cuatro meses, a temperatura ambiente ($35-37^\circ\text{C}$), las cuatro clases de harina elaboradas (items 7.3.1.1. , 7.3.1.2 , 7.3.1.3 y 7.3.1.4), presentaron condiciones óptimas de coloración, olor y apariencia general. No se observó formación alguna de mohos u hongos durante este período. Se puede afirmar que debido quizás al buen procedimiento tecnológico realizado, las características organolépticas se mantuvieron en igualdad de condiciones a las presentadas en el momento de su elaboración.

8.1.6 Rendimiento

La Tabla 22 , muestra los rendimientos obtenidos durante la elaboración de harina de desechos de crustáceos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga. Hubo una pérdida del 70% después de efectuarse la cocción y el secado solar, ya que el contenido de humedad de los desechos debe reducirse entre 6 y 7%, aproximadamente, lo cual facilita la posterior trituración y molienda (39).

En general, si se considera únicamente la obtención de harina a partir de desechos de crustáceos húmedos, el rendimiento productivo fluctúa entre 25 y 35% (35). En caso de recuperación de dos o más productos, tales como sólidos en suspensión en el agua de cocción, extracción de pigmentos carotenos, etc., el rendimiento señalado se incrementaría en forma notoria.

TABLA 21 . Análisis Microbiológico en Harina de desechos de Crustáceos procesada en la Planta Piloto Pesquera Taganga, a los cuatro meses de almacenamiento.

Análisis	Microorganismos/g.
<u>Salmonella-Shigella</u>	Negativo
<u>Staphylococcus aureus</u>	300
Termófilos	2×10^2
Mesófilos	4×10^3
<u>E. coli</u>	100
Anaerobios	200
Coliformes Totales	Negativo
Coliformes Fecales	Negativo
Hongos y Levaduras	7×10^3

TABLA 22.. Rendimiento porcentual obtenido durante la elaboración de harina de desechos de crustáceos, procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga.

Material pesquero	Rendimiento (Kg /100Kg)
Desechos frescos	100.00
Desechos secos al sol	31.00
Desechos molidos manualmente	30.20
Harina empacada	30.00
Total pérdida	70.00

Ramírez (1980), alaboró harina de cabeza de langostino, obteniendo un rendimiento del 26%, valor inferior al encontrado en esta investigación. Es de anotar que el rendimiento del procesamiento de los desechos de crustáceos, varía dependiendo del método de procesamiento, área geográfica (habitat), madurez sexual, edad y de la especie (35).

También se presentó pérdida del 0.80 y 0.20% en los procesos de molienda y empaque, respectivamente. No obstante haber trabajado en la mejor forma posible, no se pudo evitar estas pérdidas, las cuales resultaron al agregar los desechos secos al molino, al salir el producto molido y durante el proceso de empaçado (en forma manual).

Finalmente se obtuvo una harina, la cual presentó un diámetro de partículas homogénea casi en su totalidad (0.015 cm), con un rendimiento del 30%.

8.1.7 Costo de producción.

El costo de producción de la harina de desechos de crustáceos se calculó considerando los precios actualizados del mes de diciembre de 1987.

Para la materia prima se consideró los precios de venta de las empresas Vikingos y Océanos, S.A.; Cartagena. Para el transporte de los desechos hasta la Planta Piloto Pesquera Taganga, se calculó con base al efectuado en un bus transportador de cargas varias. En los costos de energía se consideró el tiempo de funcionamiento de estufa y molino, respectivamente. Asimismo, se tuvo en cuenta el consumo estimado de agua necesitada durante el lavado y la cocción. Considerándose, además, el costo de mano de obra y procesamiento en planta para la obtención de 5 Kg de harina, Tabla 23.

TABLA 23 . Costo de Producción de la Harina de desechos de Crustáceos, destinada a la nutrición humana y/o animal, elaborada en la Planta Piloto Pesquera Taganga.

Insumos	Costo \$	Porcentaje * *
Materia prima (16.67 Kg)* (Desechos de crustáceos)	166.67	38.90
Transporte	133.36	31.13
Empaque	5.00	1.17
Procesamiento en planta	40.00	9.33
Mano de obra	83.35	19.46
Costo producto final (\$/5Kg)	428.35	100.00
Costo producto final (\$/Kg)	85.67	---

* : Cantidad en Kg. necesaria para producir 5 Kg. de harina de desechos de crustáceos.

** : Representa el porcentaje del valor total.

El costo de producción de cada Kg de harina fue de \$85.67 el cual resultó elevado por el gasto causado por el transporte de la materia prima húmeda desde Cartagena hasta Taganga (Santa Marta). Lo que indica que resulta desde todo punto de vista más económico producir la harina en Cartagena, y en especial en las mismas dependencias donde funcionen las empresas comercializadoras de estas especies pesqueras.

8.1.8 Precio de Venta.

Se puede establecer considerando una rentabilidad bruta del 25%, de acuerdo a la expresión (33)

$$R. B. = \frac{P.V. - C}{P.V.}$$

Donde : P.V. = Precio de venta

C. = Costo de producción

$$P.V. = \frac{C.}{0.75}; \quad P.V. = \$114.22/Kg.$$

El precio de venta tentativo de cada Kg de harina de desechos de crustáceos resultó ser de \$114.22.

8.2. HARINA DE DESECHOS DE CRUSTACEOS PROCESADA EN LA FABRICA "FRIGOSPESCA, S.A., CARTAGENA".

8.2.1 Materia prima y Elaboración de la Harina.

De acuerdo a la Tabla 15; Índice de Frescuía, la materia prima obtenida directamente del descole de camarón en la sala de proceso de la Empacadora Océanos, S.A.; presentó la característica o categoría de producto pesquero "Bueno" (5), adecuada para elaborar harina;

Las temperaturas máximas utilizadas en el presente proceso cerca de 94°C, sobrepasaron los valores establecidos para este método de cocción, las cuales deben oscilar entre 50 y 60°C, porque a temperaturas superiores el producto puede sufrir empardeamiento no enzimático, trayendo como consecuencia la destrucción de ciertos aminoácidos esenciales tales como metionina, lisina y la histidina, que se tornan no disponibles (25). Además, se debe tener muy en cuenta el tiempo necesario para el proceso, que debe ser de una a una y media horas, tal como se efectuó en este trabajo.

El Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador (7), reporta un análisis comparativo llevado a cabo en las harinas procesadas por secado al sol y secado artificial, respectivamente, notándose degradación en los componentes químicos durante el secado por acción mecánica. Lo que indica que hay que tener un estricto control sobre la temperatura durante todo el proceso, Tabla 24.

8.2.2 Análisis Bromatológico.

El contenido de proteína de la harina procesada en Frigopesca (52.40 g/100g) fue un poco mayor en comparación al encontrado en la harina procesada en la Planta Piloto Pesquera Taganga (47.39 g/100g), por desecado al sol. Según Stansby (1967), la elaboración de harinas por procesos secos pueden tener poco o ningún valor como proteínas suplementarias, pero las harinas por procesos húmedos son de igual valor alimenticio que las carnes de las especies pesqueras utilizadas (39).

De toda forma, dichos resultados son aceptables, ya que los desechos recibidos en la Planta Piloto Pesquera Taganga, presentaban un mayor estado de descomposición, trayendo como consecuencia la degradación del producto final.

TABLA 24. Contenido de nutrientes en la harina de desperdicios de camarón, en función de procesos de secado.

Componentes	Proceso Utilizado	
	Secado solar g/100g	Deshidratación g/100g
Proteína cruda	48.40	34.10
Grasa	2.90	1.30
Humedad	9.10	7.50
Cenizas	26.90	38.20
Calcio	7.00	15.00
Fósforo	1.50	2.20

Fuente: Industrialización de los Desperdicios del camarón.
Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador (CENDES),
Ecuador, 1980.

Cobb, reportó considerable actividad tanto anabólica como catabólica (producción y destrucción de aminoácidos) en la etapa post-mortem del camarón (7). Tal actividad es producida por la acción de enzimas digestivas que se encuentran generalmente en las vísceras (cabezas), y en menor escala en la vena del camarón (7).

Aún durante el período de congelación del camarón, se ha observado producción de amoníaco a una tasa de aproximadamente un mg por día (25). En nuestra experiencia no se determinó cuantitativamente esta producción, pero sí se percibió el olor característico de amoníaco, durante la descongelación y cocción de los desechos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga. Esta quizás fue una de las causas principales de deterioro del producto, ya que se trabajó directamente con céfalo-tórax.

Asimismo, los valores de humedad (10.42 g/100g), Grasa (14.40 g/100g) y Cenizas (16.78 g/100g), determinados en la Tabla 25 son aceptables al compararse con los resultados obtenidos por el Instituto de Ciencias Marinas de Miami (1980) (18), Tabla 26:

Stansby (1967) recomienda que el contenido de humedad en harina de productos pesqueros debe estar entre el 6 y 12%, asegurando que un contenido de grasa menor del 10% torna pulverulenta las harinas; el contenido de cenizas debe estar en un promedio de 18%.

8.2.3 Análisis Físico.

Los resultados del análisis granulométrico indica que las condiciones de molienda no fueron las ideales para obtener un producto

TABLA 25 . Análisis Bromatológico y Físico en Harina de desechos de Camarón y otros Crustáceos. Procesados en Frigopesca, S.A., Cartagena.

Análisis	Distribución g /100 g
Humedad	10.42
Cenizas	16.78
Proteína	52.40
Grasa	14.40
Grado de empardeamiento(absorbancia/420nm/g.)	0.77
Densidad g/cc	0.62

TABLA 26 . Análisis Bromatológico en Harina de desechos de Camarón.

Componentes	Contenido g/100g
Proteína	47,95
Grasa	14.28
Humedad	7.75
Cenizas	20.90

Fuente: Khandker Alan. Institute of Marine Science, University of Miami, 1960. Miami.

de diámetro de partículas homogénea, clasificando el grado de uniformidad como "Mediano", debido a que se obtuvo una mayor distribución de este diámetro (7/10) de partículas, Tabla 27. Por consiguiente hubo necesidad de tamizar la harina con un cedazo de abertura de malla igual a 2 mm para así retirar las espículas y partículas gruesas que la acompañaban.

8.2.4 Análisis Microbiológico.

Los resultados microbiológicos reportados en la Tabla 28, indican que los valores de E. coli, Coliformes Totales y Fecales, Shigella-Salmonella, Hongos y Levaduras, Termófilos, Mesófilos, Staphylococcus aureus y Anaerobios sobrepasaron los valores recomendados por las Normas Técnicas Internacionales para harinas destinadas al consumo humano (17).

La anterior contaminación posiblemente acurrió durante la fase de procesamiento en Frigopesca, ya que el cocinador empleado contenía restos de otras materias primas procesadas; con la ventaja adicional que la planta presentaba un grado considerable de contaminación, por funcionar en esas mismas dependencias un matadero, cuya línea de aprovechamiento contempla la fabricación de harina de carne y desechos para consumo animal.

Las harinas de productos pesqueros con esta calidad microbiológica, en general sólo son aceptables para el uso en la elaboración de alimentos concentrados destinados a la nutrición de animales domésticos (ganado vacuno, cerdos, aves) (9) y peces. En el presente trabajo se utilizó en la alimentación de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

8.2.5 Almacenamiento.

Los resultados fueron similares a los descritos en el ítem 8.1.5. Aunque este producto presentó un contenido de microor-

TABLA 28 . Análisis Microbiológico en Harina de Desechos de Camarón y otros Crustáceos. Procesados en Frigo-pesca; S.A., Cartagena (Lectura a las 48 horas).

Análisis	Micro-organismos/g.
<u>E. coli</u>	24.0
Coliformes totales ,N.M.P.	4.0
Coliformes fécales ,N.M.P.	8.0
<u>Salmonella -Shigella</u>	4×10^2
Hongos y levaduras	1×10^4
Termófilos	1×10^3
Mesófilos	1×10^3
<u>Staphylococcus aureus</u>	2×10^3
Anaerobios.	2×10^2

ganismos muy alto, durante el almacenamiento, no se observó ninguna alteración visible como mohos, hongos u otros.

8.2.6 Rendimiento.

Durante el procesamiento de la harina de desechos en Frigo - pesca, se obtuvo un rendimiento del 50%. Es de anotar que durante los procesos de cocción, secado, molienda y empackado no se presentaron pérdidas apreciables por ser un proceso de elaboración mecánico de flujo continuo; siendo el rendimiento mayor al obtenido en la harina producida en la Planta Piloto Pesquera Taganga, debido quizás a que en la fase de cocción y secado no ocurrió ninguna pérdida, en lo que se relaciona al contenido de sólidos en suspensión y en el fondo del agua de cocción, presentando el producto al salir del croquer mayor contenido de humedad en comparación a la harina producida por desecado solar.

El empackado se realizó directamente a la salida del molino, lo que disminuyó también las pérdidas. Tabla 29.

8.2.7 Costo de Producción.

Se tuvieron en cuenta las mismas condiciones descritas en el ítem 8.1.7, para la obtención de 5 Kg de harina. Tabla 30.

El costo de producción de cada Kg de harina fue de \$74.00, valor mucho más bajo que el obtenido durante el procesamiento de los desechos en la Planta Piloto Pesquera Taganga. Lo que se explica por el costo mayor implicado en transportar los desechos húmedos desde Cartagena hasta Taganga y el rendimiento obtenido durante la etapa de secado solar.

TABLA 29 . Rendimiento porcentual obtenido durante la elaboración de harina de desechos de crustáceos en Frigopesca, S.A., Cartagena.

Material pesquero	Rendimiento (Kg ./100Kg).
Desechos frescos	100.00
Desechos secado mecánicamente	50.00
Desechos molido	50.00
Harina empacada	50.00
Total pérdida	50.00

TABLA 30 . Costo de Producción de la Harina de desechos de Crustáceos, destinada a la nutrición humana y/o animal. Elaborada en Frigopesca, Cartagena.

Insumos	Costo \$	Porcentaje **
Materia prima (10.00 Kg)* (Desechos de crustáceos)	100.00	27.02
Transporte	80.00	21.62
Empaque	5.00	1.35
Procesamiento en planta	135.00	36.49
Mano de obra	50.00	13.51
Costo Producto final (\$/5 Kg)	370.00	100.00
Costo producto final (\$/Kg)	74.00	----

* : Cantidad en Kg necesaria para producir 5 Kg de harina de desechos de crustáceos.

** : Representa el porcentaje del valor total.

8.2.8 Precio de Venta.

Se determinó con base en una Rentabilidad Bruta del 25%, de acuerdo a la expresión:

$$R.B. = \frac{P. V. - C}{P. V.} = 25\%$$

$$P. V. = \frac{C}{0.75} \therefore P. V. = \$98.70/Kg.$$

El precio de venta tentativo de cada Kg de harina de desechos de crustáceos fue de \$98.70.

8.3 HARINA DE CASCARA DE CAMARON.

El estado de frescura presentado por la materia prima utilizada, determinado según la Tabla de Índice de Frescura fue bueno, lo cual contribuyó a la calidad del producto final.

Los procesos tecnológicos para la obtención de la harina de subproductos se realizaron en forma inmediata a su llegada a la sala de proceso de la Planta Piloto Pesquera Taganga. Como resultado se obtuvo una harina con buena calidad, tanto bromatológica como microbiológica; ya que algunos autores(42), recomiendan manipular los desechos de crustáceos, y en especial las cáscaras, tan pronto sean éstas obtenidas, por ser la cola o cáscara del camarón donde se manifiestan las primeras descomposiciones de origen enzimático tal como la melanosis (26).

Se determinó, además que el lavado con hipoclorito de sodio 25 p.p. m., redujo favorablemente la carga bacteriana tanto en el agua usada para el lavado como en el producto final obtenido.

Lo ideal sería elaborar también la harina de cáscara de camarón en las mismas instalaciones de la Planta procesadora de camarón, una vez efectuado el descole, sin someterlos a ningún proceso de refrigeración o congelación; inclusivé por períodos cortos de tiempo. Así se reducirían los costos de transporte, y por ende, se obtendría un descenso en el precio final del producto.

Los procesos de cocción, secado solar y molienda, se realizaron teniendo en cuenta la textura y dureza del producto a manipular. La cocción y el secado solar se efectuaron en un período de tiempo mucho más corto que los empleados en la obtención de harina de otros productos pesqueros, tales como la de tiburón y cabezas de camarón, respectivamente (39).

El rendimiento obtenido del producto final fue del 20%. Se infiere que la pérdida de agua en los subproductos de camarón (cáscara) es mayor con este tipo de secado, que la presentada por otras harinas de origen pesquero, tales como las de pulpa de tiburón y de subproductos de tiburón y desechos de camarón (céfalo-tórax) (39).

Con respecto a los valores bromatológicos, Tabla 31 se determinó un contenido de proteína de 44.04 g/100g, muy similar a los comunicados por último informe acerca de la Industrialización de los desperdicios del camarón, realizado en el Ecuador (7), cuyo valor fue igual a 46.60 g/100g, Tabla 32.

De acuerdo a la Tabla 31, los valores de humedad (12.49 g/100g), cenizas (24.21 g/100g); grasa (4.90 g/100g), se encuentran en los intervalos permisibles y obtenidos por otros autores tales como Stansby y Bertulo en ensayos efectuados en harinas de especies pesqueras (5,39).

TABLA 31 . Análisis Bromatológico y Físico en Subproductos (Cáscaras) de Camarón Marino (Género Penaeus). Procesados en la Planta Piloto Pesqura Taganga.

Análisis	Contenido (g /100g)
Proteína	44.04
Cenizas	24.21
Humedad	12.49
Grasa	4.90
Densidad, g./c.c.	0.44
Grado de empardeamiento (absorbancia 420 nm/g)	0.56
Aspecto de la coloración	Anaranjado

TABLA 32. Análisis bromatológico en desperdicios (Cáscara) del Camarón (Género Penaeus).

Análisis	Valor promedio (g./100g)
Humedad	3.50
Proteína	46.60
Grasa	2.57
Cenizas	24.04

Fuente: Industrialización de los Desperdicios del Camarón.
Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador (CENDES),
Ecuador, 1980.

Los resultados del análisis granulométrico indican que la molienda produjo en su totalidad una textura homogénea, con base en el diámetro de partículas de la harina, presentó un grado de uniformidad mayor en la clasificación "Mediana", siendo la distribución de (6/10). Tabla 33.

8.4. ELABORACION DE HARINA INTEGRAL DE TIBURON.

8.4.1 Materia prima y elaboración de Harina Integral de Tiburón.

Se utilizó como materia prima tiburón entero congelado, cuyo estado de frescura fue aceptable, de acuerdo a la Tabla de Índice de Frescura. Tabla 15 (39).

La elaboración de la harina integral de tiburón se realizó en las mismas condiciones de proceso tecnológico recomendadas por la FAO (11): la pulpa y desechos del tiburón se desmenuzaron, cocieron y secaron al aire libre . Una vez seco, se molieron obteniéndose la harina característica. Asimismo, se utilizó un procesamiento de elaboración muy similar al reportado por Stansby (1967), para la fabricación de harina de pescado (39).

Los procesos de cocción, prensado, molienda, empacado y almacenado, fueron realizados en la forma más adecuada para este tipo de materia prima pesquera, ya que cada uno de estos procesos varían de una especie a otra (5).

8.4.2 Análisis bromatológico en Harina Integral de Tiburón.

Los resultados se presentan en la Tabla 34. El contenido de proteína en la harina integral de tiburón, presentó un valor de 95.30 g/100g.

TABLA 33. Análisis Granulométrico de la Harina de subproductos de Camarón (Cáscara) y otros Crustáceos.

Equivalencia en Tyler Mallaje	U. S. A. No.	Estandar Tamaño (Pulgada)	Testing Sieve de abertura (mm)	ASTME - 11 Specification Material retenido g./100g	Multiplificado Por	
18	6	0.0304	1.000	11.638	6	69.828
45	5	0.0139	0.363	63.712	5	318.560
60	4	0.0098	0.248	4.960	4	19.840
120	3	0.0049	0.124	7.793	3	23.379
325	2	0.0017	0.043	11.431	2	22.862
400	1	0.0015	0.038	0.461	1	0.461
Bandeja	0	----	---	---	---	---
Total				100.000		454.930

Módulo más fino : $454.930/100.000 = 4.540$
 Diámetro promedio de partícula : $0.012 \text{ cms} = 0.12 \text{ mm.}$
 Grado de uniformidad : Grueso : Mediano : Fino :
 0 6 4

$$D = (0.000615) (1.950922)^{M.F.}$$

TABLA 34. Análisis Bromatológico y Físico en Harina Integral de Tiburón (Pulpa y Desechos).

Análisis	Resultado (g/100g)
Humedad	7.12
Ceniza	4.03
Proteína bruta	95.30
Grasa (Extracto Etéreo)	2.48
Grado de empardeamiento (Absorbancia 420 nm/100g)	0.11
Densidad, g/ml	0.52

Bertulo (1975) y Stansby (1967), reportaron valores de proteína entre 88.90 y 91.50% respectivamente, en harina de filetes de tiburón, afirmando que el contenido de proteína es variable, según las distintas especies, variaciones que son influenciadas por tipo de músculo, origen geográfico, edad y estado fisiológico (5,39).

Lacera (1982), determinó un contenido de proteína de Harina de tiburón tollo igual a 92.58%. Kisevetter y Nasedkina (1978), informaron que el contenido total de nitrógeno en tiburones sólo entre el 50 y 64% corresponde a Nitrógeno Proteico (21).

Asímismo, los valores de humedad (7.12 g/100g); cenizas (4.03 g/100g) y grasa (2.48 g/100g); reportados en la Tabla 34 , se encuentran dentro de los intervalos permisibles y obtenidos por otros autores como Stansby y Bertulo; en ensayos elaborados en harinas de pescados y tiburón (5,39).

Todas estas cualidades bromatológicas repercutieron en forma benéfica en la obtención de las dietas peletizadas, ya que esta harina fue utilizada en la elaboración de las dietas con diferentes proporciones de harina de desechos de crustáceos.

8.4.3 Análisis Físico.

Los resultados del análisis granulométrico indica que la molienda fue en su totalidad homogénea ya que el diámetro de partícula se encuentra en gran cantidad como "mediano", siendo el Grado de Uniformidad: 2 (fino): 8 (mediano):0 (grueso). Por lo cual se obtuvo un diámetro de partícula óptimo para el mezclado con la harina de desechos de crustáceos, tal como se constató en los peletts elaborados, que mostraron uniformidad en su composición, Tabla 35.

TABLA 35. Análisis Granulométrico en Harina Integral de Tiburón.

Equivalencia en Tyler Mallaje	U. S. A. No.	Estandar Tamaño (Pulgada)	Testing Sieve de abertura (mm)	ASTME - 11 Material retenido g/100g	Specification multiplicado Por	
18	6	0.0394	1.000	0.00	6	0.00
45	5	0.0139	0.353	37.58	5	187.90
60	4	0.0098	0.248	45.80	4	183.20
120	3	0.0049	0.124	6.62	3	19.86
325	2	0.0017	0.043	7.92	2	15.80
400	1	0.0015	0.034	0.66	1	0.66
Bandeja	0	----	---	1.44	0	0.00
Total				100.00		407.42

Módulo más fino : $407.42/100.00 = 4.0742$

Diámetro promedio de partícula : 0.020 cm. = 0.20 mm.

Grado de uniformidad : Grueso : Mediano : Fino :
0 8 2

$$D = (0.000615) (1.950922)^{M.F.}$$

8.5 ELABORACION DE PASTAS ALIMENTICIAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO.

8.5.1 Molienda.

De acuerdo a la metodología, la implementación de la segunda molienda en la harina de desechos de crustáceos logró producir una harina con diámetro de partículas muy similar a la harina de trigo empleada en la fabricación de las pastas alimenticias. Se determinó que el tamaño de partículas más adecuado de la harina de desechos de crustáceos para el mezclado con la de trigo no debe ser mayor de 0.040 mm., con el fin de que no se noten en el producto final partículas espinosas de los opérculos, como se constató en la primera elaboración de las pastas alimenticias.

Se plantea por lo tanto, la conveniencia de fabricar pastas alimenticias a partir de harina de desechos de crustáceos en cuya elaboración no se incluya la totalidad del céfalo-tórax, para así obtener una harina de partículas homogéneas.

8.5.2 Formulación y Moldeado.

Con el fin de determinar la relación adecuada de harina de desechos de crustáceos durante la producción de pastas alimenticias, se ensayaron proporciones que variaron de 10, 15, 20, 30 a 45 g/100g.

Las pastas alimenticias elaboradas con el 10, 15 y 20 g de harina de crustáceos/100g, respectivamente, mostraron buena fluidez y fácil cohesión al mezclarse con la harina de trigo, especias e ingredientes alimenticios resultando un moldeado

de aspecto "normal" similar al obtenido en las pastas alimenticias fabricadas exclusivamente con harina de trigo; lo cual no se logró con aquellas elaboradas con 30 y 45% de harina de desechos de crustáceos. Así la masa elaborada con un 45% de harina de subproductos de crustáceos no resultó homogénea, siendo difícil manipularla convenientemente para obtener el producto final.

Con las tres nuevas formulaciones ensayadas (10, 15 y 20 g de harina de desechos/100g), se logró determinar la cantidad necesaria y óptima para obtener pastas alimenticias, de diferentes formas, sin tener problema en el moldeado; causado por que la harina de desechos de crustáceos no presenta elasticidad ni la facilidad de aglutinación característica de la harina de trigo.

FAO (1972) ha reportado, en relación a la producción de concentrado de proteína de pescado, un estudio sobre la obtención de pastas alimenticias, utilizando 3, 6, 9 y 12%, respectivamente, de harina de merluza roja, mediante una línea de procesamiento similar a la utilizada en el presente estudio, comprendiendo el mezclado, homogenización y moldeado de las harinas (14).

Kwee (1969), estableció que se podían fabricar pastas nutritivas y aceptables a partir de mezcla de cantidades variables de harina de maíz, soya, arroz y tapioca con 10 ó 20% de concentrado de proteína de pescado merluza roja (20).

8.5.3 Ingredientes Alimenticios.

Los ingredientes usados en cada una de las formulaciones elaboradas fueron adecuados para resaltar el sabor y olor característicos a productos procesados con materia prima de origen pesquero.

Así, el incremento de ingredientes tales como Polifosfato de sodio (de 0.15 a 0.50 g/100g) y Glutamato monosódico (de 0.10 a 0.20 g/100g) le transfirió al producto final un mayor poder de aglutinación junto con un sabor mucho más acentuado.

Los incrementos de estos ingredientes estuvieron dentro de los intervalos recomendados por Hart (1984) y Ulrich (1975), con base en que valores superiores a los permisibles ocasionan graves riesgos a la salud (16).

Por lo tanto, las cantidades de los ingredientes utilizados en cada formulación se mantuvieron dentro de las recomendaciones para la elaboración de pastas alimenticias a base de harina y vegetales, las cuales deberán contener entre 3 y 5% de extracto seco de hortalizas (tomate, alcachofas, remolacha, perejil, zanahoria o espinacas) (16).

También se notó una ligera acción benéfica en la masa al agregar agua a 40°C porque el proceso de amasado fue más rápido. Nogara (1972), afirma que el amasado necesario para elaborar las pastas alimenticias, debe efectuarse con agua a temperatura de ebullición, porque trae como ventaja una buena coloración, rapidez en el proceso y, además, influye considerablemente en la disminución de la carga bacteriana, aportada ésta tanto por los ingredientes alimenticios usados como por la manipulación y desaseo en los equipos (32).

8.5.4 Análisis bromatológico.

En la Tabla 36 se presentan los valores de proteína, cenizas y humedad. Los contenidos de cenizas se encuentran entre 1.80 y 3.20 g/100g (Formulaciones con 10 y 20 g/100g, respectivamente), superiores a los de pastas alimenticias elaboradas exclusivamente con harina de trigo y huevos; entre 0.45 y 0.80 g/100g (16).

TABLA 36. Análisis Bromatológico parcial en Pastas Alimenticias, elaborada con Harina de Desechos de Crustáceos, destinadas al consumo humano.

Análisis	F o r m u l a c i ó n			
	1	2	3	4
	g/100g			
Proteína	18.57	23.55	20.40	12.25
Cenizas	1.80	3.20	2.40	0.45
Humedad	7.56	10.08	9.20	6.00

1, 2, 3: Pastas elaboradas con 10, 20 y 15 g/100g.

4 : Pastas elaboradas con Harina de trigo y huevo, usada como patrón.

Los valores de proteína variaron entre 18.57 y 23.55 g/100g, (pastas alimenticias elaboradas con 10 y 20% de harina de desechos de crustáceos respectivamente), siendo estos valores mayores a los encontrados en pastas de leche, trigo, trigo-soya y vegetales (12.70, 17.30, 15.20 y 12.10, respectivamente) Tabla 37.

Los contenidos de humedad oscilaron entre 7.56 y 10.08g/100g (pastas alimenticias con 10 y 20 g/100g de harina de desechos de crustáceos, respectivamente), los cuales se encuentran dentro de los intervalos óptimos de humedad que deben presentar esta clase de productos alimenticios, no superiores a 12g/100g (16):

En reciente ensayo realizado en el Departamento de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, en el cual se sustituyó el 25% de sémola de trigo por mezcla de arroz-pescado y papa-pescado, se determinaron valores de proteína entre 14.7 y 16.30%; cenizas entre 1.0 y 1.8%, los cuales son menores en comparación a los resultados obtenidos en el presente trabajo.

8.5.5 Análisis Microbiológico.

En relación a los análisis microbiológicos, se determinó que a las 24 horas los recuentos de N.M.P. de Coliformes Totales y Fecales, E. coli y Salmonella-Shigella fueron negativos para cada una de las pastas alimenticias elaboradas. Las pastas cuyo contenido de harina de desechos de crustáceos fue de 15 g/100g, arrojó un mayor número de Staphylococcus aureus y Termófilos (47 y 60 microorganismos/g, respectivamente) en relación con las pastas de las Formulaciones con 10 y 20% de harina de desechos; (35 y 30 y 20 y 18 microorganismos/g respectivamente). El número de Anaerobios fue mayor en las pastas

TABLA 37 . Composición Bromatológica de Pastas Alimenticias

Tipo de Pasta	Proteína (N x 5,7) g/100 g	Cenizas g/100	Humedad g/100 g
Simple	13.10	0.80	12.00
De leche	12.70	0.98	—
De trigo	17.30	2.50	12.00
De trigo y soya	15.20	1.70	12.00
De vegetales	12.10	1.50	12.00

Referencia: Hart y Fisher. Análisis Moderno de los Alimentos, 1984.

formuladas con el 10% de harina de desechos de crustáceos; mientras que la Formulación del 15%, presentó mayor crecimiento de mesófilos aerobios, Tabla 38.

A las 48 horas, los resultados de Coliformes Totales y Fecales y Shigella-Salmonella fueron negativos en cada una de las tres formulaciones. Sin embargo, los valores de E. coli, Staphylococcus aureus, Termófilos, Mesófilos y Anaerobios fueron de: 2×10^1 , 3×10^1 , 1×10^2 , 33×10^1 , 1×10^2 (Formulación 1); 3×10^1 , 2×10^1 , 3×10^2 , 20×10^2 , 17×10^2 (Formulación 2); y 4×10^1 , 5×10^1 , 2.8×10^2 , 19×10^2 , 23×10^1 (Formulación 3), Tabla 39.

De acuerdo a estos análisis microbiológicos puede decirse que las pastas alimenticias elaboradas con harina de desechos de crustáceos son aptas para el consumo humano, ya que, según Acevedo (1982), los productos alimenticios elaborados a partir de especies pesqueras, el recuento de microorganismos por g de muestra no debe sobrepasar los niveles de 10^4 a 10^6 , microorganismos/g. (1).

Seguido el almacenamiento de cuatro meses, las pastas fueron analizadas microbiológicamente determinándose recuentos negativos de Salmonella-Shigella, Coliformes Fecales y Totales en las tres pastas elaboradas. Los recuentos (microorganismos/g) de Anaerobios, Staphylococcus aureus, Mesófilos, Termófilos, E. coli y Hongos y Levaduras fueron: 20×10^2 , 40×10^2 , 70×10^2 , 2×10^2 , 4×10^2 , 3×10^2 (Formulación 1); 50×10^3 , 85×10^2 , 20×10^3 , 70×10^3 , 5×10^3 ; 7×10^3 (Formulación 2) y 4×10^2 , 10×10^2 , 15×10^3 , 8×10^2 , 40×10^3 , 60×10^3 (Formulación 3).

TABLA 38 . Análisis Microbiológico en Pastas Alimenticias, elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos (Lectura a las 24 horas).

Análisis	F o r m u l a c i o n e s		
	1	2	3
	Microorganismos/g		
Coliformes Totales (N.M.P.)	Negativo	Negativo	Negativo
Coliformes Fecales (N.M.P.)	Negativo	Negativo	Negativo
<u>E. coli</u>	Negativo	Negativo	Negativo
<u>Staphylococcus aureus</u>	35	30	47
Mesófilos aerobios	38	26	17
Termófilos aerobios	20	18	60
Anaerobios	44	35	15
<u>Salmonella-Shigella</u>	Negativo	Negativo	Negativo

1, 2 y 3. Pastas elaboradas con 10, 20 y 15% de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

TABLA 39 . Análisis Microbiológico en Pastas Alimenticias elaboradas con Harina de Desechos de Crustáceos (Lectura a las 48 horas).

Análisis	Formulaciones		
	1	2	3
	Microorganismos/g.		
Coliformes Totales (N.M.P.)	Negativo	Negativo	Negativo
Coliformes Fecales (N.M.P.)	Negativo	Negativo	Negativo
<u>E. coli</u>	2×10^2	3×10^2	4×10^3
Hongos y Levaduras (Lectura a los 8 días)	30	35	40
<u>Salmonella-Shigella</u>	Negativo	Negativo	Negativo
<u>Staphylococcus aureus</u>	3×10	2×10	5×10
Termófilos aerobios	1×10^2	3×10^2	2.8×10^2
Mesófilos aerobios	33×10	20×10^2	19×10^2
Anaerobios	1×10^2	17×10^2	23×10

1, 2, 3: Pastas elaboradas con 10, 20 y 15% de harina de desechos de Crustáceos, respectivamente.

De acuerdo a estos resultados se puede afirmar que el proceso técnico y los diversos ingredientes y preservativos usados, le proporcionaron al producto una adecuada estabilidad microbiológica, encontrándose estos resultados dentro de los intervalos permisibles comunicados por Acevedo (1982), para los productos alimenticios de origen marino.

Además, hay que tener en cuenta que durante la cocción de las pastas, necesariamente en agua en ebullición por un tiempo de 15 minutos, se logrará disminuir en gran cantidad su número. En la Tabla 40, se presentan estos resultados.

8.5.6 Almacenamiento.

Las pastas alimenticias fueron empacadas en bolsas de polietileno y almacenadas a temperatura ambiente (35-37°C), con el fin de prevenir la contaminación y deterioro del producto. Se observó una óptima presentación una vez finalizaron los cuatro meses del almacenamiento implicando que los procesos técnicos fueron realizados dentro de los más estrictos controles para la fabricación de esta clase de productos alimenticios.

8.5.7 Rendimiento.

Según los resultados durante la elaboración de pastas alimenticias a partir de harina de desechos de crustáceos se puede alcanzar rendimiento del 100%, si se trabaja con el mayor cuidado posible.

En la presente investigación se alcanzó un rendimiento del 95%, resaltando el hecho de que durante las fases de mezclado y amasado no hubo pérdidas alguna, debido a que al retirar la masa del mezclador se forman aglutinación y compactación.

TABLA 40 . Análisis Microbiológico en Pastas Alimenticias, elaboradas con harina de desechos de crustáceos. Después de cuatro meses de almacenamiento a temperatura ambiente (Lectura a las 48 horas).

Análisis	Formulaciones		
	1	2	3
	Micro-organismos/g		
<u>Salmonella-Shigella</u>	Negativo	Negativo	Negativo
<u>Staphylococcus aureus</u>	40×10^2	85×10^2	10×10^2
Anaerobios	20×10^2	50×10^3	4×10^2
Mesófilos	70×10^2	20×10^3	15×10^3
Termófilos	2×10^2	70×10^3	8×10^2
<u>E. coli</u>	4×10^2	5×10^3	40×10^3
Coliformes Fecales, N.M.P.	Negativo	Negativo	Negativo
Coliformes Totales, N.M.P.	Negativo	Negativo	Negativo
Hongos y Levaduras(Lectura a los 8 días)	3×10^2	7×10^3	60×10^3

1, 2, 3: Pastas alimenticias elaboradas con el 10, 20 y 15% de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

Fue durante la fase del moldeado final donde se presentaron pérdidas (5%), debido al corte y a pequeñas cantidades de masa que por sus mínimos tamaños impidieron el moldeado, lo cual se puede evitar si se planifica la cantidad adecuada de ingredientes alimenticios necesarios para obtener un moldeado exacto, sin desperdicios de masa.

8.5.8 Costo de Producción.

Se estableció teniendo en cuenta los mismos aspectos descritos en el ítem 8.1.7.

Las Tablas 41 y 42, presentan las cantidades de insumos y los costos para la producción de 1 Kg de pasta alimenticia para cada formulación, el cual estuvo representado así: \$134.31, \$138.31 y \$139.23, para las pastas alimenticias elaboradas con el 10, 20 y 15% de harina de desechos de crustáceos, respectivamente, procesadas en la Planta Piloto Pesquera Taganga; y \$132.76, \$136.90 y \$135.21 para aquellas elaboradas con 10, 20 y 15% de harina de desechos de crustáceos, respectivamente, procesada en la Fábrica Frigopesca, Cartagena. Como se puede apreciar, el mayor costo de procesamiento corresponde a las pastas alimenticias elaboradas con harina producida en Taganga, debido al efecto del transporte.

8.5.9 Precio de Venta.

Se estableció con una rentabilidad del 25% sobre el costo de producción de cada pasta alimenticia.

En las Tablas 43 y 44, se presentan los precios de venta de cada una de las pastas alimenticias, correspondiendo a las elaboradas a partir de harina de desechos de crustáceos procesada en Taganga las de mayor precio de venta, encontrándose estos

TABLA 41. Costo de Producción para la elaboración de Pastas Alimenticias, a partir de harina de Desechos de Crustáceos procesada en la Planta Piloto Pesquera Taganga, destinada al consumo humano.

Ingredientes alimenticios	Formulación 1			Formulación 2			Formulación 3		
	A	Costo \$	B	A	Costo \$	B	A	Costo \$	B
Harina de desechos de crustáceos	100.00	11.42	8.50	200.00	22.84	16.51	150.00	17.12	12.30
Harina de trigo	888.90	88.89	66.18	786.70	78.67	56.87	831.70	83.70	60.11
Especias y preservativos	8.60	15.00	11.16	8.30	17.80	12.86	13.30	19.40	13.93
Empaque	---	3.00	2.23	---	3.00	2.16	---	3.00	2.15
Mano de obra	---	10.00	7.44	---	10.00	7.23	---	10.00	7.19
Procesamiento en planta	---	6.00	4.47	---	6.00	4.33	---	6.00	4.30
Costo producto final (\$/Kg)	---	134.31	100.00	---	138.31	100.00	---	139.23	100.00

A : Cantidad (g) necesaria para la obtención de un Kg de Pastas alimenticias

B : Representa el porcentaje del costo del producto final.

TABLA 42. Costo de producción para la elaboración de Pastas Alimenticias, a partir de Harina de Desechos de Crustáceos en Frigopesca, Cartagena, destinadas al consumo humano.

Ingredientes alimenticios	Formulación 1			Formulación 2			Formulación 3		
	A	Costo\$	B	A	Costo\$	B	A	Costo\$	B
Harina de desechos de crustáceos	100.00	9.87	7.43	200.00	19.74	14.60	150.00	14.80	10.81
Harina de trigo	888.90	88.89	11.30	786.70	78.67	58.18	831.70	83.70	61.13
Especias y preservativos	8.60	15.00	4.52	8.30	17.80	13.16	13.30	19.40	14.17
Procesamiento en planta	-----	6.00	7.53	-----	6.00	4.43	-----	6.00	4.39
Mano de obra	-----	10.00	67.00	-----	10.00	7.40	-----	10.00	7.30
Empaque	-----	3.00	2.26	-----	3.00	2.21	-----	3.00	2.20
Costo producto final (\$/Kg)	-----	132.76	100.00	-----	135.21	100.00	-----	136.90	100.00

A : Cantidad (g) necesaria para la obtención de un Kg de Pastas Alimenticias

B : Representa el porcentaje del costo del producto final.

TABLA 43. Precio de Venta de Pastas Alimenticias elaborada con Harina de desechos de crustáceos, procesada en la Planta Piloto Pesquera Taganga.

Formulación	Precio de venta (\$/Kg)
1	179.08
2	185.64
3	184.41
4	210.00

1, 2 y 3: Pastas alimenticias elaboradas con el 10, 20 y 15% de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

4 : Pasta alimenticia comercial.

TABLA 44 . Precio de Venta de Pastas alimenticias elaboradas a partir de desechos de crustáceos, procesada en Frigopesca, Cartagena.

Formulación	Precio de venta(\$/Kg)
1	177.01
2	182.53
3	180.28
4	210.00

1, 2 y 3 : Pastas alimenticias elaboradas con el 10, 20 y 15% de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

4 : Pasta alimenticia comercial.

valores por debajo del valor de 1 Kg de pasta comercial y según los análisis bromatológicos realizados, el suministro de nutrientes es mayor en comparación al presentado por las pastas comerciales.

8.5.10 Degustación

La degustación de las pastas alimenticias elaboradas se realizó por medio de análisis de varianza y prueba de Duncan utilizando pastas comercial al huevo como control, con respecto a las siguientes características: Color; Forma (apariencia); Superficie al tacto; Aroma y sabor; Textura (elasticidad) y Mordida (Sensación bucal). El panel de degustadores estuvo conformado por quince personas, de diversas ocupaciones, de la Universidad Tecnológica del Magdalena (Estudiantes, profesores y secretarias).

Para la degustación, fueron cocidas en 500 ml de agua con 2% de sal, 50 g de las pastas alimenticias (23). El tiempo de cocción osciló entre 15 y 60 minutos dependiendo del tipo de pasta. A cada evaluador se le proporcionó 10 g de la respectiva pasta cocida, durante el análisis sensorial.

En la Tabla 45, se presentan los resultados de evaluación sensorial de las pastas alimenticias experimentales comparadas con la pasta control comercial, contrastados por el análisis de varianza y prueba de Duncan.

Las características de Forma, (apariencia); Superficie al tacto, Aroma y sabor, Textura (elasticidad) y Mordida (sensación bucal) no mostraron diferencias estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre las cuatro muestras evaluadas. Pero en relación a la característica de color, si se encontraron diferencias significativas

TABLA 45. Significancias Estadísticas mediante la prueba de Duncan en los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de pastas alimenticias elaboradas con harina de desechos de crustáceos.

Formulaciones	Características analizadas (15 degustadores)					
	Color	Forma(apariencia)	Superficie	Aroma y Sabor	Textura	Mordida
1	1.40 ^a	1.86 ^a	1.60 ^a	4.46 ^a	1.93 ^a	2.86 ^a
2	1.40 ^a	2.20 ^a	1.73 ^a	4.20 ^a	2.33 ^a	2.66 ^a
3	1.40 ^a	2.00 ^a	2.46 ^a	4.60 ^a	2.33 ^a	2.73 ^a
4	1.86 ^b	2.46 ^a	1.86 ^a	4.26 ^a	2.46 ^a	2.73 ^a

a, b : Letras iguales en una misma fila no existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$).

1,2 y 3: Pastas alimenticias elaboradas con 10, 20 y 15% de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

4 : Pasta alimenticia comercial (control).

($P < 0.05$) entre la pasta control y las elaboradas con harina de desechos de crustáceos. Estas diferencias se atribuye a la coloración rojiza propia de la harina de desechos de crustáceos que se torna carmelita clara en el producto final durante el mezclado con la harina de trigo y demás ingredientes.

8.6. ELABORACION DE CALDO DE CAMARON, A PARTIR DE HARINA DE DESECHOS DE CRUSTACEOS.

8.6.1 Formulación y agregado de ingredientes.

Los cubos de "caldo de camarón" elaborados con harina de desechos (20, 25 y 30 g/100g, respectivamente), presentaron una coloración muy similar a la ofrecida por cubos comerciales de caldo de res, pollo y pescado. Lo cual no sucedió al utilizar cantidades de 40, 60 y 70 g/100g de la mencionada harina, resultando, por el contrario, una coloración muy oscura.

Los ingredientes alimenticios, apio, harinas de trigo y de maíz, cilantro, pimentón, ajo, adobo, sal azafrán, orégano, cebolla y aceite, agregados en proporciones diferentes en cada una de las formulaciones elaboradas, le confirieron un agradable sabor al producto final, tornándolos apetecibles al gusto humano.

8.6.2 Homogenización.

Al mezclar cada una de las harinas con los respectivos ingredientes se obtuvo una adecuada homogenización, la que influyó en el proceso de moldeado. Sin embargo, el resultado fue deficiente en aquellos cubos de caldos preparados con 40, 60 y 70 g/100g de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

Durante esta fase se ensayaron varias proporciones de agua, pero el mejor resultado se estableció con 30 ml de agua por cada 100 g

de ingredientes secos, obteniéndose un buen y apropiado estado de humedad, que permitió un óptimo amasado y un rápido secado.

8.6.3 Moldeado.

Lograda la homogenización deseada se llevó a cabo el moldeado en forma manual. Para ello se extendió la masa en una bandeja metálica, formando los cubos con la ayuda de una espátula de metal.

8.6.4 Secado.

Se constató que la temperatura (60°C) y el tiempo de secado (cuatro horas) fueran adecuados para obtener un producto aliménticio de excelente presentación, con buena compactación de los ingredientes y coloración muy similar a la de los cubos de caldos de res, pescado y pollo comerciales.

8.6.5 Análisis Bromatológico.

En la Tabla 46 se presentan los resultados de proteína (16.35, 21.28 y 26.25 g/100g); grasa (17.60, 18.49 y 20.05 g/100g); humedad (6.42, 7.04 y 7.20 g/100g) y cenizas (3.60, 4.50 y 8.40 g/100g) para las formulaciones uno, dos y tres (elaboradas con 20, 25 y 30 g/100g de harina de desechos de crustáceos, respectivamente). Valores superiores a los determinados en el caldo de pescado (casa Knorr), usado como control de comparación cuyos valores de proteína, humedad y cenizas fueron de 11.08, 6.30 y 7.20 g/100g, respectivamente. El contenido de grasa en los caldos experimentales fue inferior al presentado por el caldo control (22.30 g/100g), resultado que depende directamente de la especie considerada y de los niveles de grasas añadidas en la formulación.

TABLA 46. Análisis Bromatológico de Caldos de Camarón elaborados con Harina de desechos de crustáceos, destinados al consumo humano.

Análisis	F o r m u l a c i ó n (g/100g)			
	1	2	3	4
Proteína	16.35	21.28	26.25	11.08
Grasa	17.60	18.49	20.05	22.30
Humedad	6.42	7.04	7.20	6.30
Cenizas	3.60	4.50	8.40	7.20

1, 2 y 3: Caldos de camarón elaborados con 20, 25 y 30 g/100g de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

4 : Caldo de pescado Knorr, usado como control.

Caicedo, Roca, Herrera y Castro (1982), elaboraron caldo de camarón a partir de desechos de camarón con proceso de elaboración parecido al de este trabajo y obtuvieron también resultados bromatológico muy similares, Tabla 47.

8.6.6 Análisis Microbiológico.

Los resultados se presentan en la Tabla 48. De acuerdo a los análisis microbiológicos, se determinó la presencia negativa de Coliformes Totales y Fecales, E. coli, Salmonella-Shigella y Staphylococcus aureus a las 48 horas, en cada una de las formulaciones de caldo de camarón.

El conteo de Hongos y Levaduras, Anaerobios, Termófilos y Mesófilos (microorganismos/g) fueron de 2×10 , 4×10^2 , 3×10^2 , 6×10^2 (Formulación 1); 5×10^2 , 1×10^2 , 2.5×10^3 , 9×10^2 (Formulación 2) y 3×10 , 8.5×10^2 , 3×10^3 , 4×10^2 (Formulación 3), respectivamente.

La Norma 1325 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) estipula que el recuento permisible de Mesófilos para semiconservas de origen pesquero es de 3.5×10^5 m.o/g (17), muy por encima al de los productos objetos de análisis.

Asímismo, el conteo de Anaerobios, Termófilos y Hongos y Levaduras fueron inferiores a 10^4 m.o/g.

Es de esperar que durante la preparación de los caldos, por cocción en agua se logre disminuir cierta cantidad de microorganismos no patógenos presentes en los cubos.

Durante el conteo de Hongos y Levaduras, se montaron placas al microscopio identificándose, en gran número, dos géneros de hongos: Aspergillus spp y Monilia spp, los cuales no implican

TABLA 47. Análisis Bromatológico en Caldo de Camarón.

Análisis	Resultado (g/100g).
Proteína	27.94
Grasa	6.63
Humedad	12.49
Cenizas	18.81

Fuente: Caicedo, Herrera, Roca y Castro. Aprovechamiento de los Desechos del Camarón en la Elaboración de Concentrados Proteicos y Derivados Quitinosos. Tesis Ingeniería Pesquera. Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta, 1982.

TABLA 48. Análisis Microbiológico en Caldos de Camarón elaborados con harina de desechos de crustáceos, destinado al consumo humano (Lectura a las 48 horas).

Análisis	F o r m u l a c i ó n		
	1	2	3
	Microorganismos/g		
<u>Salmonella-Shigella</u>	Negativo	Negativo	Negativo
<u>E. coli</u>	Negativo	Negativo	Negativo
Coliformes Totales	Negativo	Negativo	Negativo
Coliformes Fecales	Negativo	Negativo	Negativo
<u>Staphylococcus aureus</u>	Negativo	Negativo	Negativo
Hongos y Levaduras (lectura a los 8 días).	2×10	5×10^2	3×10
Anaerobios	4×10^2	1×10^2	8.5×10^2
Termófilos	3×10^3	2.5×10^3	3×10^3
Mesófilos	6×10^2	9×10^3	4×10^2

1, 2 y 3: Caldos de camarón elaborados con 20, 25 y 30 g/100g de harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

riesgos apreciables de contaminación debido a que en la mayoría de las harinas (de trigo, maíz y otros cereales) están presentes (40).

Además, la contaminación es factible sea originada dentro del mismo laboratorio de Microbiología.

8.6.7 Almacenamiento.

Los cubos de caldo de camarón fueron empacados en papel de aluminio, luego introducidos en bolsas de polietileno y almacenados a temperatura ambiente (35-37°C), en sitio libre de humedad y con normal aireación. Después de los dos meses de almacenamiento, el producto no presentó formación superficial de mohos u hongos. Se notaron las mismas estabilidad y coloración presentes en el producto antes del almacenamiento.

8.6.8 Rendimiento.

Durante el procesamiento tecnológico para la obtención de los caldos de camarón, no se encontraron pérdidas apreciables en cuanto al rendimiento final; el cual fue aproximadamente del 100%.

8.6.9 Costo de producción.

En las Tablas 49 y 50, se presentan las cantidades y costos de los insumos necesarios para la obtención de un Kg de Caldo de Camarón, considerando los mismos aspectos descritos en el ítem 8.1.7.

Los costos de producción de los caldos elaborados con harina de desechos de crustáceos procesada en Frigopesca, Cartagena

TABLA 49. Costo de Producción de Caldos de Camarón elaborado a partir de Harina de Desechos de Crustáceos procesada en la Planta Piloto Pesquera Taganga y destinada al consumo humano.

Ingredientes alimenticios	Formulación 1			Formulación 2			Formulación 3		
	A	Costo \$/Kg	B	A	Costo \$/Kg	B	A	Costo \$/Kg	B
Harina de desechos de crustáceos	200.00	22.84	4.70	250.00	28.55	6.18	300.00	34.26	9.07
Harina de trigo	170.00	17.00	3.50	170.00	17.00	3.70	170.00	17.00	4.50
Harina de maíz	50.00	3.50	0.72	50.00	3.50	0.76	50.00	3.50	0.93
Especias y preservativos	580.00	420.00	86.35	530.00	390.00	84.40	480.00	300.00	79.41
Procesamiento en planta	---	5.00	1.02	---	5.00	1.08	---	5.00	1.32
Mano de obra	---	10.00	2.05	---	10.00	2.16	---	10.00	2.64
Empaque	---	8.00	1.64	---	8.00	1.73	---	8.00	2.11
Costo producto final (\$/Kg)	---	486.34	100.00	---	462.05	100.00	---	377.76	100.00

A : Cantidad (g) necesaria para obtener un Kg de Caldo de Camarón

B : Representa el Porcentaje del costo del producto final.

TABLA 50. Costo de Producción de la elaboración de Caldo de Camarón, a partir de Harina de Desechos de Crustáceos procesada en Frigopesca, Cartagena y destinada al consumo humano.

Ingredientes alimenticios	Formulación 1			Formulación 2			Formulación 3		
	A	Costo \$/Kg	B	A	Costo \$/Kg	B	A	Costo \$/Kg	B
Harina de desechos de crustáceos	200.00	19.74	4.08	250.00	24.67	5.39	300.00	29.60	7.93
Harina de trigo	170.00	17.00	3.51	170.00	17.00	3.71	170.00	17.00	4.56
Harina de maíz	50.00	3.50	0.72	50.00	3.50	0.74	50.00	3.50	0.93
Especias y preservativos	580.00	420.00	86.91	530.00	390.00	85.12	480.00	300.00	80.41
Procesamiento en planta	---	5.00	1.03	---	5.00	1.09	---	5.00	1.34
Mano de obra	---	10.00	2.07	---	10.00	2.19	---	10.00	2.68
Empaque	---	8.00	1.66	---	8.00	1.75	---	8.00	2.14
Costo producto final (\$/Kg)	---	483.24	100.00	---	458.17	100.00	---	373.10	100.00

A : Cantidad (g) necesaria para obtener un Kg de Caldo de Camarón

B : Representa el porcentaje del costo del producto final.

fueron: \$483.24/Kg (Formulación 1); \$458.17/Kg (Formulación 2) y \$373.10/Kg (Formulación 3). Mientras los caldos de camarón formulados con Harina de Desechos de Crustáceos procesados en la Planta Piloto Pesquera Taganga presentaron costo de producción ligeramente mayor \$486.34/Kg (Formulación 1); \$462.05/Kg (Formulación 2) y \$377.76/Kg (Formulación 3).

8.6.10 Precio de venta

Se determinó teniendo en cuenta una Rentabilidad Bruta del 25% sobre el costo de producción de cada Kg de caldo de camarón.

En las Tablas 51 y 52 se presentan los precios de venta, correspondiendo a los elaborados con harina procesada en Taganga el mayor precio de venta (\$648.45/Kg), encontrándose dichos valores por debajo del valor de un Kg de caldo de pescado comercial (\$1304.34/Kg).

8.6.11 Degustación.

Se realizó en igualdad de condiciones a las descritas en el ítem 8.5.10, evaluándose las características de Apariencia; Aroma; Consistencia, Sabor y Componentes; para ésta se cocieron los caldos de camarón y muestra control en una relación de 10 g de caldo/200 ml de agua, dejándolo cocer por espacio de 5 minutos. A cada degustador se le suministró aproximadamente 10 ml.

Mediante el análisis de varianza y la prueba de Duncan, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) para las características de Aroma, Sabor y Componentes entre los caldos de camarón y la muestra control; pero no en las características de Apariencia y Consistencia.

TABLA 51. Precio de venta de Caldos de Camarón, elaborados a partir de Harina de Desechos de Crustáceos producida en la Planta Piloto Pesquera Taganga.

Formulación	Precio de Venta \$/Kg
1	648.45
2	616.06
3	503.68
4	1304.34

1, 2 y 3: Caldos de camarón elaborados con 20, 25 y 30% de Harina de Desechos de Crustáceos.

4 : Caldo control.

TABLA 52. Precio de venta de Caldos de Camarón, elaborados a partir de Harina de Desechos de Crustáceos producida en Frigopesca, Cartagena.

Formulación	Precio de venta \$/Kg
1	644.32
2	610.89
3	497.46
4	1304.34

1, 2 y 3: Caldo de camarón elaborados con 20, 25 y 30% de Harina de Desechos de Crustáceos.

4 : Caldo control.

Las posibles razones de estas diferencias pueden ser debidas al tipo de grasa presente y al alto sabor a pescado característico del caldo de pescado comercial; bajo la consideración de que el camarón es una especie pesquera de poco contenido de grasa natural, muy insípida por lo tanto; y es de esperar menor sabor particular a producto pesquero, en los caldos de camarón experimentales, no obstante haber agregado especias y otros saborizantes. En la Tabla 53, se presentan estos resultados.

TABLA 53. Significancia Estadística mediante la prueba de Duncan en los resultados obtenidos durante la degustación de los caldos de camarón, elaborados con Harina de Desechos de Crustáceos.

Formulaciones	Características analizadas (15 degustadores).				
	Apariencia	Aroma	Consistencia	Sabor	Componentes
1	2.53 ^a	3.10 ^a	2.13 ^a	2.60 ^a	3.33 ^a
2	1.73 ^a	2.83 ^a	1.86 ^a	2.93 ^a	3.46 ^a
3	1.86 ^a	2.70 ^a	2.40 ^a	3.06 ^a	3.20 ^a
4	2.66 ^a	4.00 ^b	3.60 ^a	3.73 ^b	3.46 ^b

a, b : Letras iguales en una misma fila no existen diferencias significativas estadísticamente ($P > 0.05$)

1, 2 y 3: Caldo de camarón elaborados con el 20, 25 y 30% de Harina de Desechos de Crustáceos.

4 : Caldo control (Knorr).

8.7. ENSAYOS ALIMENTICIOS EN CAMARON DE AGUA DULCE (Macrobrachium rosenbergii).

8.7.1 Adecuación y Localización.

Los tratamientos preliminarés efectuados durante la siembra de las postlarvas de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), fueron ajustados a lo recomendado por la literatura para este tipo de ensayo biológico (2).

La localización y construcción de los estanques en la Planta Piloto Pesquera Taganga, proporcionó amplias facilidades en lo relacionado a la obtención de ejemplares, elaboración del alimento y suministro de agua para el mantenimiento, control y alimentación de los mismos.

8.7.2 Características Físico-químicas del agua.

Los promedios de los parámetros físico-químicos medidos durante 24 horas antes de la siembra fueron los siguientes: Temperatura, 30.60°C; Oxígeno disuelto, 6.62 mg/l; pH, 7.66; NH_4^+ , 0.025 mg/l; NO_2^- , 0.042 mg/l y NO_3^- , 6.89 mg/l. Tabla 54, los que se encuentran dentro de los reportados por Aquacop (1977); la cual recomienda concentraciones de NH_4^+ menores de 0.1 y de nitratos mayores de 5 mg/l, en sistemas cerrados.

Durante todo el desarrollo de la experiencia se logró mantener los parámetros de pH, Temperatura, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- y O_2 disuelto en forma constante y de orden similar a los obtenidos al inicio del ensayo. En la Tabla 55 se reportan los promedios de las mediciones realizadas mensualmente.

El agua utilizada mostró buena producción primaria (organismos microscópicos) la que influyó positivamente en la producción

TABLA 54. Parámetros Físico-químico, registrados durante 24 horas en los estanques de engorde de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), Planta Piloto Pesquera Taganga. Julio 5-6 de 1987.

H o r a s	P a r á m e t r o s F í s i c o - q u í m i c o					
	$^{\circ}\text{T}$ ($^{\circ}\text{C}$)	O_2 (mg/l)	PH	NH_4^+ (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)
10 a.m.	30.00	7.50	8.00	0.031	0.043	7.31
14 p.m.	31.00	15.60	7.50	0.021	0.044	6.20
18 p.m.	32.00	4.50	8.00	0.029	0.053	7.31
22 p.m.	29.00	4.00	----	0.030	0.027	6.73
2.0 a.m.	30.00	3.65	----	0.028	0.032	7.60
6.0 a.m.	32.00	4.50	----	0.011	0.054	6.20
Promedio	30.60	6.62	7.83	0.025	0.042	6.89

---: No se realizaron mediciones

TABLA 55 . Parámetros Físico-químico, registrado durante el desarrollo del engorde de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

M e s e s	P a r á m e t r o s			F í s i c o - q u í m i c o		
	NH ₄ ⁺ (mg/l)	°T (°C)	PH	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	O ₂ (mg/l)
1	0.04	30	7.50	0.05	5.40	5.80
2	0.08	26	8.00	0.03	6.22	3.70
3	0.09	32	8.00	0.03	7.41	7.50
4	0.20	30	7.00	0.05	6.20	4.50

fotosintética de O_2 . Se observó durante la fase de recambio y sifóneo, realizada cada siete días, que se producía un descenso en los niveles de O_2 , debido a la descomposición del alimento suministrado y la muerte de las algas, formándose una masa espesa en la región superficial de los estanques. Este problema se solucionó, sifoneando cada tres días, para así mantener los parámetros físicos y químicos en sus niveles no tóxicos y la calidad óptima del agua de los estanques.

También se encontró niveles bajos de O_2 durante los días nublados y lluviosos, los cuales se prolongaban por períodos de uno o dos días consecutivos; trayendo como consecuencia la migración de los camarones hacia la superficie de los estanques y dificultad en nadar.

Algunos autores afirman que las concentraciones de O_2 disuelto en el agua entre 5 y 13 p.p.m., ofrecen las condiciones más adecuadas para el rápido desarrollo de los camarones (2). En nuestra experiencia se logró mantener niveles similares.

8.7.3 Características generales de las dietas elaboradas para la alimentación de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii)

Las tres dietas elaboradas llevaron los siguientes requisitos, en cuanto a características generales:

- a. Bajos costos de los ingredientes utilizados para elaborar cada dieta.
- b. El contenido bromatológico de los ingredientes alimenticios cumplió con los requerimientos de nutrientes especificado para esta especie de camarón.
- c. Los camarones mostraron predilección y facilidad de captura por las dietas.

d. Lograron depositarse directamente en el fondo o se sedimentaron al aplicar una ligera remoción.

e. El peletizado permaneció estable en el agua durante un período de 12 horas, sin disolverse y sin alteración de sus componentes alimenticios.

f. El alimento peletizado no causó contaminación microbiana en el agua del estanque y, por consiguiente, enfermedades en la especie de camarón cultivada.

Las condiciones estipuladas en este proyecto, durante la elaboración de las dietas, fueron similares a las descritas por Lovell (1979), por la del Manual de la FAO para Cultivo de Camarón (22,26), y a la de la Dirección del Servicio de Información Técnica del Ecuador (43).

8.7.4 Composición bromatológica de las dietas utilizadas en la Alimentación de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

Se presenta en la Tabla 56. Los valores de proteína, humedad, extracto etéreo, cenizas, fibra, densidad y grado de empardeamiento son muy similares entre dietas. El contenido porcentual de proteína se encuentra entre 40.70 y 41.10 g/100g siendo el menor valor obtenido en la dieta dos (harina de crustáceos sola); la humedad, entre 6.93 y 8.18%; grasa, 9.06 y 9.58%; fibra constante e igual al 5%; cenizas entre 11.50 y 12.25%; densidad, entre 0.46 y 0.58 g/ml y grado de empardeamiento 0.73 y 1.25 absorbancia a 420 nmómetro/g. Los valores de calcio, fósforo y hierro determinados son los correspondientes al agregado por la mezcla de vitaminas y minerales, Tabla 13, y por el aporte de la mezcla de las harinas integral de tiburón y harina de desechos de crustáceos, respectivamente.

TABLA 56.. Análisis bromatológico y Físico químico de las dietas, elaboradas de desechos de crustáceos y control para engorde de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

Análisis	D i e t a s			
	1	2	3	4
Proteína, g/100g	41.10	40.70	40.90	20.12
Humedad, g/100g	7.43	8.18	6.93	6.70
Grasa, g/100g	9.06	8.77	9.58	4.85
Cenizas, g/100g	12.24	12.25	11.50	5.16
Fibra, g/100g	5.00	5.00	5.00	----
Calcio, ^a mg/100g	*	*	*	----
Fósforo, ^b mg/100g	*	*	*	----
Hierro, ^c mg/100g	*	*	*	----
Densidad, g/ml	0.57	0.58	0.46	0.56
Empardeamiento no enzimático, absorbancia/420 nm/g	0.73	0.98	1.25	0.30

1, 2 y 3: Dieta elaborada con 62,50, 100.00 y 50 g/100g de harina de desechos de crustáceos.

4 : Dieta control (concentrado purina)

a, b, c.: Calculadas con base en el aporte del suplemento de vitaminas y minerales utilizados en la elaboración de cada dieta y del contenido bromatológico de la materia prima.

-----: Se desconocen los valores en el producto comercial.

La diferencia encontrada en los resultados bromatológicos de las dietas, especialmente de proteína, pudo deberse al aporte proteico de la harina de trigo y soya. Asimismo, las demás variaciones entre una dieta y otra se deben a las proporciones usadas de los diferentes materiales alimenticios.

Los valores bromatológicos reportados en esta investigación son los requeridos nutricionalmente para el engorde de estas especies pesqueras (9).

Como se observa en la Tabla 57, al comparar los resultados obtenidos, con los presentados en la última edición de la Guía para el cultivo de Camarón no existe ninguna diferencia marcada entre ellos (43).

De las Tablas 58 y 59, tomadas del Manual de la FAO (13), se deduce que los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro de los intervalos permisibles e ideales para el engorde de camarón de agua dulce.

Las formulaciones de las tres dietas a nivel de 40% de proteína permitió cumplir con los requerimientos proteicos de los crustáceos, los cuales oscilan entre un 40 y 60% del alimento suministrado (7).

Casi todos los piensos japoneses y taiwaneses para camarones y otras especies marinas han sido formulados y elaborados con niveles de 40% de proteína (7), similares al utilizados en la presente investigación. No obstante que con niveles de proteína inferiores al 40% se pueden engordar camarones de agua dulce, reduciéndose así los costos en la dieta; se debe más bien tener en cuenta la calidad de la fuente proteica para la elaboración de la dieta alimenticia. La dieta

TABLA 57. Distribución de ingredientes en dieta práctica para camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

Componente	Contenido (g/100g)
Proteína	29.40 - 31.70
Grasa	4.00 - 8.00
Fibra	8.40 - 8.50
Cenizas	17.60 - 18.20
Calcio	2.70 - 3.90
Fósforo	1.50 - 2.20

Fuente: Dirección del Servicio de Información Técnica. 1981. Cultivo de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii). Guayaquil - Ecuador.

TABLA 58. Pienso recomendado para el engorde de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii) (Balazs, 1973).

Ingredientes alimenticios	Contenido (g/100g)
Harina de soya (47% de proteína)	21.00
Harina de pescado (57% de proteína)	20.30
Harina de camarón (45% de proteína)	20.00
Maíz molido	17.30
Harina de trigo con alto glúten	20.00
Sal yodada	0.40
Mezcla de microingredientes	1.00
Total	100.00
Contenido de proteína del pienso(g/100g)	35.00

Fuente: Balazs, 1973. Manual para el Cultivo de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

TABLA 59. Pienso recomendado para engordar camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

Ingredientes	Cantidad (g/100g).
Aceite de pescado	3.00
Harina de desechos de camarón	25.00
Harina de pescado	10.00
Harina de maní	5.00
Harina de soya	5.00
Arroz machacado	25.50
Salvado de arroz	25.50
Goma guar	1.00
Total	100.00
Proteína en la dieta	40.00

Fuente: Boonyaratpalin y New, 1982, Manual del Cultivo de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

control presentó un 20% de proteína y se observó que los especímenes crecieron en forma muy parecida a los alimentados con niveles de 40% de proteína, lo que corrobora lo anteriormente comentado.

Diversos investigadores como Sick et. al. (1975), Balazs, Ross(1976) y Millikin (1980) sugieren que niveles de proteína entre 20 y 40% son adecuadas para mantener tasas máximas de crecimiento en Macrobrachium rosenbergii .

La relación lípidos-carbohidratos, juega un papel primordial en las funciones metabólicas del animal. Los valores obtenidos en dicha relación en el presente ensayo fueron Dieta 1, 1:2.2; Dieta 2, 1:1.5; Dieta 3, 1:3 y Dieta 4, 1:1. Glifford y Brick (1978-1979) sugieren que esta relación debe estar entre 1:3 y 1:4 al utilizar 25% de proteína en la dieta.

Millikin (1980) afirmó que estos valores deben ser iguales a 1:2, al nivel del 40% de proteína y 1:3 para 32% de proteína. Ambos autores concluyen que el langostino malayo (Macrobrachium rosenbergii) cataboliza menos proteína al ser alimentado con dietas que contengan baja proporción de lípidos-carbohidratos, y que ésta aumenta cuando la dieta presenta mayor proporción. En esta investigación el mayor valor lo proporcionó la Dieta 3, (1:3), mientras que la Dieta 2 mostró relaciones no adecuadas.

Al agregar el cebo de res fundida, utilizada no sólo como fuente de energía sino también de colesterol, se tuvo en cuenta obtener en las dietas valores no inferiores al 8%, debido a que los crustáceos no pueden sintetizar los esteroides (4).

En general, las características bromatológicas y físico-químicas presentadas por cada una de las tres dietas peletizadas

se encuentran dentro del intervalo recomendado por los estándares del Consejo de Nutrición de la Asociación de Fabricantes de Piensos Americanos (9). Según dicha asociación los valores de grasa deben oscilar entre 5-10%; humedad, no debe sobrepasar el 10% porque valores mayores a éste se encuentran en lo que se denomina zona peligrosa de calentamiento espontáneo y crecimiento de hongos.

8.7.5 Tasa Alimenticia.

El suministro de las dietas a los camarones se ajustó con base al 100, 25, 20 y 5% de la biomasa establecida en cada uno de los tratamientos, respectivamente. En la Tabla 60, se presenta la duración, en días de cada suministro porcentual, el cual se estableció de acuerdo a las manifestaciones alimenticias de los animales y condiciones del medio tales como: producción primaria (micro-algas), abundancia de comida, mortalidad y otros.

8.7.6 Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A).

Las conversiones obtenidas en el presente estudio presentaron valores de 3.63 (Dieta 1), 5.16 (Dieta 2), 5.02 (Dieta 3) y 4.91 (Dieta 4), Tabla 61; las cuales no difieren con los obtenidos por Aquacop (1977), en experiencias realizadas en acuarios: 3.60 y 7.0 para niveles de proteína entre 27, 31 y 22%, respectivamente (22). En el presente ensayo se mantuvieron las dietas experimentales bajo un mismo nivel de proteína(40%) y la dieta control en 20% de proteína.

Las diferencias en los valores de F.C.A., pueden ser debidas al carácter nutricional y proporciones diferentes de las materias primas con las que fueron elaboradas las dietas.

TABLA 60. Distribución porcentual alimenticia utilizada durante el engorde de postlarvas de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

Tiempo (Días)	Porcentaje de alimento (con base en la biomasa).
0	100.00
30	25.00
60	20.00
90	5.00
120	5.00

TABLA 61. Indices o Factores de conversión de alimento (F.C.A.) obtenidos en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), bajo cuatro dietas alimenticias.

Tiempo (Días)	D i e t a s			
	1	2	3	4
	Factor de conversión alimenticia			
30	3.00	2.80	5.40	2.60
60	3.80	3.55	3.85	4.15
90	5.40	6.60	5.38	5.30
120	2.10	4.20	8.80	3.00
Total	3.63	5.16	5.02	4.91

Es de anotar que el factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.), no sólo depende del alimento suministrado, sino también de otros factores, tales como: densidad de la población inicial, pesos individuales de los especímenes, temperatura y otros (Huet, 1973).

8.7.7 Ganancias de peso y longitud.

Las variaciones mensuales de peso y longitud promedios para las poblaciones de camarones alimentados con las cuatro dietas ensayadas, se presentan en las Tablas 62, 63 y Figuras 14, 15. Se puede observar que la mayor ganancia en peso (8.04 g/120 días) ocurrió con la dieta 1 (62.5 g/100g de harina de desechos de crustáceos); mientras el menor valor ocurrió con la dieta 3 (50 g/100g de harina de desechos de crustáceos).

La mayor longitud (11.62 cm/120 días) se determinó con la dieta 1; y la menor (8.28 cm/120 días) con la dieta 2 (100g/100g de harina de desechos de crustáceos).

En la Tabla 64, Figura 16, se presentan y describen las ganancias diarias en peso. El mayor promedio en peso fue de 0.061 g/día (dieta 2) y el menor, 0.042 g/día (dieta 1).

En general, se observa que el crecimiento promedio en talla y peso para las postlarvas de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con las tres dietas elaboradas con harina de desechos de crustáceos, teniendo como patrón el concentrado de purina, fue homogéneo entre uno y otro tratamiento.

TABLA 62. Promedios de pesos (g), obtenidos en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas elaboradas a partir de harina de desechos de crustáceos.

Tiempo (Días)	D i e t a s			
	1	2	3	4
	peso (g)			
0	0.05	0.05	0.05	0.05
30	0.44	0.30	0.31	0.40
60	0.60	1.20	0.98	0.92
90	2.24	2.98	2.12	2.96
120	8.04	7.42	6.38	7.32

TABLA 63. Promedios de longitudes (cm), obtenidos en cámara de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii) alimentados con dietas peletizadas elaboradas con harina de desechos de crustáceos.

Tiempo (Días)	D i e t a s			
	1	2	3	4
	Talla (cm)			
0	1.25	1.25	1.25	1.25
30	3.58	3.30	3.48	3.10
60	4.66	3.94	4.86	4.30
90	6.60	6.80	5.84	6.60
120	11.62	8.28	8.54	10.84

FIGURA 14. Curva de crecimiento en peso (g), obtenida en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas peletizadas elaboradas con harina de desechos de crustáceos.

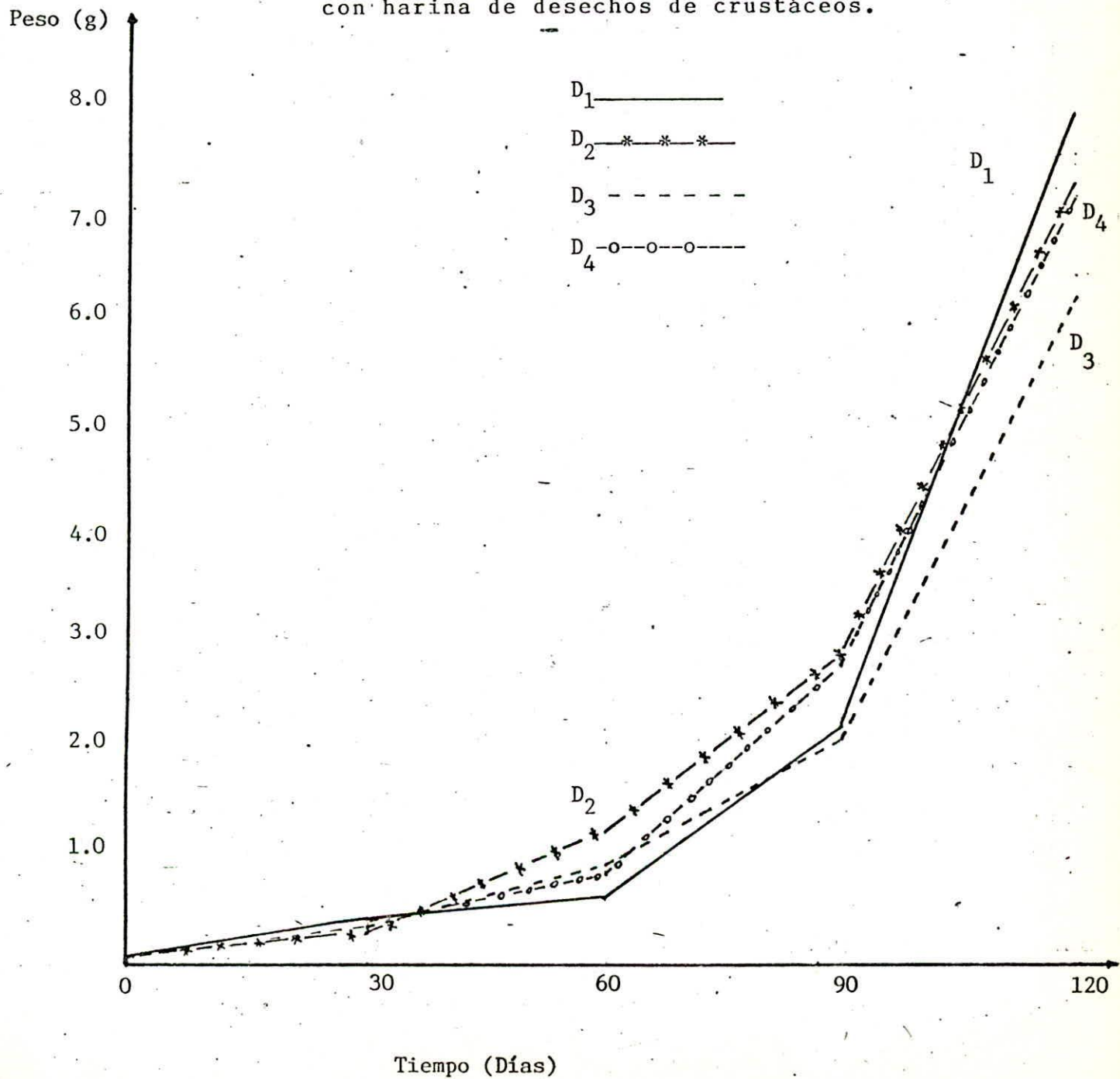


FIGURA 15. Curva de crecimiento en longitud (cm), obtenida en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas peletizadas elaboradas con harina de desechos de crustáceos.

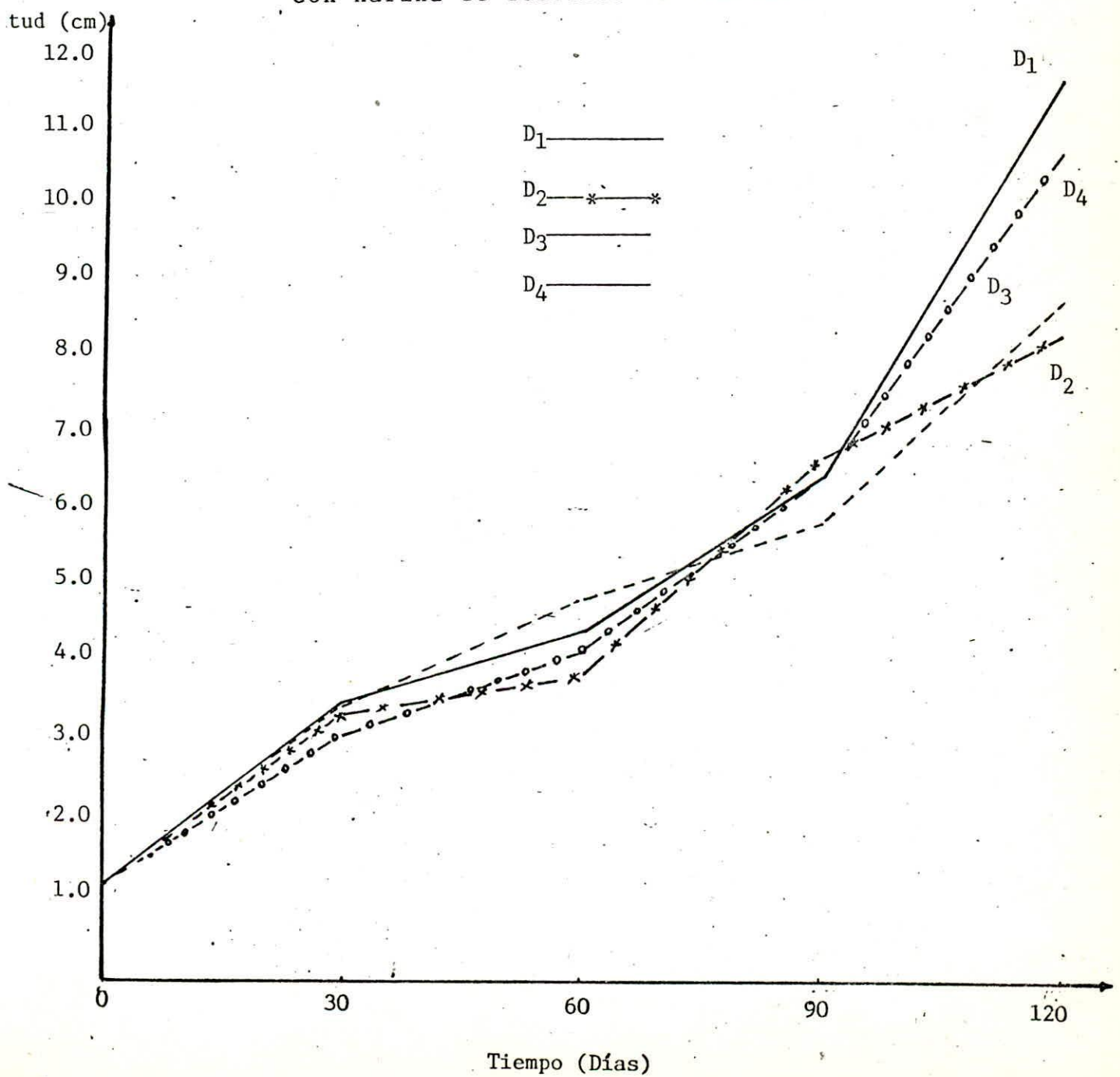
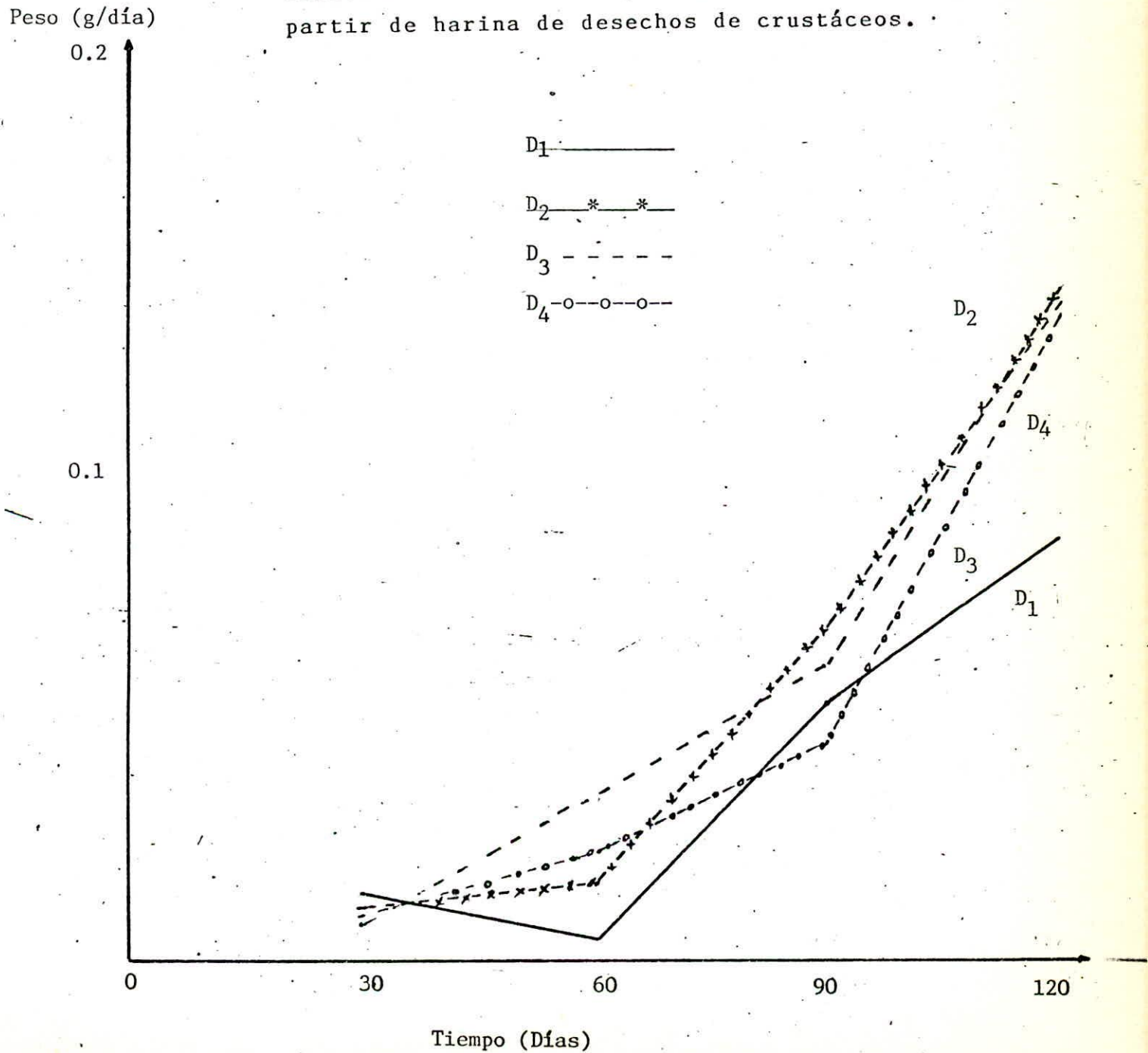


TABLA 64. Ganancia en peso (g/día), obtenido en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii) alimentados con dietas peletizadas elaboradas a partir de harina de desechos de crustáceos.

Tiempo (Días)	D i e t a s			
	1	2	3	4
	Peso (g/día)			
30	0.013	0.008	0.009	0.011
60	0.005	0.030	0.022	0.017
90	0.054	0.059	0.038	0.068
120	0.096	0.148	0.142	0.145
Promedio	0.042	0.061	0.052	0.060

FIGURA 16. Curva de crecimiento en peso (g/día), obtenida en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con dietas peletizadas elaboradas a partir de harina de desechos de crustáceos.



U.E.A.T (1981), durante un ensayo de engorde con Macrobrachium rosenbergii por 167 días obtuvo peso promedio de 14.143g y talla de 78.70mm, Tabla 65; mayor y menor, respectivamente, a los resultados obtenidos a los 120 días, en el presente trabajo en relación a peso y talla(43).

En un ensayo efectuado por la Universidad Tecnológica del Magdalena y el SENA, regional Santa Marta (1987), los camarones de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii) alcanzaron peso y talla promedios de 24.06-20.07g y 6.27-9.26 cm , respectivamente, a los 49 días en estanques separados de tierra, alimentándolos con dieta peletizada elaborada con 37.30g/100g de harina de desechos de crustáceos sembrados a una densidad de 10 individuos/m², Tabla 66.

Estos resultados en peso son más altos que los obtenidos en estanques en Taganga; siendo el crecimiento en longitud promedio mayor.

Entre los factores que pudieron incidir en el bajo incremento en peso de los camarones engordados en Taganga, se tienen: mayor densidad que la ensayada en el SENA (14 individuos/m²); el stress producido en los camarones posiblemente por la continua presencia de personas ajenas al ensayo quienes muchas veces lograron perturbar directamente los estanques; altas temperaturas, sin contar los animales con refugios naturales; efecto de la mayor concentración de la harina de desechos de crustáceos en la digestibilidad.

A partir de los resultados obtenidos en longitud y peso en el ensayo realizado en Taganga, se puede afirmar que el crecimiento de las postlarvas de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii) fue alométrico minorante, es decir, que las postlarvas crecieron más en longitud que en peso.

TABLA 65. Siembra y cosecha del Macrobrachium rosenbergü
Cultivado en estanque (FAO, 1977).

Condiciones evaluadas	Valores
Densidad de siembra	20/m ²
Camarones sembrados	6.000
Peso promedio inicial(g)	0.052
Longitud promedio inicial(cm)	1.150
Días del ensayo	172
Supervivencia (%)	60
Peso promedio final (g)	14.143
Longitud promedio final (cm)	7.87

Fuente: FAO, Manual para el Cultivo de Camarón de agua dulce
(Macrobrachium rosenbergü). 1977.

TABLA 66. Ensayo de engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentado con dieta peletizada elaborada con harina de desechos de crustáceos, SENA, regional Santa Marta.

Condiciones evaluadas	Estanque A	Estanque B
	V	a l o r e s
Densidad de siembra	10/m ²	10/m ²
Camarones sembrados	6.000	3.000
Peso promedio inicial (g)	3.72	2.52
Longitud promedio inicial(cm)	5.00	5.02
Días de ensayo	49	49
Supervivencia (%)	50	50
Peso promedio final (g)	24.06	20.07
Longitud promedio final(cm)	6.27	9.26
Area	600 m ²	300 m ²

Fuente: Lacera, Dávila, Ortíz, Fonseca y Viloria, 1987
 Universidad Tecnológica del Magdalena-SENA, Santa
 Marta.

Aquacop (1977), comunicó que para obtener mejores incrementos en el peso con dietas artificiales, éstas se deben diseñar y elaborar de acuerdo a la especie a cultivar, ya que hay especificidad en los requerimientos alimenticios de camarones.

8.7.8 Interpretación del Diseño Estadístico Experimental.

8.7.8.1 Análisis de varianza.

A continuación se presentan los pasos seguidos para realizar el análisis de varianza para el crecimiento en peso (g), a los 30 días. De igual manera se efectuó para pesos y longitudes resultantes en los períodos de 60, 90 y 120 días siguientes. Se escogieron al azar cinco ejemplares como réplicas de cada tratamiento. Tabla (67).

1. Cálculo del Factor de Corrección.

$$F.C. = \frac{X^2}{an} = 2.6864$$

2.

$$S.C. Total = \sum X^2 - F.C. = 0.2249$$

3.

$$S.C. Tratamiento = \frac{\sum X^2 Tratamiento - F.C.}{n} = 0.0695$$

4.

$$S.C. error = S.C. Total - S.C. Tratamiento = 0.1554$$

5. Grado de libertad total

$$G.L. total = (a \times n) - 1 = 19$$

TABLA 67. Crecimiento en peso de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), durante el ensayo realizado en la Planta Piloto Pesquera Taganga, a los 30 días de cultivo.

Réplicas	Dietas (Ganancia de peso en g).			
	1	2	3	4
1	0.42	0.28	0.39	0.60
2	0.44	0.26	0.42	0.46
3	0.39	0.33	0.28	0.20
4	0.50	0.40	0.30	0.48
5	0.45	0.23	0.20	0.30
$\sum X$	2.20	1.50	1.59	2.04
\bar{X}	0.44	0.30	0.31	0.40

6. Grado de libertad error

$$G.L._{error} = a(n-1) = 16$$

7. Grado de libertad tratamiento

$$G.L._{Tratamiento} = G.L._{Total} - G.L._{error} = 19 - 16 = 3$$

8.

$$C.M._{Total} = \frac{S.C._{Total}}{G.L._{Total}} = 0.0118$$

9.

$$C.M._{error} = \frac{S.C._{error}}{G.L._{error}} = 9.71 \times 10^{-3}$$

10.

$$C.M._{Tratamiento} = \frac{S.C._{Tratamiento}}{G.L._{Tratamiento}} = 0.02317$$

11. Frecuencia calculada

$$F.C. = \frac{C.M._{tratamiento}}{C.M._{error}} = 2.3856$$

Con base en estos resultados fue elaborada la Tabla 68.

Durante el análisis de varianza, F no fue significativa ($P > 0.05$), por lo tanto no hubo diferencias estadísticas significativas entre los promedios de aumento de peso de los camarones alimentados con las cuatro dietas experimentales y el control Purina, durante 30, 60, 90 y 120 días, respectivamente.

El análisis de varianza con los valores promedios de incremento en longitud, no estableció diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), a los 30, 90 y 120 días de alimentación, respectivamente. En cambio para los 60 días de ensayo F fue altamente significativa ($P < 0.05$).

TABLA 68. Análisis de varianza para el aumento en peso(g), encontrado en el engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), alimentados con cuatro dietas, a los 30 días de cultivo. Distribución al azar.

Efectos de la varianza	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. tabulado	
					0.05	0.01
Tratamiento	3	0.069495	0.023165	2.3856	3.24	5.29
Error	16	0.15536	9.71×10^{-3}			
Total	19	0.224855				

F. C. (calculada) > F. Tabulada = no significancia al nivel del 95%.

8.7.8.2 Prueba de Comparación Múltiple de Duncan.

Mediante la prueba de Duncan, se calcularon las significancias estadísticas a los 30, 60, 90 y 120 días, para el incremento en peso y talla de cada dieta per se. Así, para los primeros 30 días de tratamiento en relación al incremento en peso, se ilustran los siguientes cálculos (Tabla 69).

1. Error Estandar de la media

$$\bar{S}x = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{9.71 \times 10^3}{5}} = 0.0440$$

2. Utilizando la Tabla de Duncan para $\alpha = 0.05$ (5%), con Grado de Libertad del Error igual a 16, se obtuvieron los valores correspondientes para 2, 3 y 4 medias (36).

TABLA 69. Valores de las Medias con $\alpha = 0.05$, según Tabla de Duncan.

G. L.	α	Número de Medias		
		2	3	4
16	0.05	3.00	3.15	3.23

3. Cálculo del Límite de Significancia (L.S.)

$$L. S. = t_{\alpha} \times \bar{S}x$$

$$L. S. = 3.00 \times 0.440 = 0.132$$

$$L. S. = 3.15 \times 0.440 = 0.138$$

$$L. S. = 3.25 \times 0.440 = 0.142$$

4. Se determinaron las medias (\bar{X}) de cada dieta y se ordenan de mayor a menor, y se compara con L.S.; estableciéndose las diferencias en las cuatro ensayadas.

D ₁	D ₄	D ₃	D ₂
0.44 (g)	0.40 (g)	0.31 (g)	0.30 (g)

D₁ - D₄ = 0.040 > 0.132 No significativa

D₁ - D₃ = 0.130 > 0.138 No significativa

D₁ - D₂ = 0.140 > 0.142 No significativa

D₄ - D₃ = 0.090 > 0.132 No significativa

D₄ - D₂ = 0.100 > 0.138 No significativa

D₃ - D₂ = 0.010 > 0.142 No significativas

Cálculos similares se efectuaron para el crecimiento en talla y peso a los 30, 60, 90 y 120 días, respectivamente.

En la Tabla 70 se presentan los resultados de la prueba de Duncan, para el incremento en peso (g) de los camarones en las cuatro dietas ensayadas.

Según los resultados, no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los pesos de los camarones alimentados con las tres dietas experimentales entre sí y el control Purina, en los 120 días de ensayo. Por lo tanto, se determinó que la variación numérica existente entre cada una de las dietas se debe exclusivamente al azar, implicando que al alimentar con cualquiera de estas cuatro dietas se obtiene el mismo impacto nutricional, pues son equivalentes estadísticamente.

Por lo tanto se puede suministrar la dieta dos sin ningún riesgo de deficiencia debido a que produce estadísticamente el mismo impacto nutricional que las otras dos dietas experimentales

TABLA 70. Significancia Estadística, mediante la prueba de Duncan, entre los promedios de peso (g), obtenidos en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), sometido bajo diferentes dietas alimenticias.

Tiempo (Días)	D i e t a s				\bar{X}	\bar{S}_x	C.V.
	1	2	3	4			
0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		
30	0.44 ^a	0.30 ^a	0.31 ^a	0.40 ^a	0.36	0.044	26.88
60	0.60 ^ε	1.20 ^a	0.98 ^a	0.92 ^a	0.92	0.194	10.64
90	2.24 ^a	2.98 ^a	2.12 ^a	2.96 ^a	2.57	0.322	3.82
120	8.04 ^a	7.42 ^a	6.38 ^a	7.32 ^a	7.29	0.820	1.35

a: no existe diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$).

y el control Purina, resultando menos costoso el engorde de camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), con la dieta dos, con base en su menor costo de producción (\$94.00Kg).

Asímismo, en la Tabla 71 se presenta el análisis de la significancia estadística según la prueba de Duncan para los incrementos en tallas. A los 30 días de ensayo no se presentó ninguna diferencia estadística ($P > 0.05$), entre las cuatro dietas evaluadas.

A los 60 días, se constataron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre la dieta tres y las dietas dos y cuatro; asímismo, la dieta dos fue diferente a la dieta uno. Las dietas tres y cuatro no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) con la dieta uno.

A los 90 días de ensayo, la dieta tres fue diferente estadísticamente ($P < 0.05$) de las dietas uno y dos, no existiendo ninguna diferencia ($P > 0.05$) entre las otras dos dietas y el control Purina.

A los 120 días de ensayo, se determinaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), entre las dietas dos y tres con las dietas uno y cuatro.

La dieta uno fue igual estadísticamente a la dieta cuatro y la dieta tres a la dieta dos. De acuerdo a estos resultados se pueden suministrar indistintamente la dieta dos o tres, pues fueron las que mejores resultados nutricionales ofrecieron; pero desde el punto de vista económico resulta más benéfica la dieta dos por su menor costo de producción (\$94.00/Kg).

TABLA 71. Significancia Estadística, mediante la prueba de Duncan, en los promedios de talla (cm), obtenidos en Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), bajo diferentes dietas alimenticias.

Tiempo (Días)	D i e t a s				\bar{X}	\bar{S}	C.V.
	1	2	3	4			
0	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25		
30	3.58 ^a	3.30 ^a	3.48 ^a	3.10 ^a	3.36	0.243	15.47
60	4.66 ^{a,c,d}	3.94 ^b	4.86 ^{c,a}	4.30 ^{d,a}	4.44	0.170	8.56
90	6.60 ^{a,b,d}	6.80 ^{b,a,d}	5.84 ^c	6.60 ^{d,a,b}	6.46	0.237	8.23
120	11.62 ^{a,d}	8.28 ^{b,c}	8.54 ^{c,b}	10.84 ^{d,a}	9.82	0.766	17.45

a,b,c,d : Letras iguales en sentido horizontal, no existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$).

8.7.9 Mortalidad.

Con base en el conteo de especímenes de cada estanque, se pudo establecer una mortalidad del 40%. Las posibles causas fueron: depredación (libébulas), efectos de las condiciones ambientales (excesivo sol y fuertes lluvias) y deficiente manipuleo.

Sin embargo, en la práctica son aceptables supervivencias del 50%, entre la metamorfosis y la recolección de la cosecha (13).

8.7.10 Costo de producción de las dietas.

En la Tabla 72 se presenta el costo de cada uno de los insumos y demás aspectos involucrados en el valor de cada dieta peletizada elaborada en la presente investigación.

El menor costo de producción lo presentó la dieta dos (\$94.00/Kg). Las dietas uno y tres presentaron valores de \$119.51/Kg y \$143.33/Kg, respectivamente.

Con base en no existir diferencias estadísticas en relación a los pesos y tallas de los camarones resulta más conveniente desde el punto de vista económico nutricional, administrar la dieta dos por su menor costo, en comparación a las otras tres dietas.

Por otro lado, es conveniente anotar cómo los costos de producción de los diferentes peletizados pueden resultar más económicos si se elaboran en el mismo sitio de adquisición de la materia prima, por ahorro en el costo de transporte. Además,

TABLA 72. Costo de producción de las Dietas elaboradas a partir de Desechos de Crustáceos para la alimentación de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergü).

Ingredientes alimenticios	Dieta 1			Dieta 2			Dieta 3		
	A	Costo \$	B	A	Costo \$	B	A	Costo \$	B
Harina de Desechos de Crustáceos	625.00	46.25	36.18	1000.00	74.00	100.00	500.00	37.06	25.86
Harina de trigo y soya	190.00	10.26	8.58	---	---	---	252.70	13.64	9.52
Harina de Tiburón	105.00	31.50	26.35	---	---	---	157.30	47.19	33.00
Grasa	10.00	1.00	0.84	---	---	---	20.00	2.00	1.40
Salvado de trigo	50.00	3.50	2.93	---	---	---	50.00	3.50	2.44
Mezcla de vitaminas y minerales	20.00	10.00	8.36	---	---	---	20.00	20.00	13.96
Empaque	---	1.00	0.84	---	1.00	---	---	1.00	0.70
Transporte	---	3.00	2.51	---	3.00	---	---	3.00	2.09
Procesamiento en planta	---	3.00	2.51	---	3.00	---	---	3.00	2.09
Mano de obra	---	10.00	8.36	---	10.00	---	---	10.00	6.97
Costo Producto final (\$/Kg)	---	119.51	100.00	---	94.00	100.00	---	143.33	100.00

A: Cantidad en (g) necesaria para producir un Kg de Dieta peletizada

B: Representa el porcentaje del valor total.

pueden utilizarse diversos productos alimenticios, fuentes de carbohidratos, vitaminas y minerales, propios de la región.

8.7.11 Precio de Venta.

Con el fin de tener idea sobre el precio de venta se asumió una rentabilidad bruta (R.B.) del 25%, así:

$$R.B. = \frac{P.V. - C}{P.V.} = 25\%; \quad \begin{array}{l} P.V. \quad \text{Precio de Venta} \\ C. \quad \text{Costo de producción del peletizado} \\ \quad \text{por Kg.} \end{array}$$

$$P.V. = \frac{C}{0.75}$$

De esta misma forma se encontró el precio de venta de cada uno de los peletizados elaborados, presentados en la Tabla 73.

8.8 PRODUCCION DE QUITINA.

Con ninguno de los dos métodos ensayados para la extracción química de quitina en los caparazones de los camarones, se lograron resultados satisfactorios.

El primer ensayo, la fase de desproteínización se realizó bajo la relación 6:1 (seis partes de solución de NaOH al 2% y una parte de materia prima), presentándose un alto grado de putrefacción, por la presencia de microorganismos aerobios, debido a que parte de la materia prima no permaneció completamente sumergida. Sin embargo, bajo estas condiciones se procedió a realizar filtración con papel filtro del líquido que contenía los caparazones.

TABLA 73. Precio de Venta calculado para las tres dietas pelletizadas, elaboradas para el engorde de Camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii).

Dietas	Precio de Venta (\$/Kg)
1	159.34
2	125.33
3	191.10
Comercial	160.00

La fase sólida recogida fue secada a estufa a 60°C por cuatro horas, obteniéndose un producto completamente seco en forma de polvo, de coloración blanquecina y con un fuerte olor a putrido.

Es de anotar que se aplicó la misma metodología descrita por Caicedo, Castro, y Roca (1982), los cuales obtuvieron quitina bajo las mismas condiciones anteriormente descritas (6).

El segundo ensayo se realizó variando algunas etapas; la relación usada fue de 8:1 (ocho partes de solución de NaOH al 2% y una parte de materia prima), con la cual se logró sumergir toda la materia prima, no ocurriendo putrefacción.

Al terminar la etapa de desproteínización no se apreció formación alguna de quitina, apareciendo una gran desintegración de la materia prima y adquiriendo la fase líquida una coloración roja.

Una posible causa para la extracción negativa de quitina es la siguiente: el proceso de extracción depende directamente, entre otras, del estado biológico y de la especie, ya que los camarones cuando mudan su caparazón no presentan contenidos apreciables de quitina (7).

8.9 AGUA DE BLANQUEO.

Físicamente presentó una coloración rojiza. En la Tabla 74, se presentan resultados obtenidos durante el análisis bromatológico del agua de blanqueo. Los contenidos de proteína, cenizas y grasa fueron de 6.48, 12.05 y 10.88 g/100g, respectivamente.

TABLA 74. Análisis Bromatológico en Agua de Blanqueo, a partir de la cocción de Desechos de Crustáceos.

Análisis	Contenido(g/100g)
Proteína	6.48
Grasa	10.88
Cenizas	12.05

Se constató que al mezclar el agua de blanqueo con harina vegetal, ésta adquirió la coloración rosada.

La harina suplementada con el agua de blanqueo no fue posible utilizarla y evaluarla nutricionalmente debido a que presentó una coloración muy oscura y un fuerte olor a amoníaco.

En 1980 el Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador, en un trabajo realizado, se comenta la aplicación potencial del agua de blanqueo en la fortificación de dietas alimenticias para camarones en cautiverio, como proceso complementario en la producción integral de harina de desperdicios de crustáceos.

Se ha observado que tanto la trucha (Salmo gairdneri) como el salmón (Cynoscion leiarchus) criados en cautiverio carecen de la coloración suministrada por pigmentos carotenos y que es característica de estas especies en su estado natural, constituyendo los desechos de crustáceos la mayor fuente potencial de astaxantina, la cual es un precursor de vitamina A, cuya particularidad es que al adicionarse en formulaciones alimenticias genera en la especie que la digiere su coloración característica y natural (7).

9. CONCLUSIONES

1. La materia prima adquirida en el momento del procesamiento presentó mejores condiciones organolépticas, con relación a la adquirida en forma congelada, en las plantas comercializadoras de Camarón (Cartagena), respectivamente.
2. El lavado de los Desechos del Camarón con hipoclorito de sodio 25 p.p.m., disminuyó en mayor proporción la carga bacteriana que aquel lavado realizado sólo con agua.
3. Las tres clases de harinas producidas (con desechos de crustáceos e integral de tiburón), presentaron adecuadas características bromatológicas, físicas y microbiológicas, propias para la fabricación de alimentos con destino al consumo humano y/o animal.
4. Las tres dietas formuladas y elaboradas para la alimentación de Camarones mostraron valores de proteína, entre 40.90 (Dieta 2) y 41.10 g/100g (Dieta 1); grasa, entre 8.77 (Dieta 2) y 9.58 g/100g (Dieta 3); humedad, entre 6.93 (Dieta 3) y 8.18 g/100g (Dieta 2); cenizas, entre 11.50 (Dieta 3) y 12.25 g/100g (Dieta 2); Grado de empardeamiento (Absorbancia a 420 nm/g), entre 0.73 (Dieta 1) y 1.25 (Dieta 3).
5. Los Camarones alimentados con dietas peletizadas elaboradas con Harina de Desechos de Camarón presentaron al final del ensayo tallas entre 11.62 y 8.28 cm (Dietas 1 y 2 respectivamente) y pesos entre 8.04 y 6.38 g (Dietas 1 y 3, respectivamente).

6. El análisis de varianza y la Prueba de Duncan no determinó diferencias estadísticas significativa alguna ($P > 0.05$) entre las dietas experimentales y el control Purina, para los promedios respectivos de pesos y tallas.

7. Las Pastas Alimenticias mostraron respectivos contenidos de proteínas, cenizas y humedad iguales a 18.57, 1.80 y 7.56 g/100g (Formulación 1); 23.55, 3.20 y 10.08 g/100g (Formulación 2) y 20.40, 2.40 y 9.20 g/100g (Formulación 3), valores superiores a los de la Pasta Alimenticia control, de 12.25, 0.45 y 6.00 g/100g, respectivamente,

8. Los respectivos niveles de proteínas, grasa, humedad y cenizas en los Caldos de Camarón fueron: 16.35, 17.60, 6.42 y 3.60 g/100g (Formulación 1); 21.28, 18.49, 7.04 y 4.50 g/100g (Formulación 2) y 26.25, 20.05, 7.20 y 8.40 g/100g (Formulación 3); superiores a los valores determinados en el caldo de pescado de la casa Knorr usado como control (11.08, 22.30, 6.50 y 7.20 g/100g, respectivamente.

9. Los productos elaborados presentaron una estabilidad óptima, a través de los períodos de almacenamiento (entre dos y cuatro meses), a temperatura medio ambiental (35-37°C).

10. Durante los análisis microbiológicos en las harinas, pastas alimenticias y caldo de camarón, los recuentos N.M.P. de Coliformes Totales y Fecales E. coli y Salmonella-Shigella fueron negativos.

El conteo de Mesófilos, Termófilos, Anaerobios, Staphylococcus aureus y Hongos y Levaduras presentaron carga bacteriana menor de 10^3 microorganismos/g.

11. Con base en los análisis organolépticos, bromatológicos y microbiológicos se pueden considerar a las pastas alimenticias y los caldos de camarón productos aptos para el consumo humano.

12. En la evaluación sensorial, el análisis de varianza y la prueba de Duncan no determinaron diferencias estadísticas significativas alguna ($P > 0.05$) entre las pastas elaboradas con harina de desechos de crustáceos y la control, para las características de forma (apariencia), superficie, aroma y sabor, textura y mordida; mientras que en color sí se determinó diferencia significativa ($P < 0.05$).

13. El análisis de varianza y la prueba de Duncan para la interpretación de la evaluación sensorial, determinaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los caldos de camarón experimental y el caldo de pescado (control) en las características de aroma, sabor y componentes; mientras que en la apariencia y la consistencia no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$).

14. Los costos de producción para los productos elaborados fueron (\$/Kg); Pastas Alimenticias, 123.31, 138.30, 139.23 (para las formulaciones 1, 2 y 3), caldos de camarón, 486.34, 462.05, 377.70 (formulaciones 1, 2 y 3) y peletizado, 119.51, 94.00, 143.33 (Dietas 1, 2 y 3, respectivamente).

15. Los precios de venta estimados fueron (\$/Kg): Pastas Alimenticias. 179.08, 184.41, 185.64 (formulación 1, 2 y 3). Para caldos de camarón (\$/Kg): 648.45, 616.06, 503.68 (formulación 1, 2 y 3). Para los alimentos peletizados (\$/Kg): 159.34, 125.33, 191.10 (Dietas 1, 2 y 3), respectivamente.

10. RECOMENDACIONES

1. Se hace necesario planificar una investigación más a fondo, orientada únicamente a la extracción de quitina y sus derivados quitinosos en camarones Penaeus, Macrobrachium y otras especies piscícolas del país.
2. Se deben procesar los Desechos de Crustáceos en las mismas plantas comercializadoras de estas especies con el fin de disminuir su deterioro.
3. Formular y elaborar dietas peletizadas con el agua resultante de la cocción de los Desechos y Crustáceos, para la alimentación de especies pesqueras.
4. Utilizar la Harina de Desechos de Crustáceos para cultivos de diversas especies pesqueras, como Cachama (Colossoma spp), Camarón Marino (Penaeus spp.), Tilapia (Oreochromis spp), Carpa (Cyprinus spp) y otras.
5. Utilizar productos y desechos agrícolas propios de la región como fuentes de carbohidratos y fibra con miras a disminuir los costos económicos, durante la elaboración de las dietas peletizadas y demás productos.
6. Las Pastas Alimenticias deben elaborarse a partir de harina de Desechos de Crustáceos de los restos de carne que se encuentran adheridos en las cabezas de los camarones, descartándose los

opérculos y otros para evitar proporcionar un mayor número de molienda, durante la fabricación de la mencionada harina.

7. Determinar el valor nutricional de las Pastas Alimenticias y caldo de camarón mediante ensayos biológicos en ratas, ratones o curies.

11. RESUMEN

El presente estudio se realizó en Frigopesca, Cartagena y en la Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta (Magdalena), Colombia, con la finalidad de efectuar un estudio del Aprovechamiento de los Desechos del Camarón y otros Crustáceos, utilizándolos en la elaboración de productos alimenticios para consumo Humano y/o Animal.

Las materias primas pesqueras adquiridas en las plantas operadoras de Camarón de Cartagena y en la Planta Piloto Pesquera Taganga, fueron sometidas a un lavado con solución de hipoclorito de sodio 25 p.p.m. por un tiempo de 20 minutos, con el fin de disminuir la carga bacteriana. A continuación, se realizaron los procesos de cocción, secado solar, molienda (molino manual Corona) y empaçado. También se elaboró Harina de Desechos de Crustáceos (H.D.C.) en la Fábrica Frigopesca, Cartagena; mediante el método de reducción en seco, con temperatura de 94°C, presión de caldera de 90 PSI y presión de vapor de 30 PSI, durante 100 minutos.

Se elaboraron diversas Pastas Alimenticias con proporciones de 10,20 y 15 g/100g H.D.C: caldo de camarón con proporciones de 20,25 y 30 g/100g H.D.C. (Formulaciones F₁, F₂ y F₃). Además, se intentó la extracción química de quitina; y se formularon y elaboraron tres dietas peletizadas por mezcla de harina de Tiburón y Desechos de Crustáceos, en diversas proporciones 10.50 y 62.50% (Dieta 1); 0 y 100% (Dieta 2) y 15.73 y

50% (Dieta 3) , respectivamente. Por otro lado, el agua resultante de la cocción de los Desechos de Crustáceos fue analizada física y bromatológicamente.

Las tres harinas elaboradas con materias primas pesqueras fueron analizadas bromatológica y físicamente determinándose proteína, grasa, humedad y cenizas (g/100g) entre 47.39,15.50, 7.45 y 17.58 (H.D.C.); 44.04, 4.90, 12.49 y 24.21 (Harina de cáscara de camarón); 95.30, 2.48, 7.12 y 4.03 (Harina de pulpa y desechos de Tiburón). La densidad (g/cc) y grado de empardeamiento no enzimático (absorbancia a 420nm/g) fueron de:0.58 y 0.60 (H.D.C.); 0.44 y 0.56 (Harina de cáscara de camarón); 0.52 y 0.11 (Harina de pulpa y desechos de Tiburón).

Según el análisis granulométrico las tres harinas poseen un grado de uniformidad de orden "Mediano". Los rendimientos obtenidos oscilaron entre 50 y 30% (H.D.C.); 5% (Harina integral de tiburón) y 20% (Harina de Cáscara de Camarón).

El análisis microbiológico en la H.D.C. procesada en la Planta Piloto Pesquera Taganga mostró presencia negativa de Salmone - lla-Shigella. E. coli, Termófilos y N.M.P. de Coliformes Totales y Fecales; mientras que el recuento de Anaerobios, Mesófilos y Staphylococcus aureus y Hongos y Levaduras presentaron una carga menor a 10^3 m.o/g.

Cada una de las harinas elaboradas fue almacenada a temperatura ambiente (35-37°C), por cuatro meses, tiempo después del cual se mantuvieron estables la coloración, el olor y la apariencia general.

Durante la fabricación de las pastas alimenticias con H.D.C. se adicionaron ingredientes y preservativos (colorante, B.H.T.

polifosfato de sodio, glutamato monosódico, ácido ascórbico y nitrito de sodio, los cuales se mantuvieron en relación constante en cada una de las formulaciones. El mezclado y la homogenización se llevaron a cabo durante 10 minutos, en un mezclador de paletas eléctrico, agregando agua (37 ml/100g) a 40°C. El secado subsiguiente al moldeado, se realizó a temperatura ambiente durante 24 horas.

En las pastas alimenticias los análisis bromatológico determinaron los siguientes valores de proteína, cenizas y humedad (g/100g): 18.57, 1.80 y 7.56 (Formulación con 10% de H.D.C.); 23.55, 3.20 y 10.08 (Formulación con el 20% de H.D.C.); 20.40 y 9.20 (Formulación con el 15% de H.D.C.).

Los análisis microbiológicos determinaron recuentos negativos de Salmonella-Shigella, N.M.P. de Coliformes Totales y Fecales y E. coli. Anaerobios, Hongos y Levaduras, Staphylococcus aureus, Termófilos y Mesófilos presentaron carga inferior a 10^3 m.o/g. Los cuales se encuentran dentro de los intervalos permisibles para este alimento de origen pesquero:

Las pastas alimenticias fueron empacadas en bolsas de polietileno y almacenadas a temperatura ambiente (35-37°C), por cuatro meses. A través de los procesos tecnológicos realizados para la obtención de las pastas alimenticias, se determinó un rendimiento del 95%, presentándose pérdidas sólo durante el corte.

Con base en una rentabilidad del 25% sobre el costo de producción, se obtuvieron los siguientes precios de venta (\$/Kg): 179.08 (Formulación con 10% H.D.C.); 185.64 (Formulación con el 20% de H.D.C.) y 184.4 (Formulación con el 15% de H.D.C.).

De acuerdo a los resultados de los análisis microbiológicos se evaluaron sensorialmente las pastas alimenticias, mediante el análisis de varianza y el análisis de rango múltiple de Duncan, utilizando un panel de 15 personas. Como control se usó pasta comercial al huevo. No se determinaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las pastas experimentales en relación a las características de Forma (apariencia); Superficie al tacto; Aroma y Sabor; Elasticidad y Sensación bucal. Pero ellas mostraron solo diferencias significativas ($P < 0.05$) en el color con respecto a la pasta control.

Los caldos de camarón, se formularon con 20, 25 y 30 g/100g de H.D.C. más la adición de ajo, harina de maíz y trigo, apio, cilantro, pimentón, adobo, sal, azafrán, orégano, aceite, cebolla y preservativos químicos como el ácido ascórbico, B.H. T. polifosfato de sodio, glutamato monosódico y nitrito de sodio; en cantidades diversas para cada formulación, respectivamente.

Se llevó a cabo una homogenización en un cutter eléctrico Hebbard, durante cinco minutos, agregando 30 ml de agua por cada 100 g de ingredientes secos. El moldeado se efectuó en forma manual, obteniéndose cubos de 2.5 x 3.0 x 1.0 cm, con peso promedio de 12 g. Los cuales fueron secados en estufa a 60°C, entre dos y cuatro horas.

El producto terminado fue empacado en papel de aluminio y luego en bolsas plásticas, donde se almacenó por dos meses a temperatura ambiente (35-37°C).

Se constató, mediante los análisis microbiológicos, presencia negativa de Salmonella-Shigella, E. coli, N.M.P Coliformes Totales y Fecales y Staphylococcus aureus, mientras que el conteo respectivo de Anaerobios, Mesófilos, Hongos y Levaduras y Termófilos fue inferior a 10^3 m.o/g.

Durante el análisis bromatológico se determinaron proteína, grasa, humedad y cenizas (g/100g), entre 16.35, 17.60, 6.42, 3.60 (F 1); 21.28, 18.49, 7.04, 4.50 (F 2) y 26.25, 20.05; 7.20, 8.40 (F 3).

Para las pruebas organolépticas, los caldos de camarón se evaluaron sensorialmente en forma similar a las pastas alimenticias.

Los caldos de camarón experimentales no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) con el caldo de pescado Knorr, utilizado como control, en lo que respecta a las características de apariencia y consistencia; pero sí las presentaron ($P < 0.05$) en el aroma, sabor y componentes. Los caldos experimentales entre sí fueron significativamente iguales.

Con base en una rentabilidad del 25% sobre el costo de producción, se obtuvieron los siguientes precios de venta (\$/Kg): 648.45 (F 1); 616.06 (F 2) y 503.68 (F 3).

Las dietas peletizadas fueron evaluadas en camarón de agua dulce (Macrobrachium rosenbergii), para lo cual se construyeron dos estanques rectangulares de cemento y ladrillo de 3.60 x 2.95 x 0.7 m en la Planta Piloto Pesquera Taganga. Los estanques fueron divididos con malla de anjeo en cuatro divisiones de 2.66 m².

La densidad de siembra utilizada fue igual a 14 postlarvas/m², con peso y talla promedios de 0.05 g y 1.25 cm, respectivamente.

Cada una de las dietas fue evaluada bromatológicamente y físicamente por medio de los análisis de proteína, grasa, humedad

y cenizas (g/100g), grado de empardeamiento no enzimático absorbancia a(420nm/g) y densidad (g/cc), encontrándose valores de 41.10, 9.06, 7.43, 12.24, 0.73 y 0.57 (Dieta 1); 40.70, 8.77, 8.18, 12.25, 0.98 y 0.58 (Dieta 2); 40.90, 9.58, 6.93, 11.50, 1.25 y 0.46 (Dieta 3), respectivamente.

Las postlarvas fueron alimentadas inicialmente con una ración diaria del 25% de la biomasa total. Al segundo mes se redujo al 20%; al tercer y cuarto mes se le administró el 5%.

Al final de los 120 días del ensayo se determinaron pesos promedios de 8.04 g (Dieta 1); 7.42 g (Dieta 2); 6.38 g (Dieta 3) y tallas de 11.62 cm (Dieta 1); 8.28 cm (Dieta 2) y 8.54 cm (Dieta 3). Siendo la supervivencia del 60%. Con el control Purina los promedios finales de peso y tallas alcanzados fueron de 7.32 g y 10.84 cm.

No se determinaron diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza y la prueba de Duncan, para las ganancias de peso e incremento de talla, con las tres dietas experimentales entre sí y con respecto al control Purina. Por lo tanto, desde el punto de vista económico nutricional, resulta más ventajoso la alimentación de esta especie de camarón con la Dieta 2 por presentar el menor costo de producción (\$94.00 Kg).

Se estableció un precio de venta para cada dieta peletizada, con base en una rentabilidad bruta del 25%, igual (\$/Kg) a : 159.34 (Dieta 1); 125.33 (Dieta 2) y 191.10 (Dieta 3).

Además se intentó la extracción química de quitina a partir de las caparazones de camarón con resultados no satisfactorios desde el punto de vista técnico.

Asímismo, el agua resultante de la cocción de los desechos de crustáceos fue analizada bromatológicamente, determinándose proteína igual a 6.48 g/100g grasa, 10.88 g/100g y cenizas, 12.05 g/100g, condición favorable que permita la utilización futura de ésta "agua de cola" para preparación de alimento destinado a la nutrición animal.

12. BIBLIOGRAFIA

1. ACEVEDO, B. Fundamentos básicos de conservación de los alimentos. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena.
2. AQUACOP. Manejo de la calidad del agua en estanques, 1976. Barquisimeto, Venezuela. Dirección de Extensión Universitaria, Universidad Centro Occidental.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Washington, D.C. Official of analysis of the AOAC. 12th ed. Washington, D. C., The association, 1975. 1094-1096P.
4. BALAZS, G H., and E. ROSS. 1976, Effect of protein source and level of growth and performance of the captive freshwater prawn, M. rosenbergii. Acuicultura 7. Pág. 145-176.
5. BERTULO, V. Tecnología de los productos y subproductos de pescados, moluscos y crustáceos. 1975. Buenos Aires, Hemisferio Sur. Pág.300.
6. CAICEDO, ROCA y CASTRO. Aprovechamiento de los Desechos del Camarón y en la elaboración de concentrados proteicos y derivados quitinosos. Tesis Ingeniería Pesquera, Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta, 1982.
7. CENTRO DE DESARROLLO INDUSTRIAL DEL ECUADOR-CENDES-. Industrialización de los desperdicios del Camarón. Guayaquil, 1980.
8. CHEFTEL, HENRI y JEAN CALUDE. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos, 1976. Volumen I, Editorial Acribia. Pág. 116-117.

9. CHURCH, D., POND, W. Bases Científicas para la Nutrición y Alimentación de los animales domésticos. Zaragoza (España), Editorial Acribia, 1977.
10. ECHANDI, E. Manual de Laboratorio de Fitopatología general, México, Herrero, 1971, Pág. 189-191.
11. FAO. Compendio de las Tecnologías utilizadas en el tratamiento de los residuos agrícolas, pesqueros, forestales y de las industrias afines. Boletín de Servicio Agrícola de la FAO, Roma.
12. _____. La Nutrición de los peces y la fabricación de piensos. Hastings, M.T.C.A. Roma, La Organización.
13. _____. Manual para el Cultivo de Camarón de agua dulce. 1976, Pág. 70-77 y 119-130. Roma.
14. _____. Producción de Concentrado de proteína de pescado, 1972, Pág. 165-170.
15. FRAZIER, W.C. Microbiología de los Alimentos. Zaragoza (España), Acribia, 1970. Pág. 96-110.
16. HART y FISHER. Análisis Moderno de los Alimentos, 1984. Editorial Acribis. 197-188 pág.
17. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Productos Cárnicos procesados no enlatados (Norma 1325), Bogotá, INCONTEC, 1982.
18. KHANDKER, N. The composition of shrimp meal made from fresh and spoiled ehring heads. Institute of Marine Science, University of Miami, 1960. Miami.
19. KNORR, D. Use of chitinous polymers in food. Food technology, 38 (1), 1984.

20. KWEE, W.H., V.D. SIDWELL, R.C. WILEY y O.A. HAMMERLE. "Quality and nutritive value of pasta made rice, corn, soya and tapioca enriched with fish protein concentrate", 1969.
21. LACERA, A. Aprovechamiento de Subproductos del Tiburón (Orden Pleurotremata). Tesis de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimento. Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (C.E.S.N.A.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (I.N.C.A.P.), Guatemala, 1982.
22. LOVELL, RICHARD, T. Alimento de peces y alimentación. Department of fisheries and allied aquacultures. Auburn University, 1979.
23. MAHECHA, L. GABRIELA. Evaluación Sensorial en el Control de Calidad de Alimentos Procesados. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Facultad de Ciencias, 1985.
24. MANM, I. Preparación y Aprovechamiento de los Subproductos animales, FAO, 1964.
25. MAYERS, RUTLEDGE, J. Shrimp need a new look at an old product. Folleto del Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos. Ecuador, noviembre, 1971.
26. MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD DEL CAMARON, DESPUES DE SU CAPTURA. Vikingos, S.A., 1980.
27. MEYERS, S. Informe Pesquero de Mercadotecnia. Resumen, No.4, 1986.
28. MEYERS, S. SONU, SUNE. Nucleotides and aminoácido in shrimp blanching water. Revista FEEDSTUFFS. Enero 14 de 1974. Pág. 34-47.
29. MERCK, Handbook of microbiology. Daimstalh. Germany, 1980 Pág. 526-528.

30. NAIR, R. MADHAVAN and GOPAKUMAR. Novel use of chitinous waste from crustacean processing plants. Infofish Marketing Digest No. 4, 1986.
31. NEW, M. A review of dietary studies with shrimp and prawns. Aquaculture 9 (2). 1976, pág. 34-56.
32. NOGARA, SILVIO. Elaboración de Pastas Alimenticias, Editorial Sintesis, Barcelona, 1951. Pág. 10-22.
33. PAREJO, I. y PALENCIA, W. Obtención y Estabilización de Pasta-base para Semiconservas de Pescado. Tesis Ingeniería Pesquera, Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta, 1985.
34. PROEXPO. Guía General para el Cultivo de Camarón Marino del Género Penaeus en Colombia. Editado por el Departamento de Información y Publicaciones PROEXPO. Página 7-9. Bogotá.
35. RAMIREZ SALDAÑA, J. Estudio para el Aprovechamiento de las Cabezas de Langostinos, Lima, Perú, 1980. Pesca Marina.
36. REYES, P. Diseño de Experimentos aplicados, México, Trillas, 1981.
37. RODRIGUEZ, A. Investigación sobre la preparación de un Concentrado proteínico a partir de Cabezas de Camarón, Ecuador, 1959.
38. SCELZO, M. El Cultivo de Camarones en Latinoamérica, parte I: Consideraciones generales, Boletín Informativo de la Asociación Venezolana de Acuicultura No. 6, 1985.
39. STAMBY, M.E. Tecnología de las Industrias Pesqueras. 1976. Editorial Acribia.
40. THATCHER, F.S. y CLARK, D.S. Análisis Microbiológico de los Alimentos, Zaragoza, Acribia (España), 1972.

41. TRINE, CHARLES, J. Utilization of chitin a-cellulosa derivative from crab and shrimp wastes. Delaware University, 1974.
42. UTILIZATION AND DISPOSAL OF CRAB AND SHRIMP WASTES: Marine advisory, bulletin No. 2. University of Alaska, 1973.
43. U.E.A.T. Dirección del Servicio de Información Técnica. Cultivo de Camarón de agua dulce "Macrobrachium rosenbergii". Guayaquil-Ecuador, Pág. 88-99.