



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**



ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA LA
INSTALACION DE UNA PLANTA DE ALIMENTOS
BALANCEADOS PARA CAMARON CULTIVADO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERA EN ALIMENTOS
P R E S E N T A :
SILVIA ESTRADA FLORES

DIRECTORA DE TESIS: DRA. SARA E. VALDES MARTINEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

	Pág.
CAPITULO I.	
1.1. RESUMEN	3
1.2. -INTRODUCCION.....	4
1.3. -OBJETIVOS.....	6
1.4. -MARCO REFERENCIAL.....	7
CAPITULO II. ESTUDIO DE MERCADO.	
2.1. -DEFINICION DEL PRODUCTO.....	20
2.2. -PRODUCTOS SUSTITUTOS.....	20
2.3. -DEMANDA.....	21
2.3.1. -ANALISIS HISTORICO.....	21
2.3.1.1. -OFERTA-DEMANDA DE CAMARON.....	21
2.3.1.2. -PRODUCCION DE CAMARON POR ACUACULTURA.....	31
2.3.2. -OBTENCION DE DEMANDA NACIONAL Y POTENCIAL DE ALIMENTO BALANCEADO.....	36
2.4. -OFERTA.....	42
2.4.1. -OFERENTES NACIONALES.....	42
2.4.2. -ANALISIS HISTORICO.....	44
2.5. -EFECTOS Y COMERCIALIZACION.....	47
CAPITULO III. ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.	
3.1. -MARCO DE REFERENCIA.....	52
3.1.1. -COMPONENTES NECESARIOS PARA LA ALIMENTACION DE CRUSTACEOS.....	52
3.2. -MATERIAS PRIMAS BASICAS.....	65
3.2.1. -BALANCE DE FORMULACION.....	75
3.2.2. -SUSTITUCION DE INGREDIENTES PRINCIPALES.....	76
3.3. -ASPECTOS ECONOMICOS.....	79
3.4. -MECANISMOS DE ABASTECIMIENTO.....	93
CAPITULO IV. ESTUDIO TECNICO.	
4.1. -LOCALIZACION Y TAMAÑO DE LA PLANTA.....	65
4.1.1. -EVALUACION.....	65
4.1.2. -MANIPOLACION.....	65

4.3.-MATERIALIZACION.....	90
4.4.-TAMANO DE LA PLANTA.....	94
CAPITULO V. ADECUACION EXPERIMENTAL DEL PROCESO.	
5.1.-ANALISIS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION.....	97
5.2.-PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL.....	109
5.3.-METODOLOGIA.....	109
5.4.-ANALISIS DE LAS OPERACIONES UNITARIAS EN EL PROCESO.....	111
5.4.1.-DISEÑO DE INGENIERIA DE CALIDAD.....	114
5.4.2.-RESULTADOS.....	120
5.5.-ACEPTACION BIOLÓGICA.....	129
5.5.1.-DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	130
5.5.2.-RESULTADOS.....	133
5.5.3.-NOTAS FINALES DE LA EXPERIMENTACION.....	145
CAPITULO VI. INGENIERIA DE PROYECTO.	
6.1.-DIAGRAMA DE FLUJO.....	149
6.2.-ASPECTOS OPERACIONALES: EQUIPO Y MANO DE OBRA.....	149
6.3.-BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA.....	172
6.4.-DISTRIBUCION DE LA PLANTA.....	176
6.5.-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	184
6.6.-ORGANIZACION.....	185
CAPITULO V. ESTUDIO ECONOMICO.	
7.1.-RESUMEN DE INVERSIONES.....	187
7.2.-FINANCIAMIENTO.....	192
7.3.-CLASIFICACION DE COSTOS Y GASTOS.....	195
7.4.-DETERMINACION DE LA PRODUCCION MINIMA ECONOMICA.....	200
7.5.-ESTADO DE RESULTADOS.....	206
7.6.-RENTABILIDAD DEL PROYECTO.....	207
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	210
ANEXOS.....	214
BIBLIOGRAFIA.....	225

INDICE DE TABLAS

No. y nombre de tabla	Pág.
1.1.-Especies de importancia económica de camarón y langostino.....	10
1.2.-Variedades de camarón de importancia económica en México.....	12
2.1.-Créditos otorgados para acuicultura, 1986.....	33
2.2.-Hectareas potenciales de cultivo.....	33
2.3.-Granjas camaroneras establecidas en 1987.....	34
2.4.-Hectareas en operación y en construcción por estado.....	39
2.5.-Demanda de alimento balanceado.....	41
2.6.-Proyección de demanda.....	42
2.7.-Empresas manufactureras de alimento para camarón.....	43
2.8.-Oferta de alimento balanceado.....	48
2.9.-Proyección de oferta.....	48
3.1.1.-Materias primas cuyo principal aporte es la proteína.....	54
3.1.2.-Características de los lípidos.....	56
3.1.3.-Fuentes y estabilidad de vitaminas.....	60
3.1.4.-Fuentes y requerimientos de minerales.....	61
3.1.5.-Ligantes empleados.....	64
3.1.6.-Formulaciones publicadas para crustáceos.....	67
3.1.7.-Composición de materias primas ppales.....	68
3.2.1.-Necesidades nutricionales de la especie.....	75
3.2.2.a 3.2.5.-Formulaciones de alimentos.....	77
3.3.1.-Producción Nat. de pasta de soya.....	79
3.3.2.-Producción de anchoveta y sardina.....	80
3.3.3.-Volumen de camarón congelado.....	81
3.3.4.-Producción Nat. de trigo.....	82
3.3.5.-Producción Nat. de papa.....	83
4.1.-Fonación de micropolicalización.....	88
5.4.1.-Factores y niveles de estudio.....	114
5.4.2.-Combinaciones de niveles y factores.....	116
5.4.3.-Especificaciones para alimentos balanceados.....	116

5.4.5.-Asignados de estabilidad al agua.....	121
5.4.6.-Porcentaje de contribucion.....	121
5.4.7.-Porcentaje de contribucion.....	128
5.4.8.-Combinaciones que dieron las mejores respuestas....	129
5.5.1.-Resumen de tratamiento por estanque.....	131
5.5.2.-Ecuaciones de peso vs tiempo.....	134
5.5.3.-Ecuaciones de talla vs tiempo.....	141
6.3-Condicion de operacion.....	151
7.1.1.-Clasificacion de inversiones.....	193
7.3.1.-Costos de mano de obra directa e indirecta..	196
7.3.2.-Costos de materia prima.....	199
7.4.1.-Costos de produccion.....	202
7.4.2.-Depreciacion y amortizacion.....	203
7.4.3.-Clasificacion de costos y gastos.Opcion A.....	204
7.4.4.-Clasificacion de costos y gastos.Opcion C.....	205

INDICE DE GRAFICAS Y FIGURAS

No. y nombre de gráfica	Pág.
2.1. -Mercado Nal. de Camarón.....	23
2.2. -Embarcaciones mayores dedicadas a la pesca del camarón.....	24
2.3. -Exportación de camarón mexicano.....	26
2.4. -E. U. Mercado de camarón.....	27
2.5. -Importaciones japonesas.....	29
2.6. -Importaciones europeas.....	30
2.7. -Demanda.....	35
Fig. 2.1. -Cultivo semaintensivo.....	37
Fig. 2.2. -Sistemas de cultivo.....	38
2.8. -Camaronicultura.....	40
2.9. -Producción de alimentos balanceados.....	45
2.10. -Producción vs. importación.....	48
2.11. -Proyección de demanda vs. oferta.....	50
Fig. 3.1.1. -Aditivos.....	62
Fig. 4.1. -Macrolocalización.....	86
Fig. Sinaloa: Sistemas de cultivo.....	91
Fig. 4.2. -Microlocalización.....	93
5.1.1. -Diagrama de flujo para hojuelas.....	99
5.1.2. -Diagrama de flujo para PUC.....	101
5.1.3. -Diagrama de flujo para microencapsulación.....	104
5.1.4. -Diagrama de flujo para pellets secos.....	105
5.1.5. -Diagrama de flujo para pellets duros.....	107
5.3.1. -Metodología.....	110
5.4.1. a 5.4.4. -Distribución de partículas.....	124
5.5.1. -Incremento de peso.....	135
5.5.2. -Linealidad.....	136
5.5.3. -Incremento de talla.....	139
5.5.4. -Linealidad.....	140
5.5.5. -Factor de conversión alimenticia.....	142
5.5.6. -FCA real.....	143
5.5.7. -Diagrama de bloques final.....	147
6.1. -Diagrama de flujo final.....	150

Fig. Equipos.....	166
Fig.planos de distribución de equipo y de áreas.....	182
6.5.-Cronograma de instalación del proyecto.....	184
6.6.-Organización.....	185

I. INTRODUCCION

1.1. - RESUMEN.

En este trabajo se plantea la instalación de una planta manufacturera de alimentos balanceados para camarón cultivado mediante técnicas acuaculturales. Para este fin se desarrolló el planteamiento en dos partes principales: el estudio teórico, que permitió comprobar la factibilidad del proyecto planteado; y el estudio experimental, que corroboró la elección de formulaciones y procesos empleados.

De acuerdo al perfil del mercado para el producto, se observa una clara tendencia al aumento de la demanda de alimentos balanceados para los próximos años. Por otra parte se hace referencia a las escasas fuentes de información respecto al cultivo de especies de acuicultura en general y al problema que esto representa para proyecciones de industrias de un desarrollo paralelo a esta actividad.

Para el abastecimiento de materias primas se recomienda el uso de pasta de soya, harina de pescado y alimento de cabezas de camarón como fuentes principales de proteína, mientras que se propone el uso de harina de papa como ingrediente alternativo a la harina de trigo usada generalmente como ligante. Estas materias son las principales para la elaboración del alimento, comprobándose que según las estadísticas nacionales no existe problema en el abastecimiento de las mismas. Como componentes minoritarios de las formulaciones se propone el aceite de pescado, alginato de sodio, hexametáfosfato de sodio, una mezcla vitamínica, ácido cítrico y BHT. Se plantean tres formulaciones con porcentajes de proteína del 30%, 25% y 35% para cubrir los requerimientos nutricionales de *Penaeus vannamei* y *Penaeus stylirostris* en sus fases de postlarva a juvenil y juvenil a adulto.

Para la instalación del proyecto se propone Mazatlán, Sinaloa, dadas las ventajas de abastecimiento de materias primas y cercanía a los centros de consumo principales. El tamaño de la planta se fija en 12.5 ton/día.

Dada que existen variantes en la elaboración de alimentos peletizados para acuicultura pero no se especifican los niveles de operación en la literatura revisada, fue necesario realizar un estudio experimental para analizar las operaciones y la respuesta biológica de la especie al alimento. Para este fin se emplearon conceptos de Ingeniería de

Calidad para la selección de un arreglo ortogonal y el análisis de los resultados. En base a estos se determinó que la operación crítica en la manufactura de los alimentos es la temperatura de secado; en cuanto a la aceptación biológica, se realizó el cultivo de *P. vannamei* a nivel laboratorio para comparar los rendimientos obtenidos en peso y talla con dos dietas experimentales y una comercial. Los resultados indican que las dos dietas experimentales (una elaborada con harina de trigo y otra con harina de papa como ligantes) superan a la dieta comercial en cuanto a estos parámetros.

Se realiza la selección de equipo industrial, especificándose niveles de operación y personal requerido. El capital requerido se estima en 2,201.6 millones de pesos.

En la parte final se analiza la rentabilidad del proyecto, obteniéndose una Tasa Interna de Retorno del 43.5%, lo que supera la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (que es del 36.8%). La totalidad de la inversión se recupera en cuatro años más una ganancia de 200 millones de pesos. En vista de estos resultados favorables el proyecto se presenta viable y representaría una buena opción de inversión para la iniciativa privada.

1.2. - INTRODUCCION.

La acuicultura se ha practicado desde el año 2000 A.C.(1), así que en realidad no es una actividad productiva reciente. Sin embargo, en los últimos años ha cobrado importancia por su gran impacto en el mercado mundial de alimentos (2). Se han introducido varias especies para cultivo así como nuevas tecnologías, por lo que el estudio de esta práctica es intenso y se han destinado fuertes cantidades de dinero para su implementación a nivel comercial. Esta tendencia ha impulsado a que se denomine como 'revolución azul' (1), haciendo una semejanza con la llamada 'revolución verde' de los sesentas. Para comprender los alcances de la acuicultura, se puede decir que el abastecimiento mundial de especies es de 90 millones de toneladas métricas (en peso vivo) según la FAO. Sin embargo, este organismo no recibe reportes de la totalidad de los países y algunos otros (como Estados Unidos) no reportan cifras reales; a pesar de estos inconvenientes se puede decir que en un estimativo la acuicultura contribuye actualmente con el 12% de la producción total de especies marinas para consumo humano. Analizando la oferta de especies vía pesquerías y la demanda creciente de las mismas, se ha concluido que esta actividad es la única alternativa para incrementar la producción en el futuro, en vista de las evaluaciones de orden biológico que indican que se ha llegado al nivel máximo sostenible en la pesca (1,2,3). El cultivo del camarón es el más estudiado en este renglón; alrededor del mundo se cultivan más de 300,000 toneladas métricas (2). Esto se debe a que es una especie relativamente fácil de cuidar y con altos beneficios económicos. La evolución de la acuicultura ha influenciado el estudio de ciencias y tecnologías de apoyo, como la Ingeniería Acuicultural, la Biología Marina en sistemas cerrados y otras muchas. Un aspecto relevante es la creación de dietas que permitan alcanzar las tallas y pesos deseables en cada especie en el menor tiempo posible. En el caso del camarón, estos esfuerzos datan de 1976, año en el que se percibieron ciertos problemas nutricionales en peneidos que impedían alcanzar los requisitos comerciales y/o causaban tasas de mortalidad muy altas (4). Considerando que los costos operativos son los de mayor importancia en las empresas acuiculturales (70% de los costos totales) y que de estos el 40% se destina a la compra de alimento, se entiende que los

esfuerzos de investigación se hayan enfocado en los últimos años hacia la obtención de alimentos con procesos de producción baratos y materias primas con alta disponibilidad en las zonas de producción (5,6). Los estudios más serios sobre el tema han sido conducidos por especialistas en nutrición de crustáceos, pero con escasa aplicación de conceptos tecnológicos y económicos. Esto ha llevado a plantear dietas de gran valor nutricional cuya elaboración involucra costos elevados o vida de anaquel corta (1,7); en el lado opuesto, algunas industrias de alimento balanceado han adaptado ciertos procesos usados para otras especies acuáticas con el fin de cubrir la creciente demanda, pero el producto ha tenido problemas en su aceptación por lograrse bajos rendimientos en peso y talla (8). En vista de que esta industria de apoyo a la acuicultura del camarón es necesaria para incrementar la producción del mismo y de que la demanda seguirá aumentando en los próximos años (9,10) se hace necesario visualizar este tópico cubriendo los distintos aspectos a evaluar para la instalación de una fábrica de alimentos balanceados para camarón de acuicultura. Esta panorámica global es la que se pretende abarcar en el presente trabajo, siguiendo la metodología empleada para la formulación de proyectos de inversión (11,12). Se presentan las partes fundamentales: estudio de mercado, documento técnico, estudio económico y la evaluación final en base a todos los parámetros anteriores. Sin embargo, ya que uno de los objetivos es la formulación de una dieta de bajo costo, se incluye una parte experimental dentro del estudio técnico destinada a establecer los parámetros de proceso más relevantes. Esta investigación experimental conforma la adaptación técnica del proceso y determina en gran medida si la formulación base planteada es correcta o no, así como las variables de la tecnología de manufactura.

En vista del marco anterior se plantean los objetivos de este trabajo.

1.3. - OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Establecer la viabilidad técnico-económica para la instalación de una planta elaboradora de alimentos balanceados destinados al consumo en granjas acuicolas de camaron (generos *Penaeus vannamei* y *Penaeus stylirostris*).

OBJETIVOS PARTICULARES.

1.3.1.- Establecer el panorama económico del producto analizando la oferta demanda del mismo en los ultimos años y su comportamiento a futuro.

1.3.2.- Seleccionar las materias primas y diseñar las formulaciones requeridas para un balance adecuado de nutrientes en la dieta artificial, considerando también factores económicos y de proceso.

1.3.3.- Analizar las tecnologías existentes para la elaboración de dietas artificiales para crustáceos, adecuando el proceso que reporte mayores ventajas técnicas y económicas.

1.3.3.1.- Evaluar experimentalmente las operaciones unitarias que tienen mayor influencia sobre las características de calidad del producto, usando como variables de respuesta la estabilidad al agua y la recuperación de polvos.

1.3.3.2.- Comparar el alimento balanceado obtenido contra un producto comercial, empleando como variable de respuesta la aceptación biológica de la especie traducida a peso, talla y factor de conversión alimenticia.

1.3.4.-Evaluar la factibilidad económica del proyecto mediante la obtencion de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

1.4. - MARCO REFERENCIAL.

1.4.1. - EL CULTIVO DE CAMARON.

ANTECEDENTES CIENTIFICOS.

La acuicultura se define como la 'ciencia y arte del cultivo de organismos acuáticos' ; el termino define actividades en agua dulce, salobre y salada, por lo que otras palabras como 'siembra marina' y 'maricultura' se considerarán menos apropiadas. ;En la práctica, la acuicultura abarca la producción, proceso, transporte y venta de organismos acuáticos, mismas fases que abarca la Ingeniería Acuacultural (13). Se conocen siete categorías en esta actividad dependiendo del objetivo final de esta:

- 1.- Cultivo para la producción de alimentos.
- 2.- Formación de bancos naturales de pesca.
- 3.- Producción de pesca deportiva.
- 4.- Producción de carnada para pesca.
- 5.- Abastecimiento para grupos de investigación o para ornato.
- 6.- Cultivo de organismos acuáticos como medio para recircular desechos orgánicos.
- 7.- Para producción de insumos industriales (aceites, perlas, alimentos balanceados, medicamentos).

La categoría en la cual se enmarca el presente trabajo y que resulta ser el rubro mas importante es la primera. Las especies cultivadas con fines alimenticios son numerosas, pero existen algunas con mayor prioridad que el resto; entre ellas puede contarse a la tilapia, salmón, trucha, bagre y crustáceos en general. Este último grupo ha tenido un desarrollo sobresaliente debido a su alta adaptación a cambios ambientales y su valor económico que permite sufragar el costo de cultivo con amplias ganancias. Existen aproximadamente 35,000 especies de crustáceos, pero solamente unas cuantas tienen uso comercial; entre ellas destaca la langosta, cangrejo (que representa el 28% del total de la pesca de crustáceos) y el camarón (62% del total en 1982)(14). El camarón, a pesar de representar sólo el 1% de la captura mundial de especies marinas, acapara el 5% del valor total. Se tienen clasificadas un gran número de variedades en el mundo (Anexo A). Según las últimas estadísticas realizadas que datan de 1988, México es uno de los principales proveedores mundiales de camarón,

ocupando el séptimo lugar en volumen capturado. Considerando que el mercado internacional de camarón es altamente dinámico y demanda una mayor oferta, se tienen dos alternativas para satisfacerla: acuicultura y pesca; en vista de las enormes dificultades que surgen para las cooperativas pesqueras -escasez de organismos para captura, tallas reducidas de bajo valor comercial, aumento en los precios de combustible y avituallamiento, contrabando camaronero y el importe pagado como 'cesion' por cada libra de camarón (15)- permiten deducir que el empleo de la acuicultura, previo análisis cuidadoso de su implementación en México, ayudaría a resolver en cierto grado la falta de oferta. Según funcionarios de la Secretaría de Pesca, la oferta sólo podrá generarse mediante el cultivo del organismo: 'El mercado que abre la camaronicultura será aprovechado por los países que enfoquen adecuadamente sus recursos humanos, tecnológicos y financieros al desarrollo de esta industria, presentándose como una alternativa para aumentar la producción, generar empleos y captar divisas'(16). La camaronicultura como tal tiene sus inicios científicos en 1934, cuando los primeros resultados exitosos fueron alcanzados por el Dr. Motosaku Fujinaga logrando el desove artificial y el cultivo parcial de los estados larvarios (17). Desde entonces los programas de investigación han progresado hasta obtener la crianza artificial de camarones de talla y peso comercial mediante tres sistemas de cultivo:

- Acuicultura intensiva.- Es el cultivo de mayor grado tecnológico. Es integral y los estanques se sujetan a un control estricto de los factores que en forma directa o indirecta le afectan. Se requiere de investigaciones permanentes de carácter multidisciplinario, pero fundamentalmente de investigaciones que tengan como meta primordial el incremento de la producción y el abatimiento de los costos. Se basa en elevadas tasas de concentración (de 100,000 a 200,000 crías por hectárea) , en una frecuente renovación del agua y en alimentos balanceados ricos en proteína. Su rendimiento varía de 1,500 a 4,500 Kg/ha/año, aplicándose para la obtención de cosechas de alta calidad y para disponer de postlarvas durante todo el año (18,19). La alimentación de los organismos es una combinación de dietas artificiales y naturales en las primeras etapas y alimentos

balanceados en los últimos estadios.

- Acuicultura semiintensiva.- En este sistema se recurre a estanques construidos en tierra, alcanzándose densidades mayores que en los extensivos (40,000 a 80,000 crías/ha). Pueden utilizarse bombas para renovar el agua y se aplican fertilizantes y estiércol, además de alimentos balanceados. Su rendimiento varía de 600 a 1,000 Kg/ha/año; las fases que cubre este cultivo van de preengorda -abarcando el crecimiento de postlarva hasta juveniles de 1.5 a 2 gramos de peso- a engorda -de juveniles hasta su peso comercial de 17 gramos- (18,19).

- Acuicultura extensiva.- Es la forma más sencilla de cultivo, en la que no se requiere adicionar alimento balanceado; las crías se colectan de su habitat natural y se mantienen en estanques con densidades de 5,000 a 20,000 crías/ha. Los rendimientos son bajos (100 a 300 Kg/ha/año); los organismos sembrados aprovechan el alimento natural que se produce en las fosas pero a la vez enfrentan a competidores y depredadores, lo que ocasiona que los rendimientos sean menores a los de los sistemas antes descritos (18,19).

En todos los casos uno de los puntos críticos para la crianza de crustáceos es la calidad del agua empleada. Las características fisicoquímicas de importancia son:

Salinidad.- Es una medida de la concentración total de todos los iones disueltos en agua expresados como gramos/lit o partes por mil. Los iones de mayor concentración en el agua marina son Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , SO_4^{-2} y HCO_3^- . Oxígeno disuelto.- Es el parámetro crítico en el cultivo de cualquier especie de acuicultura. La solubilidad del oxígeno cambia dependiendo de la temperatura, disminuyendo conforme ésta última aumenta. De 23 a 32 °C cambia de 8.38 a 7.32 mg/lit.

pH.-Es influenciado por la concentración de CO_2 y sustancias acidificantes.

Los crustáceos han sido conocidos desde la prehistoria como un grupo altamente adaptable a los cambios de habitat a través del tiempo. Existen aproximadamente 35,000 especies, pero sólo unas cuantas tienen importancia como alimentos de consumo directo o indirecto. Las principales clases de crustáceos con interés desde el punto de vista alimenticio son el camarón (que ocupa alrededor del 82% del total de crustáceos capturados); el cangrejo (28%); langosta y cangrejo de río.

La mayor parte de estos caen en el orden Decapoda (10 extremidades inferiores). Su clasificación es la siguiente (4):

Filia	Artrópodos
Subfilia	Diantennata
Clase	Crustácea
Subclase	Malacostraca (crustáceos mayores)
Orden	Decápoda

Existen cerca de 2,000 especies conocidas de camarón. Bajo este término suelen denominarse también los langostinos y gambas, considerados camarones gigantes. Sin embargo, el camarón se define como una especie bentónica que habita en fondos arenosos o fangosos de 25-40 m de profundidad, donde se alimenta de detritus. Se agrupa en bancos muy numerosos y realiza migraciones tanto horizontales como verticales (22). Debido al empleo a veces indiscriminado del término camarón, las variedades del mismo abarcan algunas especies que no son propiamente este crustáceo, sino langostinos. La tabla 1.1 presenta las especies que resaltan por su comercio en el mundo.

TABLA 1.1. -ESPECIES DE IMPORTANCIA ECONOMICA DE CAMARON Y LANGOSTINO EN EL MUNDO.

ESPECIE	SITIO DE CAPTURA
<i>Artemesia longinaris</i> (camaron)	Argentina
<i>Crangon crangon</i> (camaron rosa comun)	Europa (50% para Alemania del Oeste, Inglaterra, Espana), Chile
<i>Heterocarpus reedi</i> (camaron de aguas profundas).	Argentina
<i>Hymenopenaeus mulleri</i> (langostino)	EUA (aguas profundas)
<i>Hymenopenaeus robustus</i> (C. real rojo)	Europa
<i>Leander adspersus</i>	Europa
<i>Leander serratus</i>	Japon (aguas del Sur)
<i>Metapenaeus joyneri</i>	Australia
<i>Metapenaeus bennettiae</i> (greentail prawn)	Australia
<i>Metapenaeus macleayi</i> (langostino)	Australia
<i>M. mastersii</i>	Australia
<i>M. monoceros</i> (langostino)	Africa, China
<i>Pandalus goniurus</i>	USA (Alaska)

ESPECIE	SITIO DE CAPTURA
<i>Palaemon serratus</i> (langostino)	Europa
<i>P. squilla</i> (C. del Báltico)	Europa
<i>Pandalus borealis</i>	Canada, Dinamarca, Japon, Groenlandia, E. U., URSS, Canada, USA.
<i>P. jordani</i>	Japon
<i>P. kessleri</i>	Europa, Inglaterra
<i>P. mantaguil</i>	Canada, USA
<i>P. platyceros</i>	Canada, USA
<i>Pandalopsis danae</i>	Canada, USA
<i>P. dispar</i>	Canada, USA
<i>P. hypsinotus</i>	Canada, USA
<i>Parapenaeopsis atlantica</i>	Africa
<i>Parapenaeopsis longirostris</i>	Grecia, Espana
<i>Penaeus aztecus</i> (camaron cafe)	Caribe, Mexico, USA
<i>P. brasiliensis</i> (rosa manchado)	Sudamerica. Caribe, Venezuela
<i>P. brevirostris</i> (rosado)	Centroamerica, Mexico, Costa Rica
<i>P. californiensis</i>	Centroamerica, Mexico
<i>P. carinatus</i>	China
<i>P. duorarum</i> (rosa)	Africa, Caribe, Mexico, Sudamerica, USA, Venezuela
<i>P. esculentus</i> (langostino tigre)	Australia
<i>P. fluviatilis</i>	Australia
<i>P. indicus</i>	USA
<i>P. japonicus</i> (kurumaebi)	Africa
<i>P. kerathurus</i>	Chile, Japon
<i>P. latisulcatus</i> (langostino rey)	Africa
<i>P. merguensis</i> (langostino banana)	Australia
<i>P. monodon</i>	Australia
<i>P. occidentalis</i>	Africa Centroamerica, Sudame_ rica
<i>P. plebejus</i>	Australia
<i>P. schmitti</i> (rosa)	Caribe, Venezuela
<i>P. semisulcatus</i>	Africa, Japon
<i>P. setiferus</i> (blanco)	USA, Mexico
<i>P. stylirostris</i> (azul)	Centroamerica, Mexico
<i>P. trisulcatus</i>	Grecia
<i>P. vannamei</i> (blanco)	Centroamerica, Mexico
<i>P. rottrachylene precipua</i>	Centroamerica, Mexico
<i>Rhynchocinetes tipus</i>	Chile
<i>Trachypenaeus byrdi</i>	Centroamerica
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Sudamerica, USA, Venezuela
<i>X. riureti</i>	Centroamerica

(Fuente: Food and Food Production Encyclopedia, 1982)

En nuestro país, las variedades más importantes se mencionan en la tabla 1.2

Las especies más cotizadas son el camarón blanco y azul del Pacífico, de las que se han conducido mayor número de estudios para su producción con técnicas acuaculturales (25). Las características más

TABLA 1.2.- VARIEDADES DE CAMARON DE IMPORTANCIA ECONOMICA EN MEXICO

LUGAR	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
GOLFO DE MEXICO	<i>Penaeus aztecus</i>	C. café
	<i>P. setiferus</i>	C. blanco
	<i>P. duorarum</i>	C. rosado
	<i>P. brasiliensis</i>	C. blanco manchado
	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	C. siete barbas
PACIFICO	<i>Sycionia sp.</i>	C. japonés
	<i>P. californiensis</i>	C. café
	<i>P. stylirostris</i>	C. azul
	<i>P. vannamei</i>	C. blanco
	<i>P. brevisrostris</i>	C. cristal
	<i>P. occidentalis</i>	C. blanco del Sur
	<i>Xiphopenaeus sp.</i>	

(Fuente: Juárez Palacios, 1987)

importantes de ambas variedades son:

Penaeus vannamei. - Es una especie nativa de las costas del Pacífico, desde Perú hasta Sonora, Méx. Se desarrolla excelentemente en cautiverio, siendo la especie que actualmente se cultiva en el Ecuador. Puede alcanzar hasta 20 gramos de peso, creciendo desde las fases PL5 -PL15¹ hasta 4-6 meses en densidades de 50,000 a 75,000 PL/ha. La sobrevivencia va del 60 al 80%; es la especie de elección para muchos acuacultores. Sin embargo, la reproducción en cautiverio es difícil. Tolerancia un amplio margen de salinidades y temperaturas.

Penaeus stylirostris. - Es una especie nativa del Pacífico, desde Perú hasta Baja California, Méx. Es más fácil de reproducir en cautiverio que *P. vannamei*, aunque la sobrevivencia es errática. El tiempo para alcanzar 20 gramos de peso desde PL15-PL20 es de 4-6 meses a

¹ 9-15 días después de la eclosión del huevo.

densidades de 25,000 a 50,000 PL/ha. La inestabilidad de la tendencia de mortalidad en esta especie imposibilita una proyección económica confiable.

Los parámetros de calidad de agua para ambas variedades son:

Temperatura = 23-32 °C

Oxígeno disuelto = 3-7 ppm.

pH = 8.0

Salinidad = 10-30 ppm.

DESARROLLO HISTORICO DE LA CAMARONICULTURA EN MEXICO.

El cultivo de camarón en México se inició en la década de los setentas basado en dos modelos de desarrollo tecnológico: el primero estuvo orientado hacia los métodos intensivos y se centró en la producción de camarón azul (*Penaeus stylirostris*). Su sede principal desde 1971 ha sido la Unidad Experimental de Puerto Penasco, Sonora; dentro del Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Sonora (CICTUS). El segundo modelo se desarrolló bajo el esquema de cultivo semiintensivo en las lagunas litorales de Nayarit y Sur de Sinaloa; en 1972 se estableció estanquería rústica en la ensenada de los 'carros', Laguna de Huizache, Sinaloa.; Hasta 1979 se dan los pasos decisivos para cultivar camarón en la granja experimental de San Blas, Nayarit, en la que se logró una producción de 250 Kg/ha en 4 meses. Para el ciclo 1980-1981 se obtuvo un rendimiento de 800 Kg/ha en seis meses; a partir de entonces estos estados han establecido granjas comerciales en muchas zonas costeras (19,22).

El potencial de especies nativas en el país es grande. Existen ocho variedades del género *Penaeus* que ofrecen magníficas perspectivas de manejo acuícola; entre ellas se pueden señalar el camarón azul, blanco, café y rosado (18); sin embargo, la investigación básica ha girado alrededor de dos variedades: el camarón blanco (*Penaeus vannamei*) y el camarón azul (*Penaeus stylirostris*). Los estudios realizados hasta el momento han arrojado resultados que han permitido abrir granjas en los tres niveles de cultivo; en la operación comercial se ha demostrado que en los cultivos extensivos existen mortalidades elevadas y el rendimiento no supera los 200 Kg/ha. Las granjas más representativas en este sistema son Huizache y Caimanero en Sinaloa; El Colorado en Nayarit y La Joya y Buenavista en Chiapas.

En el cultivo semaintensivo destacan los estados de Nayarit, Sinaloa, Sonora, Chiapas y Tamaulipas. Se han logrado rendimientos de 298-700 Kg/ha en 180 días. La limitación de este sistema es que las postlarvas utilizadas provienen de poblaciones silvestres y solo se dispone de ellas durante ciertas épocas del año, lo que permite dos únicas cosechas anuales (18). La granja más representativa en este sistema es Las Grullas, situada en el ejido del mismo nombre en la desembocadura del río Fuerte en el municipio de Ahome, Sinaloa. En su primer ciclo de cultivo se sembraron ocho millones de postlarvas silvestres, siendo el 90% de camarón azul y el 10% restante de camarón blanco. Los resultados fueron de 700 Kg/ha en 150 días, con una sobrevivencia del 90-100% (22).

En nuestro país la acuicultura es una actividad que se ha desarrollado muy lentamente en comparación a otras naciones con menor potencialidad en superficie aprovechable como Ecuador. Esto se debe a numerosos factores político-económicos que han cambiado a través de los años pero que aun no convergen de manera tal que propicien la creación y mantenimiento de un mayor número de granjas acuícolas.

Uno de los factores más importantes ha sido la organización ejidataria de la tenencia de la tierra (21,23); aunque esta forma de propiedad favorece en muchos casos a los agricultores de las zonas no costeras, margina a los propietarios de tierras inadecuadas para la agricultura y que no tiene recursos técnico-económicos para establecer cultivos de especies marinas. Por otro lado, las leyes de Pesca han evolucionado de acuerdo a las reformas agrarias del país sin considerarse las diferentes condiciones y posibilidades que ofrece este recurso. En 1950 se clasificaban ocho especies- entre ellas el camarón -como reservadas para la explotación exclusiva de cooperativas. En 1972 se reformó la Ley de Pesca vigente para separar las cooperativas en dos tipos: la pesca de alta mar y la estuarina, reservando el derecho de ejercer la acuicultura a las cooperativas del segundo grupo. A su vez el Estado fungió como organizador y centralizador de las cooperativas existentes.

En 1980 se desarrolló el proyecto CICTUS-Coca Cola-Universidad de Arizona, obteniéndose resultados exitosos en el cultivo de *Penaeus stylirostris* a pequeña escala; pero debido a la imposibilidad de

escalar el cultivo a nivel comercial por las limitaciones marcadas a la iniciativa privada, la empresa patrocinadora retiró su apoyo económico y paso el proyecto a Hawaii. Actualmente la Universidad de Sonora sigue trabajando en las instalaciones de Puerto Peñasco junto con cooperativistas de la zona. Esta experiencia permitió establecer que el cultivo de la especie es completamente factible técnicamente en México.

Para 1985 se habían formado tres grupos de intereses en la acuicultura del camarón: las cooperativas ribereñas, con el derecho legal de captura de postlarvas pero con escasos recursos para llevarla a cabo adecuadamente; los ejidatarios, con posesión de la mayoría de las tierras aptas para acuicultura pero sin acceso al capital y tecnología necesarios; por último, los pescadores de alta mar, con el crédito suficiente pero sin oportunidad legal de cultivo. Los organismos gubernamentales involucrados (Secretaría de Pesca, Secretaría de la Reforma Agraria y Secretariade Agricultura y Recursos Hidráulicos) no aportaban los créditos suficientes para el avance en este rubro como consecuencia de los altibajos económicos de esos años. En diciembre de 1986 se aprobó la nueva Ley de Pesca, que permitió la participación de la iniciativa privada en la acuicultura, conjunta a los cooperativistas, pero no liberó las especies reservadas. Para esta época se distinguían cuatro tipos de acuicultores: ejidatarios, técnicos, de negocio familiar y de pesca tradicional.

El grupo técnico se integraba por Biólogos, Ingenieros y Contadores con un interés común en el cultivo de camarón; en el negocio familiar se contaban pequeños empresarios con capital suficiente para contratar asistencia técnica. Estos dos grupos cimentaron el incremento que a partir de 1989 se ha presentado en la apertura de granjas, además de atribuirse a la nueva ley promulgada el 30 de diciembre de ese año, en el que se permitía la concesión de cultivo de especies reservadas a ejidatarios, grupos comunales y por primera vez a grupos privados. La pesca de estas especies siguen reservadas a los cooperativistas. En respuesta, se tiene un incremento acelerado de hectáreas abieras al cultivo, favoreciendo ampliamente las perspectivas a futuro. No debe descartarse que el país entra tardamente a la competencia en el mercado de camarón cultivado, haciendose indispensable la disminución

en los costos de postlarvas, procesado/empacado, transporte y alimentos balanceados. Aunado a las ventajas de especies nativas totalmente adaptables al cautiverio, buenos sitios de localización de granjas con aguas no contaminadas, climas cálidos, proximidad al mercado norteamericano y subsidio gubernamental de combustibles a empresas, México presenta un alto potencial en este ramo.

La responsabilidad de regulación actualmente recae solo en la Secretaría de Pesca; específicamente, las Direcciones de Organización y Capacitación Pesquera y de Acuacultura. Este ajuste debe permitir en un futuro un control centralizado de la actividad como rama económica.

1.2.2.- PANORAMA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA CAMARON.

La acuacultura como actividad económica no puede desarrollarse sin el apoyo de industrias conexas como los alimentos balanceados, necesarios para los cultivos de mayor rendimiento -intensivo y semintensivo-. Dentro de la cadena agroalimentaria se puede enmarcar en el primero de los cinco eslabones que la comprenden; por lo tanto, puede percibirse la importancia que guarda respecto a la producción del camarón como alimento.

Con el avance de las investigaciones ha sido posible evaluar los requerimientos nutricionales que permiten obtener las características comerciales necesarias en la especie. Incluso se han diseñado dietas artificiales de mayor calidad a la alimentación natural haciendo posible alcanzar tallas y pesos que difícilmente se logran capturar en la pesca del crustáceo (15). Asimismo los alimentos balanceados reducen la mortalidad en los estanques y establecen una coloración adecuada, factor importante al momento de fijar el precio del producto (19,22,23,28).

Se consideran dos técnicas en la industrialización de alimentos balanceados para cualquier especie:

a) La técnica tradicional: que incluye todo tipo de forrajes que han de pasar por las fases de siembra, cosecha, distribución y consumo, además de utilizar pastos o praderas artificiales o naturales. Incluye cultivos forrajeros que requieren de un programa de

henificación o ensilado (alfalfa, maíz, sorgo y otros cereales). Asimismo se emplean sobrantes de la cosecha de algunos productos -rastreros- .

b) La técnica moderna o industrial: comprende los alimentos balanceados que requieren una fase de transformación industrial adecuada a las características de nutrición y digestión de las diversas especies pecuarias (24).

A este último nivel corresponde la manufactura de dietas artificiales para camarón; de acuerdo al tipo de alimento se clasifica en la de especies monogástricas, con altos porcentajes de proteína y bajo contenido de fibra. Esta es la razón por la cual el alimento debe procesarse industrialmente, a diferencia de los preparados para especies poligástricas (ruminantes) que requiere un alto contenido de fibra y proteínas, lo que puede lograrse mediante el secado de ciertos vegetales como alfalfa.

La tecnología empleada en la preparación de estas raciones balanceadas se subdivide básicamente en :

1) Preparación de mezclas cuyas formulaciones han sido previamente determinadas a partir de investigaciones sobre la nutrición de cada especie, precios y disponibilidad de insumos.

2) Procesamiento de las mezclas y empaque del producto final, utilizando métodos electromecánicos (23).

Las grandes empresas transnacionales y nacionales efectúan las mezclas de los diferentes ingredientes a través de sistemas computarizados con el fin de minimizar costos. Pero según ciertos autores 'este tipo de tecnología es ineficiente socialmente ya que genera alto grado de capacidad ociosa y utiliza poca mano de obra'.

Genéricamente se ha detectado la necesidad de dietas artificiales económicas para todas las fases del crecimiento de crustáceos, por lo que las investigaciones realizadas hasta el momento se enfocan en su mayoría a la nutrición de la especie. Sin embargo, existen pocos estudios prácticos dirigidos al establecimiento de procesos y condiciones de operación de alimentos balanceados para acuicultura (32).

En Latinoamérica los camaricultores requieren alimentos de alta calidad, pero debido a las restricciones de equipo, materias primas y

en algunos casos el nulo conocimiento de los beneficios económicos posibles con estos productos, los cultivadores no tienen acceso a ellos (33). Se ha comprobado que el punto de rompimiento (en el que las ganancias son iguales a las pérdidas) es más sensible a cambios en la sobrevivencia y crecimiento de las postlarvas que al costo del alimento y al costo de las postlarvas en sí (8), lo que permite deducir que un alimento que permite un buen desarrollo de la especie compensa el precio que pudiera parecer al camaronicultor excesivo en primera instancia. Esto demuestra que la necesidad de un alimento artificial económico, de buena calidad y con materias primas de alta disponibilidad está detectada. En Estados Unidos existen 41 compañías elaboradoras de alimentos balanceados para especies acuícolas, aun cuando este país tiene un contado desarrollo en esta actividad, pocas perspectivas y una producción escasa - apenas 25 granjas comerciales y 405 hectáreas en producción - (33). México, con más de 8,000 hectáreas en cultivo y con casi 200 granjas cuenta con menos de 10 empresas manufactureras de alimentos balanceados para acuicultura. De esto surge una interrogante: ¿Porqué el rezago en un renglón tan importante dentro de la producción animal?

Parte de la respuesta estriba en la situación económica prevaleciente en la década de los ochentas; a principios de ésta se abatió drásticamente el mercado interno de alimentos balanceados para varias especies, por lo que esta gran industria empezó a resentir y a mostrar los efectos de la crisis económica. La producción descendió y en 1987 representó apenas poco más del 70% de la alcanzada en 1981. Las transnacionales cerraron plantas y redujeron la capacidad de producción de las que seguían funcionando (35); las importaciones de alimento aumentaron y se han mantenido en un ritmo de crecimiento desde entonces. Otro problema es la falta de confianza en el establecimiento de la acuicultura como una actividad rentable, dados los antecedentes explicados anteriormente. Pero el desarrollo de la industria elaboradora de alimentos balanceados para camarón es precisa si se desea un auténtico progreso comercial en la camaronicultura.

II. ESTUDIO DE MERCADO

2.1.- DEFINICION DEL PRODUCTO.

Se plantea la elaboración de alimentos balanceados para las especies *Penaeus vannamei* y *Penaeus stylirostris* para las fases de postlarva-juvenil y juvenil-adulto, con los estándares de nutrición especificados en el capítulo de materias primas (Balance de Formulación, pag.70 y 71). La definición del producto, previo análisis de los capítulos del Estudio Técnico, queda dada como la mezcla de harina de pescado, alimento de cabezas de camarón, pasta de soya y harina de trigo o de papa como ingredientes principales, con aceite de pescado, mezcla vitamínica, ac. cítrico BHT y una goma (alginato de sodio-hexametafosfato de sodio ó guar) como ingredientes minoritarios, posteriormente sometida a extrusión, secado, molienda y tamizado. El producto final debe constituirse por pellets con un diámetro de 1mm y una longitud no menor a 0.42 mm y no mayor a 2 mm¹. La calidad del alimento debe evaluarse de acuerdo a su resistencia al rompimiento (cantidad de polvos desprendida) y a la estabilidad en el agua (36). No existen normas establecidas en México para este tipo de productos, dada la diversidad de tecnologías y procesos existentes así como la carencia de información respecto a los mismos.

2.2.- PRODUCTOS SUSTITUTOS.

Como ya se ha mencionado, el cultivo de tipo extensivo no requiere de alimento balanceado puesto que se aprovecha la productividad natural de organismos en la zona. Puede considerarse una alternativa al uso de alimento artificial, aunque se tienen las desventajas de rendimientos y tallas menores, así como el costo del terreno (19). Para los cultivos intensivos y semintensivos en México el alimento balanceado se ha sustituido en algunos casos por *Artemia Salina*; el uso de este crustáceo es común en la producción acuícola de varias especies y su aceptación se basa en que es consumido vivo, por lo que se asemeja a la alimentación natural del camarón. Se tiene el

¹ Definición hecha por la autora de esta tesis. No se tiene una descripción por normas oficiales.

inconveniente de que sólo existen 50 compañías distribuidoras en el mundo y sólo una en México, por lo que la mayoría de los quistes de *Artemia* son importados, siendo su costo elevado y su distribución difícil (19). Su uso se restringe a la cría de postlarvas en laboratorios especializados en esta actividad.

En Japón y Europa se han usado productos naturales congelados como vísceras de res, camarones de variedades menos cotizadas, ostras, calamar y otros. A pesar de que se emplean especialmente en cultivos intensivos el costo de los sustitutos resulta muy elevado. Aun cuando su aceptación es buena y el contenido proteínico es alto, el balance nutricional no es tan adecuado como en una dieta artificial, en la que puede controlarse la composición de la misma y/o modificar la formulación de acuerdo a las necesidades nutricionales de las distintas variedades de crustáceos en sus diferentes fases de crecimiento.

2.3.-DEMANDA.

2.3.1.- ANALISIS HISTORICO.

Ya que el alimento balanceado para camarón es un insumo indispensable para las granjas de tipo intensivo y semuintensivo, el análisis de la demanda se realiza en base a dos indicadores:

- a) La oferta-demanda de camarón colectado en México vía pesquería.
- b) La producción de camarón por acuacultura.

Estos dos parámetros son fundamentales si se tiene en cuenta que una elevación en la demanda del camarón permite una tendencia ascendente en la apertura de nuevas granjas de cultivo. A su vez, el incremento en la producción de peneidos vía acuacultura propicia un aumento proporcional en el consumo de alimento balanceado.

2.3.1.1.- OFERTA - DEMANDA DE CAMARON .

PANORAMA NACIONAL.

México cuenta con nueve especies de camarón distribuidas en el litoral del Pacífico, Golfo de México y Caribe. De las variedades con mayor valor comercial se desprenden el camarón blanco, azul y rosa. Cabe anotar que el litoral del Pacífico aporta la mayor cantidad (más del 60% del total), destacando Sonora y Sinaloa como los mayores

productores de esa zona. El Golfo y Caribe aporta el resto del volumen, siendo Campeche y Tamaulipas los estados más importantes en cuanto a producción.

El volumen de captura del camarón en la última década se muestra en la gráfica 2.1; en el periodo 1980-1985 se manifiesta un comportamiento discontinuo en la captura; durante los siguientes cuatro años se observa una franca disminución en las toneladas de camarón. Su alto valor comercial ha fomentado el incremento desproporcionado en su explotación, poniendo en peligro las existencias básicas (9,26).

Así, la pesca del camarón en México enfrenta serios problemas; ejemplo de ello es el caso reportado por pescadores sinalcoenses en 1986, quienes tuvieron que desplazarse 900 millas al Sur (en las costas de Oaxaca) para la captura de ese año, ya que en las costas de Sinaloa no fue posible encontrar la especie (25). En ese mismo año, el Presidente de la República señala en su 4o. Informe de Gobierno que la generación de divisas en el sector pesquero se halla 'obstaculizada por factores económicos en la flota pesquera y en la planta industrial, originados por la relación precio-costos, el financiamiento escaso, la antigüedad de la flota y la falta de infraestructura en algunos puertos' ².

Cabe señalar que otro factor que ha perjudicado en gran manera este renglón es el nulo crecimiento en unidades destinadas a la pesca de camarón, lo que puede apreciarse en la gráfica 2.2.

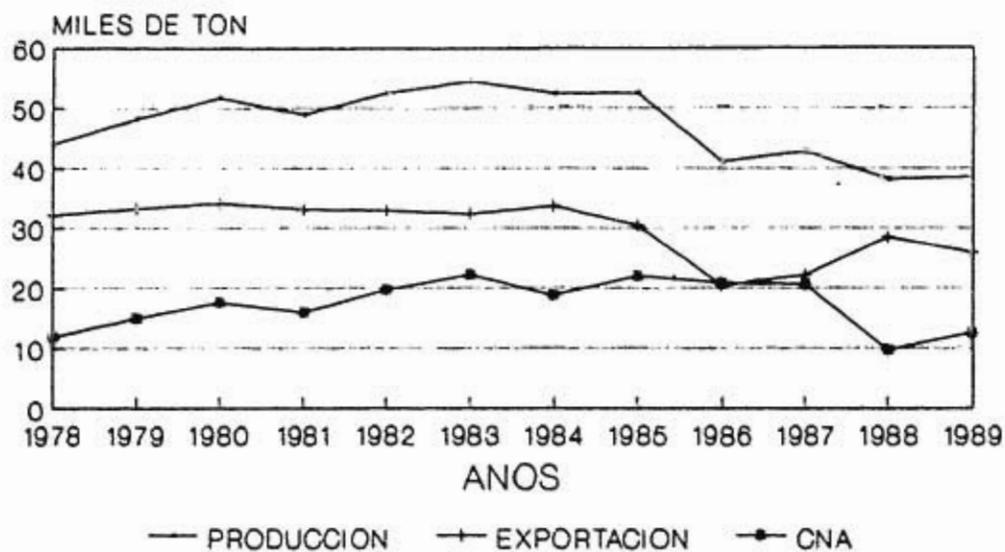
De acuerdo a lo antes expresado, las principales limitaciones al desarrollo pesquero pueden resumirse en los siguientes puntos:

- 1.- Falta de diversificación de la pesca, mercados regionales, créditos oportunos, supervisión adecuada, organización y capacitación administrativa.
- 2.- Contaminación de las aguas protegidas por pesticidas, que se descargan principalmente a bahías, lagunas y litorales (25).

Esto se ve reflejado en el descenso de la producción y el Consumo Nacional Aparente, encarecimiento del producto y, ante el aumento de costos, la disminución de la demanda ante los precios prohibitivos y el bajo nivel del ingreso. En suma, la demanda efectivamente se ve

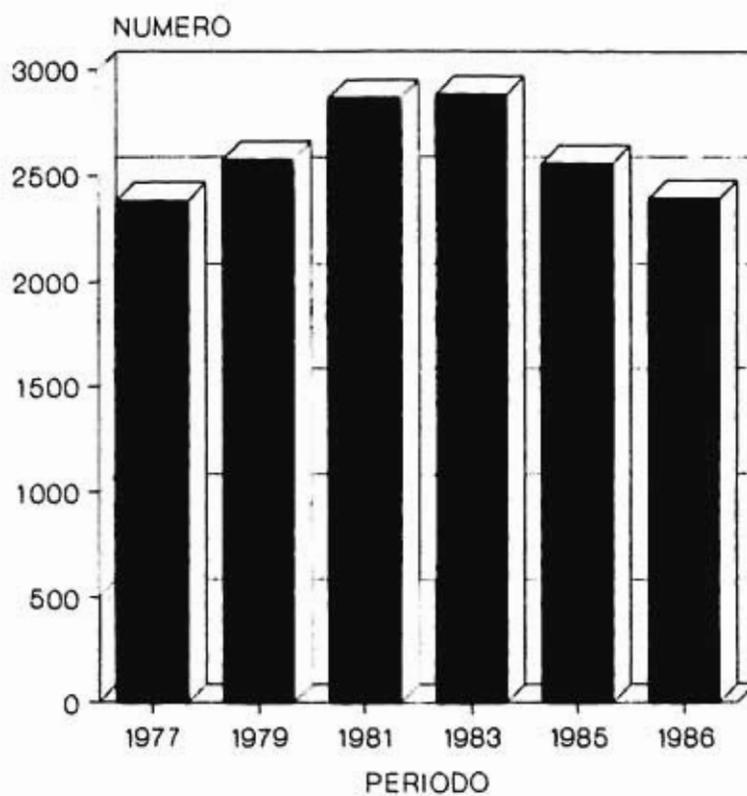
² Miguel de la Madrid H. 4o Informe de Gobierno, 1986.

**GRAF.2.1.-MERCADO NACIONAL DE CAMARON
PRODUCCION,EXPORTACION Y
CNA (1978 - 1989)**



FUENTE: DATOS DE INFORMES DE GOBIERNO
1986-1990. BOLETIN DE INF. OPORTUNA DEL
SECTOR ALIMENTARIO. 1987-1990.

**GRAF.2.2.-EMBARCACIONES MAYORES
DEDICADAS A LA PESCA DEL CAMARON
1977-1986**



FTE: SECRETARIA DE PESCA, 1988.

satisfecha, pero por factores que afectan negativamente la economía del país. La grafica 2.1 permite visualizar lo anteriormente descrito.

En cuanto al mercado internacional, las exportaciones de camarón realizadas por México en el periodo 1977-1987 se muestran en la grafica 2.3.

Respecto al volumen exportado a E.U., puede verse que durante el periodo 1980-1985 el tonelaje permanece relativamente constante, fluctuando entre 30,500 y 33,607 ton. Para el periodo 85-89 la tendencia decrece; similar situación se presenta en las cifras para el mercado japonés (3,9).

Las tendencias de exportación y producción (graf.2.1 y 2.3) son semejantes; esto es lógico si se observa que en la última década México ha exportado el 85% de su producción en promedio.

PANORAMA MUNDIAL.

El mercado de crustáceos y camarones en general aumento notablemente durante el periodo 1977-1981, tanto en cantidad como en valor. En 1981 las importaciones mundiales ascendieron a 3,000 millones de dólares. Japón fue el mayor mercado seguido por E.U.; después le sigue Francia, España, Reino Unido, Italia, Hong Kong y Australia, esperándose un incremento continuo en el mercado mundial durante el próximo decenio (23,27).

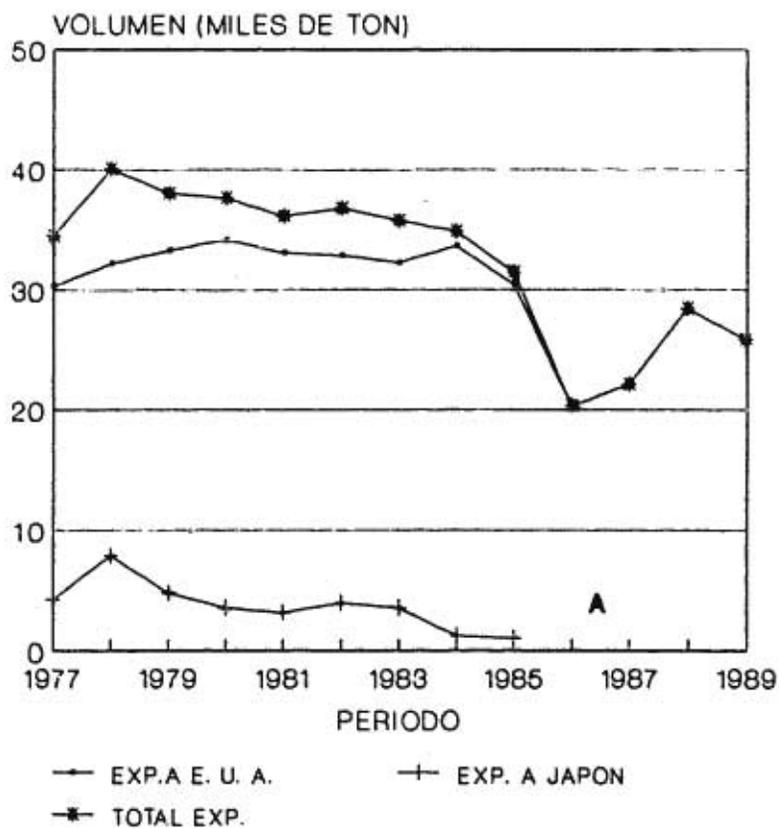
El sector de hostelería y afines constituye el mayor mercado absorbiendo 3/4 partes o más del total de los suministros.

MERCADO DE ESTADOS UNIDOS.

Se ha incrementado de 150 mil toneladas en 1980 a 243 mil toneladas en 1985. Esto confirma el aumento meteórico de la demanda de camarón; aun cuando la magnitud es apreciable, el mercado de E.U. es impredecible, reaccionando rápidamente y con cambios bruscos en su tendencia (27). En la gráfica 2.4 se presentan estadísticas que demuestran las afirmaciones anteriores.

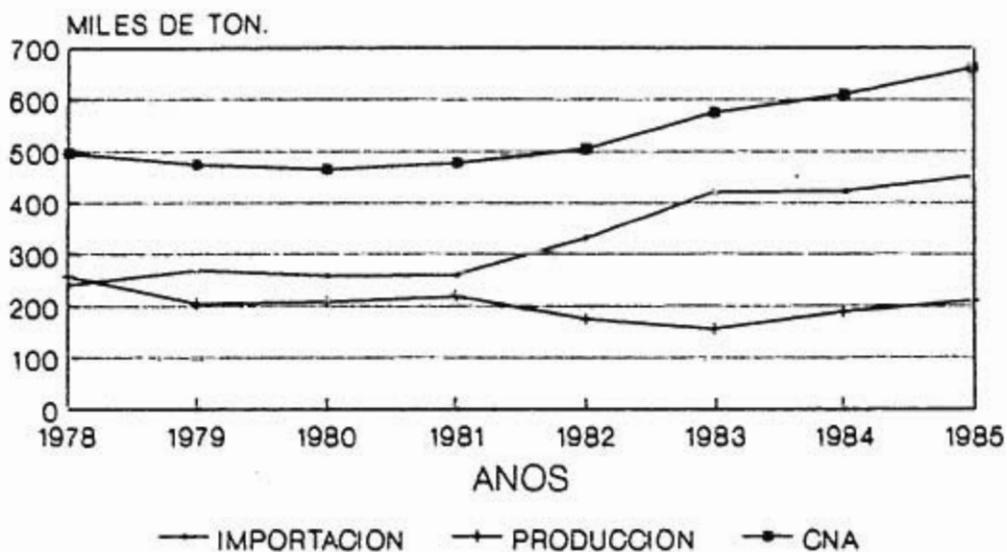
Según Kolbeck (1988), a partir de 1979 los E.U. se vuelven más dependientes en las importaciones de camarón, reflejándose este fenómeno en los porcentajes mayores al 100% de su producción. Latinoamérica, principalmente México, fue el mayor abastecedor de E.U.

GRAF.2.3.-EXPORTACION DE CAMARON MEXICANO. 1977-1989



A.-CIFRAS NO REPORTADAS PARA ESE PERIODO
 FTE: 6o. INF. DE GOBIERNO, 1988; JIMENEZ,
 1988; BOL. INF. OP. SECT. ALIM. 1987-1990

**GRAF.2.4.-E.U.:MERCADO DE CAMARON
 PRODUCCION,IMPORTACION Y
 CNA(1978 - 1985)**



FTE: ANONIMO. SHRIMP MARKET TRENDS AND CHARACTERISTICS. U.S.A AND EUROPE. INFOFISH, NOV. 1986, 30 P.

(27,28).

Los dos factores que más han influido para ello es la cercanía y la disponibilidad de camarón blanco, además de que la influencia de E.U. en estos países hace más segura la inversión. Sin embargo, muchos países latinoamericanos parecen haber alcanzado su producción máxima (con la excepción de Brasil) y resulta oportuna la intervención de técnicas de acuicultura en un futuro (27).

E.U. constituye el mercado más cercano a México y es el 2o mayor mercado para el camarón. La demanda en este país se ha incrementado aceleradamente en los últimos años, como se puede observar en la gráfica 2.4 ; pero la producción doméstica está por abajo de las cifras requeridas e incluso va en decremento. Esto demuestra que el producto tiene amplia aceptación en el extranjero y que cualquier aumento en la producción de camarón vía acuicultura sería absorbido con toda seguridad (28).

MERCADO JAPONES.

Es el principal importador de camarón en el mundo cuyo mercado se cataloga como muy importante, aunque se tiene una marcada preferencia hacia el consumo de camarón asiático por el que paga un precio relativamente bajo. Las importaciones de camarón de este país se muestran en la gráfica 2.5.

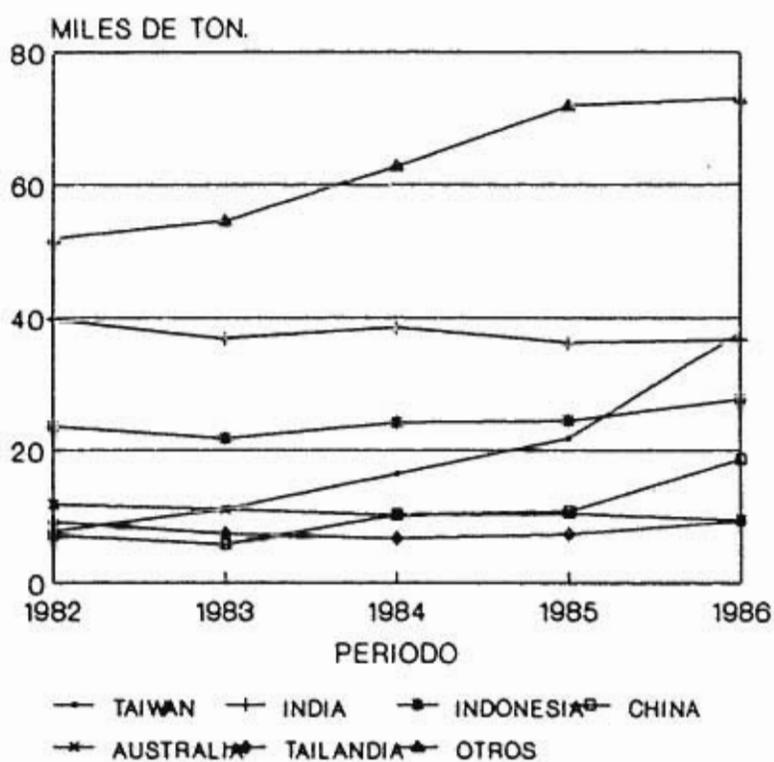
MERCADO EUROPEO.

Europa es el tercer mercado más importante de camarón, con un consumo de 200,000 ton/año. Para la mayoría de los exportadores Europa es mercado de segunda mano en vista de los bajos precios y las calidades mediocres exigidas, en comparación a E.U.A. y Japón. Se abastece de camarón de aguas frías proveniente de los países nórdicos y Argentina. El resto corresponde a Asia (30%) y África (20%). Europa, exceptuando España, es completamente dependiente de sus importaciones. La situación de este mercado se aprecia en la gráfica 2.6. (29).

ANÁLISIS DE SITUACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL.

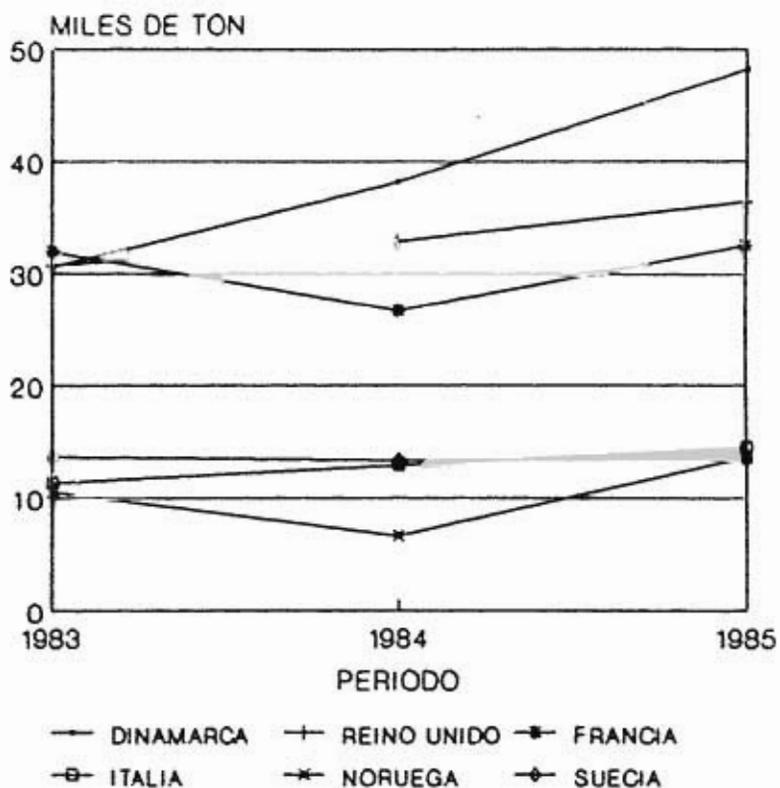
La demanda mundial de camarón permite una mayor cantidad de producto en oferta sin saturar el mercado (particularmente en Japón y E.U.). Esta es una excelente perspectiva para los productores mexicanos, que tienen entonces dos opciones: aumentar o al menos sostener la captura en los litorales del país, lo que resulta difícil tomando en cuenta

GRAF.2.5.- IMPORTACIONES JAPONESAS DE CAMARON. 1982-1986



FTE: RODRIGUEZ, C. MANUAL TECNICO PARA LA OPERACION DE GRANJAS CAMARONERAS, 1988. 152 P.

GRAF.2.6.-IMPORTACIONES EUROPEAS DE CAMARON CONGELADO 1983-1985



FTE: KORTBECH, O EL MERCADO MUNDIAL DE CAMARONES ESTA CRECIENDO EN EUROPA OCCIDENTAL. GATT, 1988. 20 P.

las afirmaciones hechas por varios especialistas de la materia (3,8,15,25,28,30,31), respecto a que se ha llegado al nivel máximo de sostenimiento en la captura. Por otra parte, se ha realizado un estudio económico en el que se afirma que económicamente es más factible impulsar la alternativa de técnicas acuaculturales que renovar la flota camaronera actual (3). En vista de esto, el primer indicador parece demostrar que existen las condiciones necesarias para impulsar la camaronicultura y no solo conservar en operación las hectáreas de cultivo abiertas sino ampliar el número de granjas con el fin de cubrir la demanda del producto en el mercado internacional.

2.3.1.2.-PRODUCCION DE CAMARON POR ACUACULTURA.

PANORAMA MUNDIAL

Ya se ha dado en la introducción de este trabajo un esbozo general de la situación de la acuacultura internacional, por lo que se introducen directamente los casos especiales de los países que están a la vanguardia en esta técnica productiva.

CHINA:

Se tiene un ambicioso programa de cultivo de *P. Chinensis* (camarón blanco). El costo del cultivo es de un dólar la libra (1989), siendo el precio en el mercado de 3 dólares para importadores estadounidenses. China se ha convertido en el mayor productor de camarón cultivado con producciones de más de 100,000 ton. métricas por año. En 1988 este país se convirtió en el mayor exportador del crustáceo a E.U., con un volumen de casi 50,000 ton. métricas. Si se considera que este país trabaja con cultivos extensivos y semiintensivos, puede considerarse que ocupa una gran cantidad de alimento balanceado (2).

ECUADOR:

Tiene el segundo lugar en cuanto a costos más bajos de producción (1.5 dólares la libra en 1989); hasta 1988 fue el país que más exportaba hacia E.U. Su producción alcanzó casi las 100,000 ton. métricas en 1989, bajando notoriamente respecto a otros años debido a la falta de postlarvas de cultivo. En general se adolece de problemas para operar a la capacidad de diseño por una dirección inadecuada de la actividad acuícola.

Al igual que China, este país opera con cultivos extensivos y

semintensivos. Consume alrededor de 60,000 ton. de alimento balanceado, en calculos realizados a partir de su producción y eficiencia de cultivo (2,19).

TAIWAN:

Este país utiliza alta tecnología en la producción de *P. monodon* (camarón Black Tiger), lo que significa que requiere mayor cantidad de alimento que sus competidores. Por enfermedades en esta especie su producción decayó hasta 40,000 ton. métricas en 1989 (2).

OTROS PAISES:

En este apartado se contemplan las naciones que, como Indonesia, Tailandia y Filipinas están experimentando un crecimiento acelerado en la producción de esta especie, con menores costos de producción que Taiwan. Estados Unidos tiene un futuro limitado en este negocio; su producción anual es menor de 1,000 ton. métricas, invirtiéndose decenas de millones de dólares en esta actividad en granjas situadas en Hawaii, Texas y Carolina del Sur, obteniéndose pocas ganancias por los elevados costos de la tierra y mano de obra (2). Utiliza los sistemas intensivo y semintensivo.

PANORAMA NACIONAL.

Respecto a la acuicultura de camarón en México, el Banco Rural (BANRURAL) y el Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero (FONDEPESCA), junto con la Secretaría de Pesca (SEPEPESCA) elaboraron 35 proyectos en 1985, de los cuales se aprobaron 18 en 1986 para otorgar créditos de avío y refaccionarios en el cultivo de camarón, ostión, bagre, tilapia y trucha en los Estados de Sonora, Baja California Nte., Baja California Sur, Chihuahua, Nayarit, Sinaloa, Colima, Hidalgo y Jalisco. Sin embargo, se detectaron los siguientes problemas: escasez de financiamiento, infraestructura hidráulica deficiente, poca organización de productores, contaminación de esteros y técnicas de explotación obsoletas. En 1988 se iniciaron operaciones en 20 granjas camaroneras con una superficie de estanquería aproximada a 800 ha; el monto de créditos para acuicultura se muestra en la tabla 2.1.

Se tienen identificadas cerca de 470,000 ha. que presentan las condiciones físicas y climatológicas requeridas para el cultivo del crustáceo localizadas como se muestra en la tabla 2.2.

TABLA 2.1. - CREDITOS OTORGADOS PARA ACUACULTURA EN 1986

INSTITUCION	MONTO (millones de pesos)
FIRA	512
FICART	1,000
BANRURAL	555
TOTAL:	2,067

Fuente: Programa Nacional de Cultivo del Camaron, 1988.

TABLA 2.2. - HECTAREAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE CAMARON EN MEXICO.

ESTADO	MILES DE Ha.	PARTICIPACION RELATIVA NAL. %
PACIFICO		
Baja California Nte.	25	5.6
Baja California Sur	30	6.4
Sonora	40	8.5
Sinaloa	180	38.3
Nayarit	60	12.8
Colima	3	0.6
Oaxaca	50	10.6
Chiapas	40	8.5
LITORAL GOLFO Y CARIBE		
Tamaulipas	15	3.2
Veracruz	15	3.2
Tabasco	2	0.5
Campeche	10	2.1

FUENTE: Programa Nacional de Cultivo del Camaron, 1988.

En 1987 existian 64 granjas camaroneras en operacion, ennumeradas en la tabla 2.3.

A principios de 1990 se tenian 6980 has. abiertas al cultivo a nivel nacional y 2128 has. en construccion distribuidas en 198 granjas con registro y concesion de pesca y un numero indeterminado de granjas en operacion que no cuentan con estos requisitos.

Comparando con el año de 1987 se observa un incremento en superficie cultivada del 30.76% en solo tres años.

El aumento detectado en esta actividad en los ultimos meses puede explicarse en parte por la aprobacion de la participacion de la iniciativa privada en el cultivo de especies marinas, dada a conocer en diciembre de 1989, como se explica en la introduccion. Actualmente el crecimiento del numero de granjas de camarones es muy alto,

TABLA 2.3. - GRANJAS CAMARONERAS ESTABLECIDAS EN 1987.

LITORAL Y ENTIDAD	NUMERO	SUPERFICIE ABIERTA AL CULTIVO (Has)	SUPERFICIE UTILIZADA DEL TOTAL APROVECHABLE %
PACIFICO	59	5,110	1.08
Baja California Nte.	1	50	0.20
Baja California Sur	2	8	0.02
Sonora	7	161	0.40
Sinaloa	44	4,237	2.35
Nayarit	4	650	1.08
Jalisco	1	8	- (a)
LITORAL DEL GOLFO	5	228	0.54
Tamaulipas	4	208	1.38
Campeche	1	20	0.2

(a). -No se ha estimado su superficie total disponible para el cultivo del camarón. FUENTE: Programa Nacional de Cultivo del Camarón, 1988.

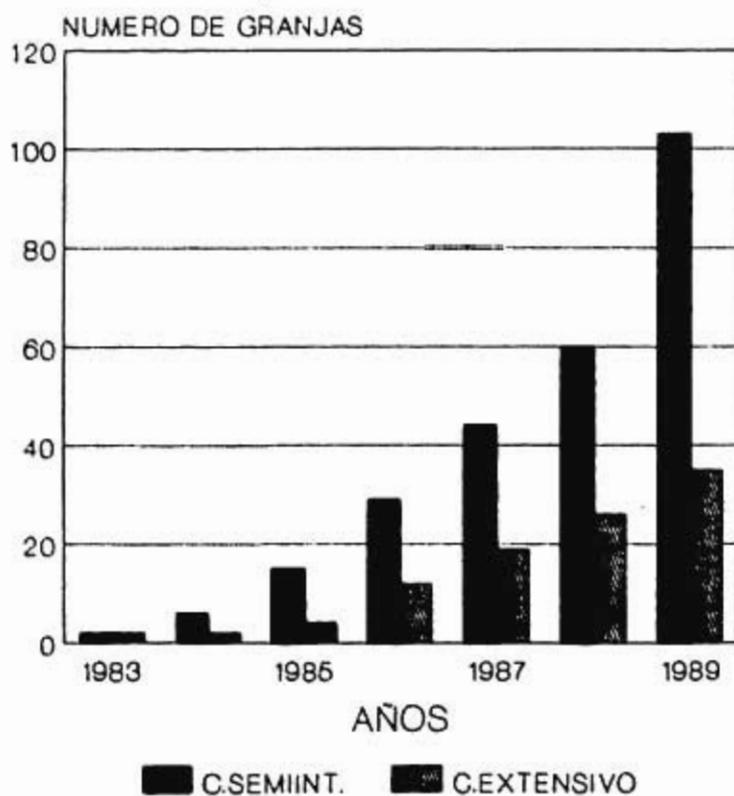
recibiéndose peticiones en la Dirección General de Acuicultura para abrir nuevas estanquerías con gran frecuencia (8). Según los registros de la Dirección General de Organización y Capacitación Pesquera, el número de granjas que trabajan el sistema semintensivo e intensivo se ha incrementado como se muestra en la gráfica 2.7, mientras que se observa un crecimiento menor en las granjas de tipo extensivo.

Analizando estos registros puede detectarse lo siguiente:

- a) El número de granjas que a nivel nacional utilizan el sistema extensivo de cultivo y que, por lo tanto, no requieren alimento, es de 38 con 2,834 has. en operación, 609 has. en construcción y 8,481.2 has. potenciales ³.
- b) El número de granjas que emplean el sistema semintensivo en el país es de 154, con 3,466 has. en operación; 1,494 has. en construcción y 13,866.4 has. potenciales.
- c) El número de granjas que emplean el sistema intensivo es de 4, con 10.5 has. abiertas al cultivo, 25 has. en construcción y 184.5 has.

³ Las hectáreas potenciales están referidas a las conclusiones de los proyectos de factibilidad de algunas granjas realizados por la Secretaría de Pesca y no al total potencial de México.

GRAF.2.7.-DEMANDA CRECIMIENTO ANUAL DE GRANJAS SEMIINTENSIVAS Y EXTENSIVAS



FUENTE: DATOS DE LOS REGISTROS DE LA DIR.
GRAL. DE ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN
PESQUERA. 1990.

potenciales (fig. 2.1).

d) El total de granjas y hectáreas actualmente en operación se encuentra distribuido como se muestra en la tabla 2.4.

Aunque en número de hectáreas casi no existe diferencia entre los sistemas extensivo y semiintensivo, esto se debe a que el primero requiere una cantidad elevada de espacio con rendimientos menores (véase introducción) en comparación con el segundo.

Con esta información se puede concluir lo siguiente:

I.- En la actualidad el sistema más empleado a nivel nacional es el sistema semiintensivo, siguiéndole en importancia el sistema extensivo. El sistema intensivo es una opción para el cultivo inicial del camarón en su fase postlarval.

II.- El Estado con mayor cantidad de estanquería abierta es Sinaloa, que cuenta con más de las 3/4 partes de estanquería en operación y hectáreas en construcción (figura 2.2). Nayarit ocupa el segundo lugar.

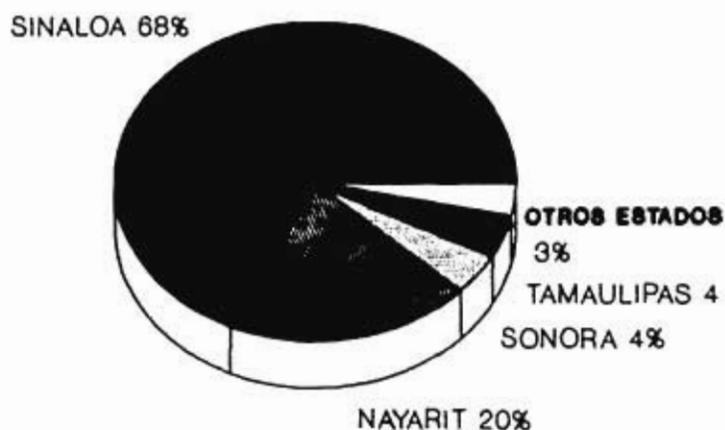
III.- De las 470,000 hectáreas disponibles para la producción de camarón sólo se emplea el 1.48% hasta el momento.

2.3.2.- DEMANDA NACIONAL Y POTENCIAL.

El seguimiento de las hectáreas abiertas al cultivo anualmente es difícil debido a que en los registros de la Secretaría de Pesca solamente aparecen 84 granjas con fecha de registro; las 114 restantes se encuentran en trámites o no están registradas pero se encuentran en operación. El mecanismo seguido a menudo por los camaricultores es abrir la estanquería antes de contar con los permisos correspondientes, si cuentan con el capital necesario para iniciar la empresa; cuando se ven en la necesidad de conseguir crédito comienzan los trámites requeridos y dan de alta la granja en los registros (8). Por ello es poco probable que las granjas inscritas hasta el momento hayan empezado a operar en la fecha que ostentan en el número de registro correspondiente.

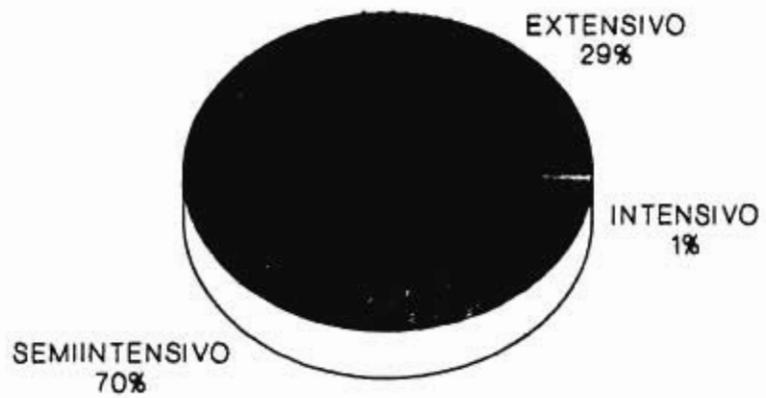
En la gráf. 2.8 se muestran las hectáreas en operación acumulativas. Se observa que el crecimiento de las hectáreas en operación para el sistema semiintensivo desvia su comportamiento en el último año; esto

**FIG.2.1.-CULTIVO SEMIINTENSIVO
HECTAREAS EN OPERACION
PARTICIPACION POR ESTADOS**



FUENTE: DATOS DE REGISTROS DE LA DIR. GRAL
DE ORGANIZACION Y CAPACITACION PESQUERA,
1990.

**FIG.2.2.-SISTEMAS DE CULTIVO.
HECTAREAS EN CONSTRUCCION.**



FTE.DATOS DE LA DIR. GRAL. DE
ORGANIZACION Y CAPACITACION PESQUERA,
1990.

Tabla 2.4- RECTORES EN OPERACION Y EN CONSTRUCCION POR ESTADOS.

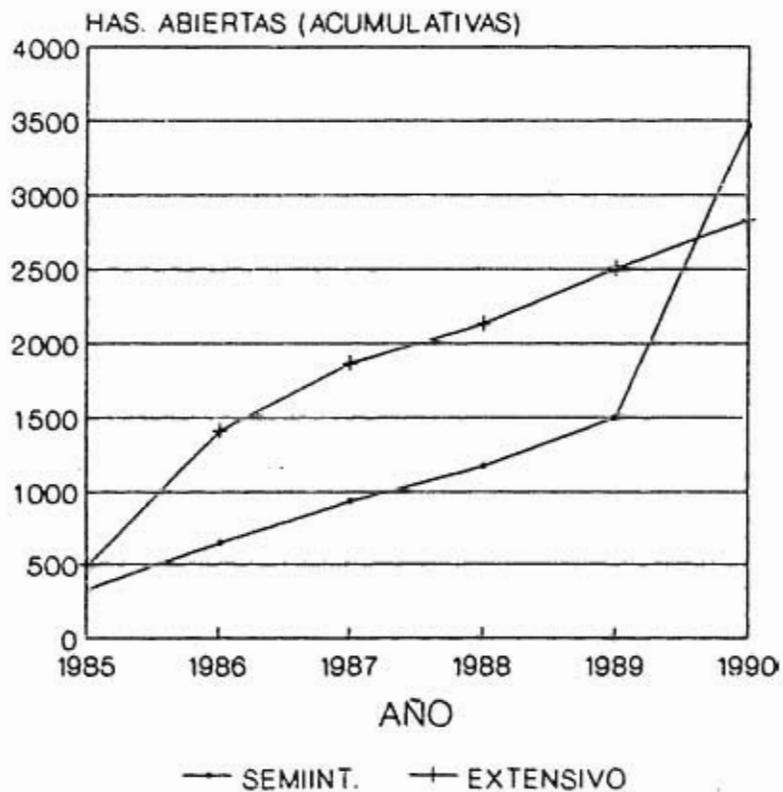
ESTADO	RECTORES EN OPERACION			RECTORES EN CONSTRUCCION		
	SEMINTENSIVO	INTENSIVO	EXTENSIVO	SEMINTENSIVO	INTENSIVO	EXTENSIVO
STURABAN	2,358.0	8.0	2,834	1,184.3	18.0	689.0
NOYALIT	688.0	2.5	-	88.2	*	*
SAHON	152.0	-	-	*	15.0	*
BCS	3.5	*	-	248.0	*	*
BCN	58.0	-	-	*	*	*
BRACI	*	-	-	35.0	*	*
TRINOLIPON	148.0	-	-	*	*	*
FOCATOR	-	-	*	6.5	*	*
OMPSOCE	28.0	-	-	*	*	*
OSORONDO	*	-	-	*	*	*
CHIAPAS	48.0	-	*	*	*	*
JALISCO	6.0	-	-	*	*	*

*. EN ESTUDIO.

-. NO SE PLANEO EL SISTEMA HASTA EL MOMENTO.

FUENTE: DIR. GEN. DE ORGANIZACION Y CAPACITACION PESQUERA, 1998.

GRAF.2.8.-CAMARONICULTURA HECTAREAS EN OPERACION PARA CULTIVO SEMIINTENSIVO Y EXTENSIVO



FUENTE: DATOS DE REGISTROS DE LA DIR.
GRAL. DE ORG. Y CAPACITACION PESQUERA,
1990.

puede atribuirse al marco legal que se menciona en la introducción a este trabajo; el sistema extensivo conserva una tendencia definida. El análisis del sistema extensivo es también necesario debido a lo que se plantea en la parte de sustitución del producto; en ambos sistemas se percibe un incremento acelerado, aunque el sistema extensivo resulta ser menor dado el disparo en el aumento de granjas semiintensivas para el último año. Para el análisis de la demanda deben utilizarse los datos de hectáreas en operación y convertirlos a cantidad de alimento como se explica a continuación.

La producción de camarones por hectárea depende del número de ciclos que se hayan trabajado; tomando en cuenta la experiencia de las granjas semiintensivas establecidas en México se puede deducir que se tienen posibilidades de obtener en promedio 2.6 cosechas (ciclos) por año; la cantidad de alimento promedio por hectárea es de 2,389 Kg/ha/ciclo (18). Este total cubre los estadios de preengorda y engorda, que son las etapas trabajadas en el cultivo semiintensivo. De esta forma las hectáreas en operación se multiplican por la cantidad promedio de alimento por ha. y después por los ciclos anuales.

Por ejemplo: Para 1985 el alimento consumido fue:

330 has (2,389 Kg/ha/ciclo) = 809,871 Kg/ciclo

809,871 Kg/ciclo (2.6 cosechas/ciclo) = 2,105,664.6 Kg de

alimento demandado para 1985. De esta forma se obtiene la demanda anual de alimento para el período 1985-1990 -tabla 2.5-.

TABLA 2.5. -DEMANDA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA CAMARON (1985-1990)

ARO	DEMANDA (TON)
1985	2,105.6
1986	4,427.5
1987	6,361.1
1988	7,966.7
1989	10,201.0
1990	23,678.0

En este caso la extrapolación a futuro es poco confiable, ya que el marco legal ha dado un giro inesperado al crecimiento de granjas acuícolas y la predicción del incremento mediante regresión lineal exige que se elimine el último punto para obtener un coeficiente de

correlacion aceptable; por otro lado, ya se han mencionado los inconvenientes respecto a los registros de la Secretaría de Pesca. La demanda futura se incrementa con 1442.5 hectáreas en construcción para cultivo intensivo y semintensivo, desconociéndose si las granjas abiertas a partir de 1989 tienen otras hectáreas en construcción.

A pesar de estos inconvenientes se muestran los datos extrapolados hasta 1990 en la tabla 2.6 .

El análisis se realiza con el fin de demostrar que efectivamente existe una demanda insatisfecha actualmente y que ésta tiende a aumentar en los próximos años. Sin embargo, la cantidad demandada en 1990 es mayor incluso a la proyectada en 1991.

TABLA 2.6. -PROYECCION DE DEMANDA (1991-1990).

AÑO	DEMANDA (TON)
1991	14,104
1992	18,077
1993	18,050
1994	20,023
1995	21,996
1996	23,969
1997	25,942
1998	27,915
1999	29,888

2.4. - OFERTA.

2.4.1. - OFERENTES NACIONALES

En México existen 376 empresas dedicadas al ramo de alimentos balanceados para animales repartidas en 24 Estados del país (20). De estas, solo 8 fabricas incluian en 1988 dentro de su línea de productos alimento balanceado para camarón; éstas se ennumeran en la tabla 2.7.

En la capacidad instalada se incluyen todos los productos que fabrican estas empresas para varios animales. No se incluye el porcentaje de producción destinado a alimentos para acuacultura y si se tiene tecnología adaptada para este fin -pero destinada usualmente a otros procesos- o si se tiene un proceso exclusivo para éstos.

TABLA 2.7.- EMPRESAS MANUFACTURERAS DE ALIMENTOS BALANCEADOS QUE INCLUYEN EN SU LINEA DE PRODUCTOS DIETAS ARTIFICIALES PARA CAMARON(1988)

RAZON SOCIAL	LOCALIZACION	CAPACIDAD TOTAL INSTALADA(TON/MES)
Aceitera Tapatia	Guadalajara, Jal.	900
Nutrimentos Veracruz	Orizaba, Ver.	120
Nutricion Balanceada	Monterrey, Nvo. Leon	720
Nutripac	Culiacan, Sin.	2,880
Bovilac	Popo Park, Edo. de Mex.	3,900
Purina	Son, Edo. de Mex, Pue, Gto, Nvo. Leon, Coah, Gro, Jal, BCN	25,000
Biotecmar Alimentos Balanceados de Mexico, S. A. de C. V. (ALBAMEX)	Sonora Edo. de Mexico	--- ---
		TOTAL: 33,520
		402,240 TON. ANUALES

(FUENTE:PROGRAMA NACIONAL DE CULTIVO DE CAMARON,1988).

Biotecmar es una empresa copropiedad del CICTUS de Sonora y de algunos pescadores interesados de la zona conformados como sociedad cooperativa. El alimento en casi todos los casos se produce en forma peletizada o de granulos finos y se empaqa en bultos de 25 a 40 kg. Como puede observarse, la compañía que produce más del 70% del alimento balanceado elaborado anualmente es Ralston Purina. Esta empresa tiene antecedentes de investigación acuícola en Estados Unidos, especialmente en formulaciones de alimentos (37).

En 1991 la empresa Aceitera Tapatia es vendida y la división de alimentos balanceados pasa a ser una empresa independiente que trabaja sólo la línea de aves; la paraestatal ALBAMEX, siguiendo la política del gobierno actual, es liquidada⁴. Esto deja 6 empresas trabajando actualmente con una capacidad instalada total de 391,440 ton. anuales; se prevee la apertura de una nueva compañía dedicada exclusivamente a la elaboracion de alimentos balanceados en Toluca, bajo la marca norteamericana de Silver Cup (38), aunque se desconoce el tamaño de la

Comunicación personal con las empresas mencionadas. Julio,1991.

planta. De abrirse esta planta como esta planeado, sería la primera fábrica de balanceados especializada en este ramo.

2.4.2.- ANALISIS HISTORICO.

La producción de alimentos balanceados para acuicultura no se desglosa como tal en las estadísticas, a diferencia del ramo de aves, pollos, porcinos y bovinos. Por esta razón se considera que el ramo denominado como otros contiene las cantidades destinadas a acuicultura y a especies menores como mascotas, conejos y otras especies.

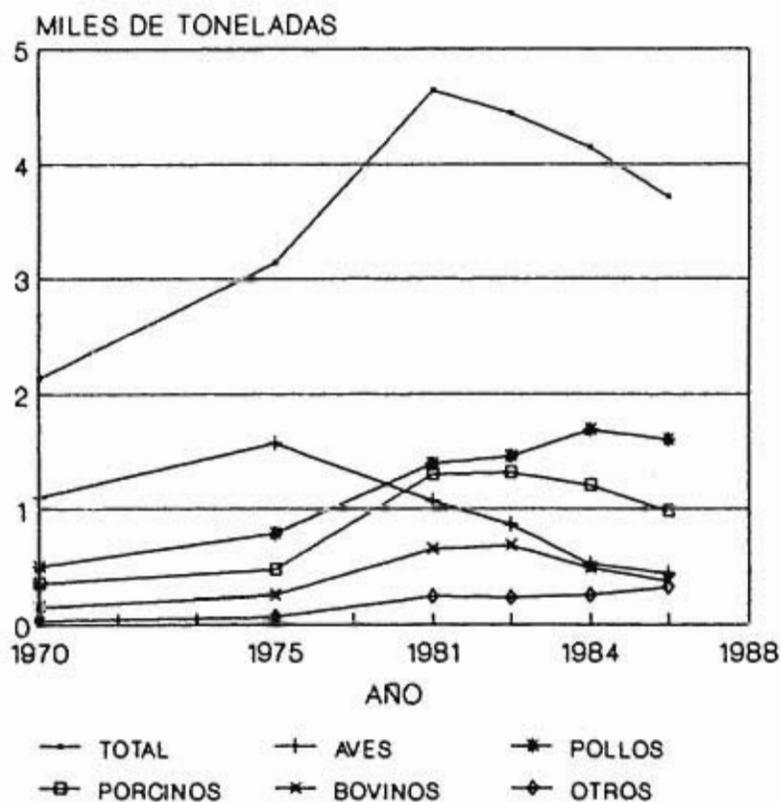
En la gráfica 2.9 se observa de 1981 a 1984 una producción elevada que decrece en años posteriores en aproximadamente 1,000 toneladas. Pero este comportamiento no se observa en los rubros por separado a excepción del apartado para ganado porcino.

Puede observarse que en forma general del 50 al 70% de la producción en todos los años se reparte entre aves, pollos y porcinos, mientras que para el ramo de otros el porcentaje de la producción no excede el 9%. En la misma gráfica se muestra la tendencia de cada línea de alimento balanceado apreciándose un incremento de la columna de otros, lo que significa una producción en aumento; sin embargo este aumento es de poca magnitud en comparación a las líneas de pollos y porcinos. La importación de alimentos balanceados ha ido en incremento, como se demuestra en la gráfica 2.10. Este fenómeno se discute en el marco referencial, y guarda relación estrecha con el capítulo de abastecimiento de materias primas. Puede observarse un aumento sustancioso en los dos últimos años. Comparándose contra los volúmenes de producción, la importación parece poco importante; pero si la importación está centrada en la línea específica de producción que interesa en este estudio, el efecto puede ser significativo.

Aunque se desconocen los porcentajes respectivos de las líneas que constituyen el rubro de otros, se sabe que gran parte de este está constituido por el ramo de alimentos para mascotas y que un porcentaje minoritario se destina a otras especies como caballos, conejos y las especies de acuicultura. De este apartado se desprenden los alimentos para bagre, trucha, tilapia y crustáceos. Si se considera que de la capacidad total de las industrias manufactureras de alimento balanceado se destina un porcentaje anual

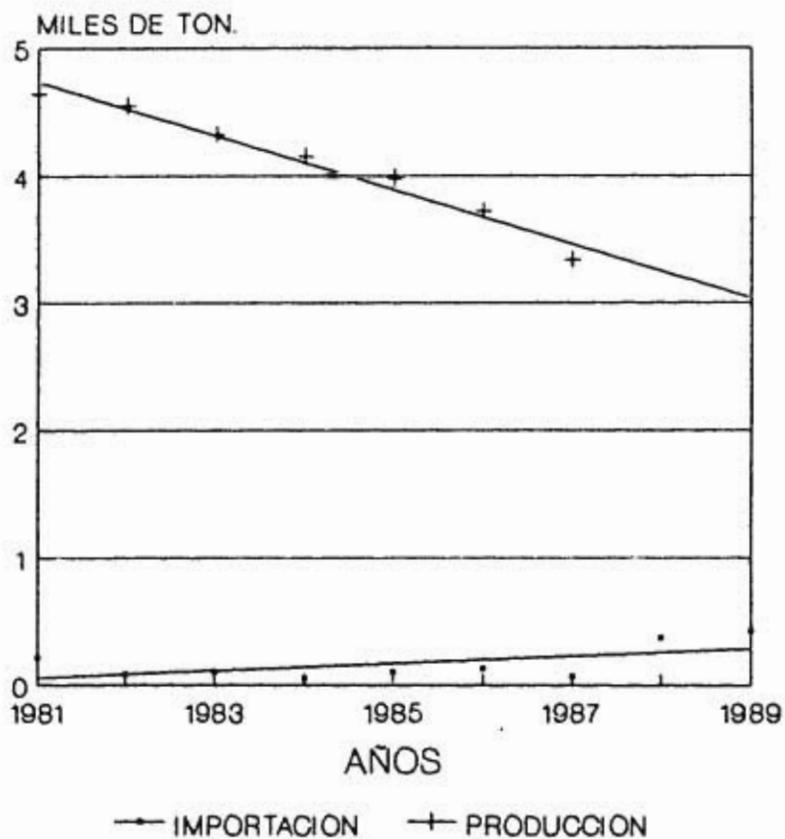
TABLA 2.9.-ALIMENTOS BALANCEADOS

PRODUCCION NACIONAL



FUENTE: GOMEZ, C. TENDENCIAS Y OPCIONES DE
 LA PRODUCCION DE CARNE EN MEXICO. REVISTA
 DE COMERCIO EXTERIOR. 9(40): 876-886

GRAF.2.10.-ALIMENTOS BALANCEADOS PRODUCCION VS IMPORTACION.



FUENTE: GOMEZ, C. TENDENCIAS Y OPCIONES DE
LA PRODUCCION DE CARNE EN MEXICO. REVISTA
DE COMERCIO EXTERIOR. 40(9): 876-886, 1990

similar al reportado para la producción total se puede concluir que la demanda actual supera la producción. Para dar un aproximado del volumen de la oferta para alimento de camarón, se considera que todo el porcentaje de otros se destina a este rubro. La oferta calculada de alimento de camarón se especifica en la tabla 2.8. Utilizando el método de regresión lineal con dos variables para estos datos, se encuentra oferta futura, mostrada en la tabla 2.9 y en la gráfica 2.11.

Con este panorama se puede determinar que aunque la demanda de alimento para camarón va en aumento el incremento en la producción no aumenta al mismo ritmo, por lo que a futuro la demanda insatisfecha será de gran magnitud. Actualmente el déficit de alimento para camarón es del orden de casi 15,000 toneladas y está en aumento (gráfica 2.11).

2.6. - COMERCIALIZACION Y PRECIOS.

Para la comercialización de alimentos balanceados el mecanismo predominante es industria- distribuidor autorizado- consumidor, controlándose el precio hasta el final; este mecanismo es el seguido por industrias tales como Purina y La Hacienda (39).

Otro mecanismo de comercialización es el seguido por empresas norteamericanas que penetran el mercado nacional mediante la maquila del producto, prestando su marca a cambio de regalías y otorgando a su vez asesoría técnica en cuanto a procesos y formulaciones (38).

Las empresas agroindustriales en general determinan el precio del producto en relación a sus costos de producción y no en base a la demanda. La necesidad de reducir el costo de producción en los alimentos para acuicultura es evidente cuando se compara el precio del alimento nacional con el importado; por ejemplo, el costo del alimento producido por ALBAMEX es 25% mayor al elaborado en Estados Unidos (3). Si en 1988 la tonelada de alimento se cotizaba en \$1,220,000.00 para esta empresa, el alimento podía conseguirse en \$815,000.00 como producto de importación. Aun pagando a una agencia importadora, el costo resultaría menor.

Actualmente la empresa más importante en este ramo (Purina) ofrece

TABLA 2.8 - OFERTA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA CAMARON.

ARO	PORCENTAJE OTROS	PRODUCCION (TON) ⁵	OFERTA (TON) ⁶
1970	1.04	6,419.6	1,604.9
1975	2.03	7,946.2	1,986.6
1981	5.23	20,472.3	5,118.1
1982	5.01	19,611.1	4,902.8
1983	5.20	20,354.9	5,088.7
1984	6.00	23,486.4	5,871.6
1985	7.39	28,927.4	7,231.9
1986	8.60	33,663.8	8,416.0
1987	5.37	21,020.3	5,255.1

FUENTE: REVISTA DE COMERCIO EXTERIOR, 1990.

TABLA 2.9. -PROYECCION DE OFERTA (1991-1999)

ARO	OFERTA ESPERADA (TON)
1991	9,107.4
1992	9,505.5
1993	9,903.5
1994	10,301.5
1995	10,699.6
1996	11,097.6
1997	11,495.6
1998	11,893.7
1999	12,291.7

⁵ En este dato se toman en cuenta unicamente las seis empresas funcionando actualmente y se obtiene multiplicando el porcentaje anual por la capacidad instalada anual de 291,440 ton. Es decir, se esta considerando que las seis empresas se dedican a este giro desde 1970 a falta de datos especificos.

⁶ En este apartado se considera que el ramo de otros esta repartido en mascotas, caballos, conejos y alimentos para acuicultura en partes iguales, aunque ya se mencionó que el rubro de mascotas es mas extenso que las otras. La producción total se divide entre cuatro, siendo esta cantidad la oferta.

tres alimentos a tres diferentes precios:⁷

Camaronina 40 (contenido proteico del 40%): 2,225,000/ton.

Camaronina 35 (contenido proteico del 35%): 2,000,000/ton.

Camaronina 25 (contenido proteico del 25%): 1,750,000/ton.

Este precio fue cotizado en agosto de 1991. Debe hacerse notar que esta empresa tiene mas de 20 años de establecimiento en México, por lo que una empresa recién instalada tardara un cierto tiempo para estabilizar sus costos y reducirlos al mínimo. Por esta razón en un inicio quizá el costo sea superior al de la competencia; pero tendrá que justificarse en cuestión de resultados en el crecimiento de la especie.

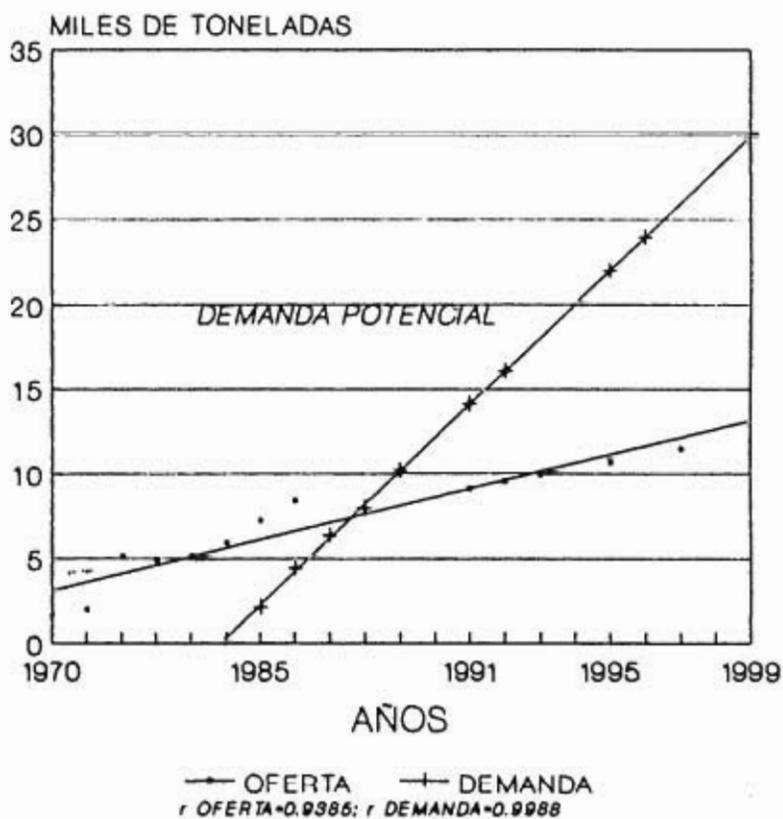
Del estudio de mercado realizado se puede desprender lo siguiente:

Aunque no es posible extrapolar a futuro la demanda insatisfecha en vista de la escasa confiabilidad de los datos reportados para la oferta y demanda, existe un incremento pronunciado de la demanda actual a partir de 1989. Asimismo se encuentra un aumento considerable en la demanda de camarón para los mercados de exportación, lo que favorece el perfil de crecimiento de la camaronicultura. La producción de alimentos balanceados no llegará a satisfacer los requerimientos de dietas artificiales en el futuro. Además, se ha comprobado que existe ya un déficit de 15,000 toneladas; por estas razones, se considera que el estudio de mercado es favorable a la instalación de una nueva planta de alimentos balanceados para camarón, aunque es necesario un estudio más profundo en base a fuentes primarias (información directa del consumidor) para subsanar la carencia y la escasa confiabilidad de información por fuentes secundarias.

Se desea resaltar el hecho de que no existen extrapolaciones oficiales en un campo de amplias perspectivas como la cría de camarón en México, lo que dificulta el desarrollo de proyectos de diversa índole ligados a esta actividad.

⁷ Costo obtenido de la distribuidora regional de Purina en Mazatlán, Sinaloa.

**GRAF.2.11.-DEMANDA VS.OFERTA
TENDENCIA DEL COMPORTAMIENTO DEL
VOLUMEN DEMANDADO Y PRODUCIDO.**



FUENTE: DATOS OBTENIDOS DE LA SECRETARIA DE PESCA Y DE LA REVISTA DE COMERCIO EXTERIOR 9(40):876-886, 1990

**III. ABASTECIMIENTO
DE
MATERIA PRIMA**

3.1. - MARCO DE REFERENCIA.

El precio final de un alimento balanceado depende en gran medida de la materia prima seleccionada, tanto por su precio como por su disponibilidad (24). De acuerdo a algunos estudios, los costos de producción de este tipo de productos está distribuido con el 85.9% para las materias primas, 3.0% para envases y 1.0% de mano de obra.

El abastecimiento de materias primas para alimentos balanceados es un caso particular, ya que depende de la formulación seleccionada para cada especie. Esta a su vez debe reflejar las necesidades nutricionales en las diferentes fases del crecimiento para obtener un producto animal que cumpla con los requisitos de venta posterior. Estos requerimientos se refieren a los principales componentes dentro del alimento balanceado, como proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales; su función se detalla a continuación.

3.1.1. - COMPONENTES NECESARIOS PARA LA ALIMENTACION DE CRUSTACEOS.

ASPECTOS NUTRICIONALES Y DE PROCESO.

a) PROTEINAS.

En forma generica, la dieta debe aportar proteínas de tipo fibrilar, globular y conjugada.

Las funciones de estas son de diversa índole, abarcando reparación de tejidos dañados, fuente de energía, aporte de aminoácidos que actúan como atrayentes de sabor, crecimiento celular, formación de hormonas, enzimas, anticuerpos y hemoglobina, etc (5) . Se considera el componente más importante en la nutrición de los crustáceos, por lo que los estudios realizados al respecto se han enfocado más a este componente. Los requerimientos de este difieren de una variedad a otra; para *Penaeus vannamei* se recomienda un porcentaje proteínico menor al usado para otras clases de camarón, de forma que los porcentajes van del 28 al 30% (19). Se ha observado que las mejores tasas de crecimiento se reportan al usar proteínas de origen animal y vegetal en una relación 1:1. Algunos ingredientes probados han sido pasta de soya, harina de almeja, calamar y *Artemia* (1,5,19).

Ligada a la acción de las proteínas, se tienen las funciones de algunos aminoácidos importantes, como son: treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, F-alanina, lisina, histidina, arginina, triptófano, cisteína y tirosina. Las deficiencias en estos compuestos

pueden originar un incremento de la mortalidad, decremento en el contenido de lípidos, así como pesos y tallas bajos (5). En el caso de las formulaciones alimenticias, los porcentajes bajos de aminoácidos y proteínas pueden deberse a:

- Formulación alimenticia pobre, por el uso desproporcionado de alimentos con proteínas deficientes en los aminoácidos esenciales.

- Tratamientos térmicos excesivos durante la manufactura, con la consiguiente desnaturalización y pérdida de biodisponibilidad de algunas proteínas.

- Tratamientos químicos a las proteínas con álcalis o con ácidos, debido a la pérdida de triptófano y un desbalance en la relación lisina/cisteína.

- Pérdida de proteínas y aminoácidos libres en el agua. Este problema se agudiza en este caso por los hábitos alimenticios del camarón (extrema lentitud y masticación del alimento antes de la ingestión). Se han reportado pérdidas del 28% en proteínas en un alimento alginatado y del 39 al 47% después de 6 horas de inmersión en agua de mar. Las pérdidas se incrementan en agua dulce; sin embargo pueden disminuirse usando un régimen apropiado de alimentación y/o una dieta microencapsulada (5).

En la tabla 3.1.1. se mencionan las materias primas de uso común para el aporte de proteínas.

b) LÍPIDOS.

En la tabla 3.1.2. se muestran las características más importantes de estos compuestos. Se sabe que los crustáceos sintetizan eficientemente los ácidos grasos cuyo número de insaturaciones es de tres. Los aceites de origen vegetal que contienen los mayores porcentajes de ácidos grasos con $n=3$ son el aceite de soya (8%) y aceite de linaza (56%); los porcentajes son referidos al total de ácidos grasos presentes.

Las deficiencias en lípidos pueden incrementar la mortalidad, reducir el crecimiento y obtener bajas eficiencias de conversión alimenticia (5). Para impedir estas, se emplean materias primas con un contenido alto en lípidos o se adiciona directamente un aceite. En el primer caso, las materias primas con mayores posibilidades por su alto contenido graso son el coco -endospermo- seco (64.6% de lípidos), el

Tabla 3.1.1.A.- INYECTOS PRINCIPALES CON FUNCION PRINCIPAL EN EL APOYE DE PROTEINAS.

CATEGORIA PRINCIPAL	DESCRIPCION	% PROTEINA CRUDA	OBSERVACIONES
BACTERIANAS DE CULTIVO INDUSTRIAL	LEVADURAS: PILONIDORUM/STREPTOMYCES SPP	73.1	-SU PRODUCCION EN GENERAL ES CARA, POR EL EQUIPO DE PRODUCCION Y CONTROL REQUERIDO. -LA GENERACION DE BIOMASA ES RAPIDA Y LOS SUSTRATOS USADOS SON BARATOS Y DISPONIBLES EN SU MAYORIA.
	LEVADURA DE CERVEZA	45.8	
	CANDIDA UTILIS	47.3	
	ASPERGILLUS ORYZAE	44.1	
	MOHOS (CORN DULCE)		
	CLAUDELLA VULGARIS	47.2	
	SPHONGLINA TOXINA	38.6	
	MOHOS (CORN MARINO)		
	CLAUDELLA MARINA	12.2	
	SUBSTITUTUM SACTINA	37.8	
MOLUSCOS DE CULTIVO INDUSTRIAL	ARTERIA SALINA (CAMARIL BASE SECA)	52.2	-LOS ORGANISMOS VIVOS (VIBRIL Y ARTERIA) REPRESENTAN UN EXCELENTE ALIMENTO, PERO SU COSTO ES ELEVADO. -EL USO DE RESIDUOS DE PROCESO ES UNA OPCION ECONOMICA PARA OBTENCION DE MATERIA PRIMA Y CONSTITUYE UNA VIA PARA EL MANEJO DE DESECHOS PESQUEROS
	XILL (COMPANIA PACIFICA)	6.8	
	CANARON (RESIDUOS DE PROCESO)	68.5	
	CANARON (RESIDUOS DE PROCESO REHIDRATADOS)	48.61	
	CABEZAS DE CANARON (SECAS)	38.21	
	LUMBRICUS TERRESTRIS (FRESCA)	18.6	
	BITTINA (EXOSQUELETO) DE CANARON.	65.91	
SUSTANCIAS DE CULTIVO INDUSTRIAL	OVINOS:		-TIENE UN BALANCE APROPIADO DE AMINO- ACIDOS (EXCEPTUANDO LA SAMBOL). -PARTES DE ESTOS INMEDIANTES RESULTARIAN EXCELSIONAMENTE COSTOSAS, HAS DE COMPETIR CON EL CONSUMO HUMANO DIRECTO.
	MESES ENTEND SECO	46.5	
	VISCERAS	13.9	
	RESIDUOS CARNICOS	37.5	
	ALIMENTO DE CARNE	68.8	
	SARDE	31.3	
	LACTEOS:		
	LECHE EN POLVO	25.4	
	SUELA EN POLVO	12.3	
	RESIDUOS DE PROCESADOS LACTEOS	29.9	
	PRODUCTOS PESQUEROS:		
	ALIMENTO DE BAMBOL	42.8	
	ALIMENTOS DE PESCADO		
	ANCHOVETA	65.3	
	SARDINA PILCHARD	65.8	
	ARENQUE	72.7	
	ESPECIES DE AGUA DULCE (SPP)	66.7	
	SOLUBLES DE PESCADO (SECOS)	56.8	
	CARPA (CIVIDA)	17.9	

1.- LOS VALORES CALCULADOS CON LA EC. 3.1.1.1. NO CORRESPONDEN AL VALOR REQUERIDO CALCULADO POR EL CONSUMO DE OBTENCION DE BIOMASA REQUERIDA PARA EL MANEJO DE DESECHOS PESQUEROS Y LOS CAPACIDADES REPRODUCTIVAS.

Tabla 3.1.1.3.

MATERIA PRIMA	CARACTERIZACION	% PROTEINA CRUDA	OBSERVACIONES
OLEAGINOSAS Y SUBPRODUCTOS	ALIMENTO SECO DE COCO (SIN ACEITE)	21.8	-LAS PASTAS CONSISTEN EN EL RESIDUO OBTENIDO AL EXTRAER EL ACEITE DE LAS OLEAGINOSAS EN GENERAL. POR LO QUE CONSTITUYEN UNA FUENTE VIABLE Y BARATA DE PROTEINAS. SIN EMBARGO, NO PROVEEN DE ATRAYENTES DE SABOR COMO LAS PROTEINAS DE ORIGEN RAFINO. -LAS OLEAGINOSAS PROCESADAS EN FORMA DE HARINA PROVEEN UNA CANTIDAD DE PROTEINAS MENOR A LA FORMA DE PASTA. CON UN MAYOR COSTO EN INDUSTRIALIZACION.
	ALIMENTO SECO DE ALGODON	41.7	
	ALIMENTO SECO DE CACAHUATE	48.7	
	ALIMENTO SECO DE CASTAÑO	42.3	
	PASTA DE SOYA	41.67	
	HARINA DE SOYA	12.9	
	SEMILLA DE SOYA	24.1	
	SEMILLA DE GIRASOL	14.2	
	PASTA DE GIRASOL	31.67	
	CONCENTRADO DE PROTEINAS DE SOYA	84.3	
	PASTA DE SOYA II	44.47	
PASTA DE GIRASOL II	38.87		

FUENTE: TACHA, THE NUTRITION AND FEEDING OF FARMED FISH AND SHEEP -A TRAINING MANUAL-. VOL. II: NUTRIENT SOURCES AND COMPOSITION. 120 P. 198-199, 1987.

cacahuete decorticado (44.7%) y la pulpa deshidratada de oliva (27.4%). En términos generales los aceites empleados son de soya o de pescado, aun cuando se han probado otros. Sin embargo, se prefieren

TABLA 3.1.2.- CARACTERISTICAS DE LOS LIPIDOS EN LA NUTRICION DE

CRUSTACEOS		
FUNCION	TIPO	REQUERIMIENTOS
-Fuente de energia. -Componente de membranas celulares. -Transportadores biológicos de las vitaminas liposolubles A,D,E,K. -Fuente de ac.grasos.precursores de prostaglandinas. -Funciona como soporte/amortiguador de órganos vitales. -Fuente de esteroides. -Acción lubricante para el paso de colorantes al pellet. -Reduce la presencia de polvos en el alimento. -Aumenta la palatabilidad del alimento.	a)Simples: grasas y aceites con n=3. b)Compuestos fosfolipidos c)Colesterol.	No hay datos concluyentes. El nivel óptimo varía dependiendo de la fuente usada. e.g. aceite de soya+ ac.de higado de bacalao: 3% . Compuesto especialmente importante para larvas. 0.5-2% en base seca. Una buena fuente es el aceite proveniente de cabezas de camarón.

FUENTE: YOSHIDA, 1982. Requirements of the larval prawn *P. japonicus* for cholesterol and soybean phospholipids. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 21:101-108-200; YACOM, 1987. Nutrition and feeding of farmed fish and shrimp; vol. 2. p. 87. NEV, 1982. Aquac. prawn farming. vol. 10. 382 p.

estos dos ya que su perfil de ácidos grasos permite una buena aceptación por la especie (5).

c) CARBOHIDRATOS.

Estos cumplen las siguientes funciones: fuente de energía para los tejidos nerviosos; metabolitos intermediarios para la formación del exoesqueleto (quitina), los ácidos nucleicos DNA y RNA y las secreciones mucosas.

Los tipos de carbohidratos aprovechados por esta especie son polisacáridos y disacáridos. Es importante mencionar que no existen

datos de los requerimientos diarios para camarón o para peces, debido a:

- Los hábitos carnívoros/omnívoros de la mayoría de las especies.
- La habilidad de estas para sintetizar carbohidratos (v.g. glucosa) de sustratos de otro origen, como proteínas y lípidos (el proceso es llamado gluconeogénesis).
- La habilidad de las especies para obtener energía de proteínas y lípidos.

Aunque los carbohidratos no son esenciales en la dieta del camarón su inclusión en las dietas es inevitable porque son una fuente barata de energía; son esenciales para la manufactura de dietas estables al agua cuando se usan como ligantes (almidón gelatinizado, gomas, alginatos); su uso puede asegurar que la proteína sea destinada al crecimiento del crustáceo y no a la obtención de proteína; algunos carbohidratos incrementan la palatabilidad, reducen el contenido de polvos del alimento terminado (como la melaza de betabel) y además se ha encontrado que los polisacáridos y disacáridos tienen un efecto beneficioso en el crecimiento que supera al uso de monosacáridos (5). La importancia de los carbohidratos como aditivos se describe en este capítulo.

d) VITAMINAS.

La función específica de las vitaminas y su rol dentro del desarrollo de los crustáceos no se ha definido con claridad. En general, las funciones biológicas que desempeñan este grupo de compuestos son: coenzimas para metabolismo energético, constituyentes del NAD, FAD FMN y NADP; actúan en la síntesis de ácidos grasos, colesterol, proteínas y aminoácidos; mantenimiento de la estructura celular y tejido nervioso; transporte de lípidos a través del cuerpo; antioxidante fisiológico; síntesis de esteroides, etc. Se ha hecho énfasis en los efectos negativos de la carencia de estas dentro de dietas artificiales, así como su permanencia a tratamientos necesarios para la manufactura del alimento.

En contraste con las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), las hidrosolubles se pierden rápidamente y antes de que el camarón llegue a ingerir el alimento. En general, mientras más pequeña sea la partícula (pellet), las pérdidas son mayores; esto obviamente ligado

al tiempo de permanencia. El ácidoL-ascórbico es particularmente sensible, reportándose pérdidas del 50 al 70% después de 10 segundos de inmersión y con pellets de 1.18-2.36 mm de diámetro. Para otras vitaminas los porcentajes son menores (ác.pantoténico: 5-20%; ác.fólico: 0-27%; tiamina: 0-17%; piridoxina: 3-13%).

Sin embargo, en periodos de inmersión mayores, como ocurre con el camarón por sus hábitos alimenticios, los porcentajes se incrementan notablemente: en una hora de inmersión una dieta completa para camarón sufre pérdidas del 97% de tiamina, 94% de ác. pantoténico, 92% de piridoxina, 90% de vitamina C, 86% de riboflavina, 50% de inositol y 45% de colina.

Algunos factores antivitaminicos presentes en la materia prima son eliminados por tratamientos térmicos involucrados en el proceso de manufactura. Los factores a considerar para establecer los parámetros de dicho proceso son:

- La pérdida de vitaminas solubles es apreciable.
- El camarón tiene cierta capacidad de sintetizar la mayoría de sus requerimientos de vitamina B, ác.pantoténico, biotina, colina, inositol y vitamina K.
- La importancia de un suplemento vitamínico aumenta conforme aumenta la densidad de cultivo y menor sea la disponibilidad de alimentos naturales.
- El requerimiento diario de vitaminas por unidad de peso disminuye conforme aumenta el tamaño del animal y disminuye la velocidad de crecimiento.
- El balance de la fórmula alimenticia es importante. Se ha demostrado que los requerimientos diarios para tocoferol, tiamina y piridoxina aumentan al incrementar las concentraciones diarias de ác.grasos poliinsaturados, carbohidratos y proteínas, respectivamente.
- Cuando el proceso conlleva el calentamiento de la fórmula, se requiere una fortificación extra de vitaminas para evitar su pérdida excesiva (e.g.uso del calor seco o vapor).
- Las características fisicoquímicas del agua y las condiciones fisiológicas de la especie determinan también la cantidad de vitaminas. Por ejemplo, los efectos negativos de la polución, enfermedades y stress se reducen en parte con un suplemento de

ac. ascorbico.

En la tabla 3. 1. 3. se resume la fuente, estabilidad y perdidas en el procesamiento de dietas acuaculturales. Las perdidas son muy elevadas en casi todas las vitaminas citadas; especialmente en la vitamina C.

d) MINERALES.

Sus funciones generales son: mantenimiento de presión osmótica; reguladores del intercambio iónico; constituyentes estructurales de los tejidos blandos; componentes esenciales del esqueleto; sustancias necesarias para la transmisión de impulsos nerviosos; tienen un rol vital en el equilibrio ácido-base y regulación del pH de la sangre y otros fluidos corporales; componentes esenciales de varias enzimas, vitaminas, hormonas y pigmentos. En la tabla 3. 1. 4. se resumen las fuentes y los requerimientos de estos compuestos.

Es indispensable aclarar que ante la falta de estudios sobre las necesidades de minerales en crustáceos, generalmente se utilizan mezclas usadas para peces. Esto, aun cuando no se ha demostrado plenamente la necesidad de implementar varios minerales antes señalados en las dietas; se ha encontrado sólo una relación entre la ingesta de calcio y fósforo, señalando una dependencia entre estos dos minerales para ser biodisponibles en esta especie (32). Además, la necesidad de incluir éstos en dietas artificiales disminuye conforme la salinidad es mayor en el sistema de cultivo usado.

e) ADITIVOS.

Los aditivos agregados a alimentos para acuicultura permiten proteger las cualidades nutritivas de la formulación, antes y durante el empleo de estos. Los objetivos que se persiguen al agregar un aditivo son:
-Preservar sus características nutricionales en el envase. En esta definición cabe señalar a los antioxidantes, antimicrobianos e inhibidores del crecimiento fungal.

-Facilitar la dispersión de ingredientes y el pelletizado. Como ejemplo se tienen a los ligantes, estabilizadores y emulsificadores.

-Incrementar el crecimiento de la especie alimentada mediante hormonas y antibióticos.

-Facilitar la ingestión y la aceptación de la dieta utilizándose estimulantes alimenticios y colorantes.

Tabla 3.1.9 - FUENTES Y ESTABILIDAD ANTE EL PROCESAMIENTO DE LAS VITAMINAS NECESARIAS PARA LA NUTRICIÓN DE CRIATURAS.

VITAMINA	FUENTE NATURAL	PÉRDIDAS EN PROCESO/ ESTABILIDAD EN MEZCLAS	OBSERVACIONES
VITAMINA A	Levadura toraja tipo, aceite de hígado de pescado, aceite de palma, leche seca de leche clara de nuevo, leche en polvo, pescado seco, alfalfa, vegetales verdes y cereales.	10% / buena	Las vitaminas que contienen esta vitamina deben protegerse de la oxidación y ser estables a los cambios de pH y a las condiciones alcalinas.
VITAMINA B1	Levadura de cerveza, levadura de toraja, heno en polvo, pescado, carne de hueso, moléculas de arroz, semilla de girasol, trigo, soja, sorgo, maíz, avena, leguminosas verdes.	10% / buena	
VITAMINA B2	Las mismas que en apartado anterior.	10% / buena si se conserva en frío y seco.	
VITAMINA B6	Semillas de algodón, y las mismas que en el apartado anterior.	0-10% / Buena si se mezcla con caliza.	Se destruye rápidamente en condiciones alcalinas y en presencia de hierro. Las pérdidas en algunas mezclas son del 50-60%.
VITAMINA B12	Las mismas que en apartado anterior.	7-10% / buena	Se debe proteger de la luz del día y se afecta al calor y humedad.
VITAMINA C	Se encuentra sobre todo en heno y frutas.	3-10% / regular	Se pierde 40% de la actividad a temperatura ambiente. Se presenta oxidación a temperaturas elevadas y con exposición al sol.
VITAMINA D	En general, en los subproductos de origen animal.	-- / regular	Se actividad depende de la temperatura de conservación, humedad y temperaturas elevadas se reduce esta, sobre todo en presencia de condiciones ácidas.
VITAMINA E	Derivados de camaron.	-- / buena	La presencia puede disminuir la estabilidad de algunos vitaminas presentes en el establecimiento.
VITAMINA K	Presente como ácido ascórbico en cítricos, heno verde y insectas frescas.	35% / mala	Se oxida rápidamente en presencia de humedad, temperaturas elevadas, luz y presencia de oxidantes. La actividad depende de la forma y tipo de procesamiento para el animal. La presencia de hierro y ácido ascórbico en el heno, sobre todo si está húmedo, puede disminuir en parte utilizando formas protegidas de estas vitaminas, como el ácido ascórbico encapsulado en la ración.
VITAMINA M	Acido de hígado de pescado y animales terrestres, plantas.	10% / buena	Se oxida rápidamente a altas temperaturas de almacenamiento y en presencia de productos de oxidación. A temperaturas inferiores a 50°C puede tener una vida de 100 días. Se estabiliza por el incremento usando antioxidantes y protección de la luz.
VITAMINA N	IBID.	-- / buena	
VITAMINA O	Se dice de trigo, alfalfa, etc. en la ración. No se estudia de esta vitamina.	no existe / estudio de esta vitamina.	

SOURCE: IACM, S. THE NUTRITION AND FEEDING OF FARMED FISH AND SHELLFISH. FAO FISHING NEWS, VOL. 2: NUTRITION SOURCES AND COMPOSITION, FAO-OM, 1967, 128 P.

TABLA 3.1.4. -FUENTES Y REQUERIMIENTOS DE MINERALES EN

CRUSTACEOS.		
MINERAL	FUENTE	REQUERIMIENTOS
Calcio	Conchas marinas, huesos, derivados de camarón, pescado, roca de fosfato	1%
Fosforo	Roca de fosfato, puliduras de arroz y trigo, levadura, girasol, algodón.	1-2%
Magnesio	Ibid.	0.3%
Sodio	Suero de leche, carne, hueso, y los componentes del apartado anterior.	
Potasio y Cloro.	Huevo, pescado.	---
Azufre	Sangre, coco, carne, girasol.	---
Hierro		
Zinc	Pollo, levadura de Candida y Torula, pescado, girasol,	---
Manganeso	Arroz, carne deshidratada, copra, levadura de cerveza, derivados de camarón.	---
Cobalto	Ibid.	---
Cobre	Soya, algodón, Ibid.	---
Iodo	Todos los productos de origen marino.	---
Selenio	Pollo, levadura de Candida y Torula, pescado.	---
Cromio	Colas de camarón, Artemia Salina, crustáceos.	---

FUENTE: TACON, 1987.

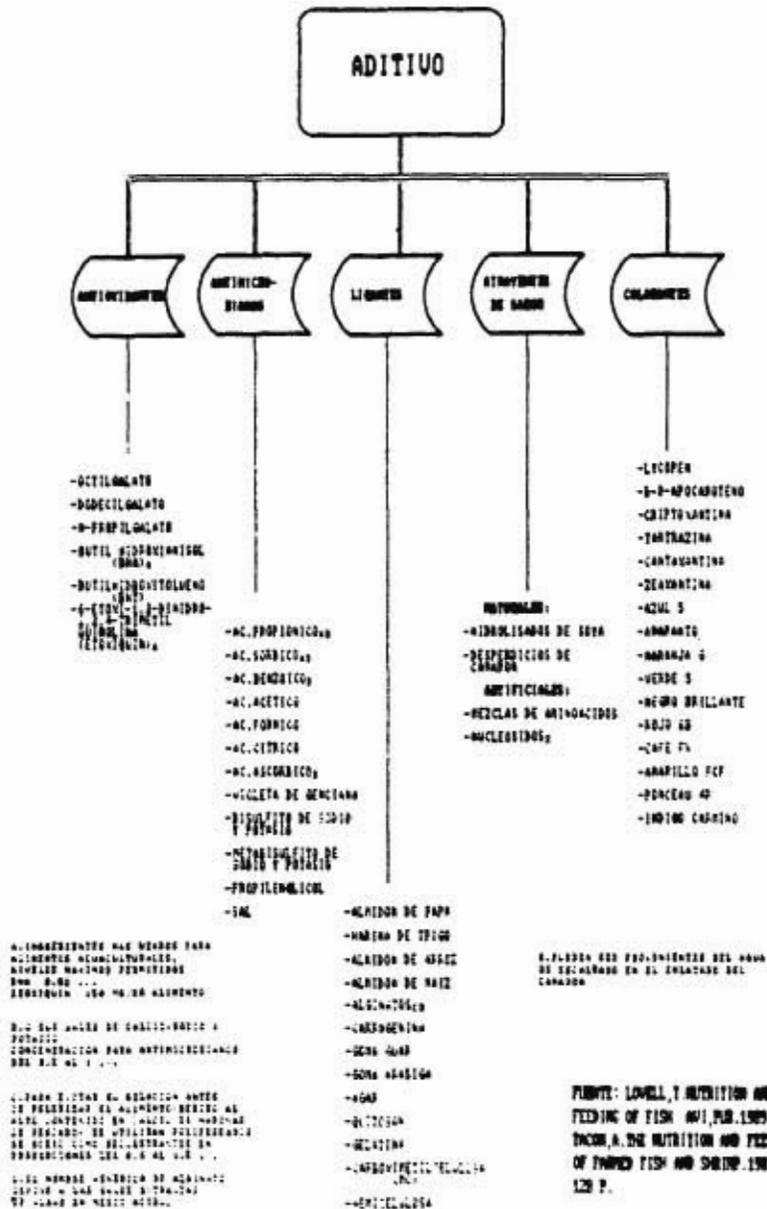
-Abastecer nutrientes esenciales en forma purificada, como la adición directa de vitaminas, fosfolípidos, minerales, aminoácidos y colesterol.

Las características de los aditivos más importantes en alimentos balanceados para camarón se describen a continuación; en el cuadro 3.1.1. se dan ejemplos de cada grupo de sustancias.

ANTIOXIDANTES Y ANTIMICROBIANOS.

Se agregan para impedir la rancidez oxidativa y el ataque microbiano

CUADRO 3.1.1.-ADITIVOS DE USO COMUN EN ALIMENTOS
BALANCEADOS PARA CRUSTACEOS.



durante el almacenamiento del alimento. Los alimentos formulados sin protección antioxidante y que contienen sustancias como vitamina E, Selenio, lecitina de soya o β -caroteno son muy susceptibles a este tipo de deterioro, lo cual conduce a obtener un alimento balanceado pobre en estos compuestos, aun cuando se hayan agregado (5,40,41).

LIGANTES.

Son sustancias que mejoran el proceso de manufactura impidiendo salpicaduras durante la elaboración y produciendo una dieta estable al agua. Además reducen las fuerzas de fricción durante el pelletizado e incrementan la eficiencia en la operación de mezclado.

La estabilidad del pellet se determina en base al incremento de dureza del mismo, a la cantidad perdida en forma de polvo durante su manejo y transporte y a la cantidad de alimento lixiviada en el agua antes de que el animal consuma el alimento. Se observa un efecto positivo adicionando gomas en porcentajes que van del 1 al 3%, aunque se logra un mejor efecto adicionando conjuntamente almidones vegetales pregelatinizados, en proporciones del 10 al 20% (5,6). También pueden agregarse productos o subproductos ricos en almidón y/o gluten. La efectividad de los ligantes depende de varios factores:

1) Existe un decremento en la eficiencia del ligante (y por tanto, de la estabilidad del pellet) al incrementarse el tamaño de partícula del alimento.

2) El efecto ligante del almidón aumenta conforme las condiciones del proceso permiten temperaturas adecuadas para la gelatinización de este.

3) El efecto ligante aumenta al disminuir el diámetro del pellet y el incremento del espesor de la duya del extrusor.

4) Respecto a la composición de la dieta y su influencia sobre el ligante se puede mencionar que:

- Los productos bajos en fibra presentan baja capacidad de extrusión en la duya.

- Los ingredientes con alto contenido graso lubrican el alimento en la extrusión, limitando el trabajo de compresión de la masa para formar el pellet. En contraparte, las grasas adicionadas cubren la superficie de los almidones, ayudando a la gelatinización durante tratamientos con vapor y extrusiones.

-Los pellets formados con baja compresión se rompen fácilmente durante el manejo y cuando se humedecen.

-Los ingredientes repelentes al agua o con poco material gelatinizable (cascarillas, huesos, alfalfa) debilitan el pellet, haciéndolo poroso. Además facilita la hidratación del alimento al ser expuesto al agua y su ruptura durante el manejo (1,5,6,10,42,43,37).

En el cuadro 3.1.1. y tabla 3.1.5 se tienen varios ejemplos de compuestos utilizados bajo este rubro.

TABLA 3.1.5. - LIGANTES UTILIZADOS EN DIETAS PARA CAMARON CULTIVADO.

LIGANTE	CANTIDAD	CARACTERISTICAS
CMC	0.5-2%	Buen ligante; caro.
Alginatos	0.8-3%	Bueno, pero su uso debe acompañarse de la adición de un polifosfato de sodio
Polimetil carbamida	0.5-0.8%	Muy bueno. No aprobado por la FDA.
Goma guar	1-2%	Buen ligante, caro.
Hemicelulosa	2-3%	Regular, costo moderado.
Almidones gelatinizados (maíz, sorgo, arroz, papa)	10-20%	Buen ligante, con valor nutricional. Se requieren grandes cantidades.
Gluten de trigo	2-4%	Bueno, caro.

FUENTE: LOVELL, 1980.

COADYUVANTES DE ALIMENTACION.

El alimento debe ser de la forma, tamaño, densidad, color, textura, olor y sabor necesarios para que el crustáceo lo consuma lo más posible. El camarón es una especie que se guía en forma visual y quimiosensitiva, lo cual favorece la aplicación de elementos que permitan una localización rápida de la dieta por la especie alimentada. Estorepercute en una alimentación eficiente, siendo los tiempos de permanencia del alimento dentro del estanque cortos. Los

coadyuvantes pueden dividirse netonces de acuerdo al sentido que usa el animal para localizarlo.

a) Atrayentes de sabor. - Pueden ser sustancias naturales o sintéticas que se disuelven en el agua al contacto de la dieta con esta, transmitiéndose hasta los órganos receptores del camarón. Estos atrayentes pueden ser aminoácidos purificados o contenidos en un ingrediente del alimento; en el cuadro 3.1.1. se dan algunos ejemplos.

b) Colorantes. - Es necesario aclarar que el término se refiere sólo a las sustancias agregadas directamente con el fin de impartir color, pero no incluye a los ingredientes que se adicionan con otro fin (como fuente de proteínas, por ejemplo) y que a la par proporciona un color característico (5). Los alimentos comerciales para el cultivo de peces generalmente contiene un colorante con el fin de que el pez perciba la presencia del alimento, pero en el caso de los alimentos para crustáceos la adición de un colorante sería con el fin de impartir color a la carcasa del animal, lo que en muchas ocasiones determina el precio del mismo en el mercado. Se conoce hasta el momento que los únicos colorantes capaces de impartir color en estos organismos son el β -caroteno y la cantaxantina; en el caso del β -caroteno, una vez ingerido es metabolizado a astaxantinas, siendo este el pigmento que se acumula en los tejidos del camarón. La cantaxantina se degrada directamente a astaxantina, sin pasos intermedios. Debido a que estos colorantes se producen industrialmente por microorganismos, su costo es elevado. Por esta razón se prefiere agregarlo como componente contenido en desperdicios -exoesqueleto y cabezas de camarón, aceites, algas- y no en su forma purificada.

Aparte de estos dos colorantes, el uso de otros no ha sido probado para el caso de usarlo como un indicador visual. Sin embargo, en el cuadro 3.1.1. se incluyen algunos colorantes de uso permitido en alimentos balanceados para especies acuaculturales en general.

3.2. - MATERIAS PRIMAS.

El éxito de un alimentos balanceado para camaron depende de su valor nutricional, tamaño de partícula, estabilidad en agua en relación a su densidad y la adición de compuestos atrayentes de sabor, como solubles

de almeja y de pescado. El balance adecuado de estos factores permite la manufactura de un alimento con las características óptimas para un consumo del mismo, permitiendo así las mejores tallas y pesos del crustáceo en los menores tiempos (1,5). Sin embargo, este balance no es fácil de alcanzar en los procesos industriales; es particularmente difícil obtener dietas comerciales estables al agua, ya que los productos peletizados para animales domésticos y para peces se desintegran rápidamente, con lo cual se ocasiona la disolución de los nutrientes en el agua (8). Además de una desintegración lenta y la cohesión de los ingredientes para evitar pérdidas durante el proceso de masticación es deseable la producción de raciones que no requieran almacenamiento especial (por ejemplo, refrigeración), dado el aumento de costos que esto implicaría para el acuicultor. Esto constituye la mayor objeción al uso de pellets húmedos (8), cuyo proceso se explica más adelante.

A pesar de que existen numerosos ingredientes que de una u otra forma aportan los compuestos necesarios para la sobrevivencia del camarón, solo algunos de ellos han resultado viables desde el punto de vista técnico y pocos ha sido evaluados por su aspecto económico.

En base a estas observaciones es evidente que una formulación que no armonice estos dos aspectos está destinada a fracasar. Desde 1970 se han probado diferentes fórmulas; en la tabla 3.1.6. se presentan algunas, seleccionadas a manera de ejemplo. En la mayoría de estas dietas se han encontrado buenos niveles de crecimiento, pero con desventajas de carácter económico o con dificultades de materia prima en su escalamiento industrial en algunas de ellas. Esto es motivado porque se han ideado para hacerse en pequeñas proporciones, invitando a los granjeros a ser autosuficientes en este rubro. El problema estriba en que el costo del alimento aumenta con respecto al precio que puede dar una manufactura industrial, encontrándose a veces que incluso la obtención de las materias primas en pequeña escala representa dificultades para el acuicultor; al formularse la dieta sin miras a un proceso industrial se encuentran objeciones al seleccionar y/o diseñar métodos, equipos e ingredientes para una capacidad mayor. Al analizar la tabla 3.1.6. se encuentran características comunes en varias formulaciones publicadas:

Tabla 3.1.6.A - ALGUNAS POBLACIONES PISCICOLAS QUE SE VAN APLICANDO EN EL CRECIMIENTO DE
CUBIENDE

REPÚBLICA	VEGETALES DE LA QUE SE PISAN LA POBLACION	TIEMPO (DÍAS) - 1	VEGETALES/RESERVAS			
1972	PESCADEO ACTIVO PESCADEO ALTERNATIVO	ALIMENTO DE SARDINIA-----1.0	BUENA ASIMILACION, IMPEDIMENTOS EN SU NAVEGACION DISPONIBLES. EL NAUO COMO MATERIA PRIMA COMPLETA CON SU USO EN EL CONSUMO ALIMENTO DIRECTO Y COMBUSTIVO AL ALTO EFICIENCIA COMO ESTABILIZADOR Y SUPLENTE.			
		ALIMENTO DE PESCADO-----7.0				
		ALIMENTO DE CARABO-----18.5				
		NAUO NAUO-----40.5				
		MATERIA DE TRIGO-----18.0				
		MATERIA DE-----18.0				
		LEVEDURA DE-----5.0				
		MEZCLA VITAMINICA I-----1.0				
MEZCLA DE MINERALES I-----19.200						
1980	SACCHARINUM SACCHARINUM SACCHARINUM	MEZCLA DE PESCADO-----3.0	LOS ELEMENTOS CONSISTENTES EN SU NAVEGACION SON DISPONIBLES, SE OBTIENEN BUENOS RESULTADOS EN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE/CA ESTABILIDAD ES BUEN DE E IMPRESION EL CACUANTE SE EMPLEA PARA PROCESOS EN LOS QUE SE OBTIENEN PRODUCTOS MAS RAPIDOS.			
		ALIMENTO DE CARABO-----10.0				
		ALIMENTO DE PESCADO-----4.0				
		ALIMENTO DE CACAHUETE-----3.0				
		ALIMENTO DE SARDINIA-----3.0				
		MEZCLA ESTERIL-----19.0				
		POLVO DE SARDINIA-----19.0				
		MEZCLA SARDINIA-----1.0				
		1981		PESCADEO ALTERNATIVO	CASEINA-----21.0	SUSTITUYE PERFECTAMENTE LA ALIMENTACION NATURAL. CONTRASTADO CON BUENA SALUD/INVESTIGACIONES CASI. UTILIZABLE SOLO CON FINES DE INVESTIGACION.
					MATERIA DE TRIGO-----15.0	
CLARO DE HUEVO						
EN POLVO-----4.0						
MEZCLA DE LÍQUIDOS-----6.0						
MEZCLA DE SARDINIA Y SARDINIA-----14.0						
MEZCLA DE SARDINIA-----14.0						
MEZCLA DE SARDINIA-----14.0						
MEZCLA DE SARDINIA-----14.0						
VITAMINAS A/D-----0.1						
MEZCLA VITAMINICA						
MEZCLA-----4.0						
MINERALES-----3.0						
COLESTEROL-----0.5						
LECITINA DE						
MEZCLA DE-----0.0						
MEZCLA DE NAUO-----26.7						
CELULOSA-----1.7						

Tabla 3.1.6.3.

REFERENCIA	PARTE DE LA DETA SE PUEDE	INGREDIENTES--X	COMENTARIOS/RECOMENDACIONES
B O D B I B E B 1966	PERMEUS STABILIZANTES	INGREDIENTE PRINCIPAL-----50.0 TRIGO-----30.0 SOLUBLES DE PESCADO-----3.0 MEZCLA VITAMINICA WEPZ-----2.0 ACEITE DE BACALAO DE BACALAO-----2.0 ALGINATO DE NA-----2.0 CRO-----1.0 FUENAFOSFATO DE NA-----2.0	MATERIAS PRIMAS DISPONIBLES EN SU MAYORIA. LA MAYORIA DE ELLAS SON SATISFAC ACEPTACION PERCEP. RESULTA INFERIOR A LOS ALIMENTOS BALANCEADOS COMERCIALES. LA DETA SE RECOMIENDA PARA FINES DE INVESTIGACIONES A NIVEL COMERCIAL.
L B M B B B C E F L 1967	PERMEUS VARNANEI	MARINA DE CARBONO-----13.3 MARINA DE PESCADO-----22.3 PASTA DE SOYA-----28.4 ALMIDON DE RAIZ-----1.5 CELULOSA-----15.0 ACEITE DE BACALAO-----3.3 MEZCLA DE MINERALES II-----6.7 LECITINA-----1.0 COLESTEROL-----0.5 MEZCLA DE VITAMINAS-----2.0 ALGINATO DE SODIO-----2.0 HEXAMETAFOSFATO DE SODIO-----1.0 SOLUBLES DE PESCADO-----2.0	SE REGISTRA UN CRECIMIENTO ACEPTABLE. BUEN BALANCE O PROTEINAS VEGETALES Y ANIMALES/SE MENCIONAN INGREDIENTES COMO EL ALMIDON DE RAIZ, LECITINA, COLESTEROL Y ACEITE DE BACALAO. NO SE ENTIENDE EL PAPEL DE LA CELULOSA DENTRO DE LA DETA. PUESTO QUE LA FIBRA NO ES MUY RECOMENDABLE PARA ESTAS ESPECIES.
L B B E L L 1969	QUELLAS CON REQUERIMIENTOS PROTEINICOS DEL 30% CULTIVO SEMI-INTENSIVO	ALIMENTO DE PESCADO-----12.0 ALIMENTO DE CARBONO-----10.0 ALIMENTO DE SOYA-----28.6 PRODUCTOS Y TRAZAS DE CEREALIZ-----39.0-41.0 ACEITE DE PESCADO-----4.0 LIGANTE-----1.0-3.0 FOSFATO DICALCIDO-----2.7 MEZCLA VITAMINICA WEPZ-----0.5 TRAZAS DE MINERALES II-----0.05	INGREDIENTES AMPLIAMENTE DISPONIBLES. LA MAYORIA DE ELLAS SON SATISFAC AUNQUE FALTA ESPECIFICAR EL ORIGEN DE MUCHOS DE ELLOS. LA CANTIDAD DE ALIMENTO DE SOYA ES RELATIVAMENTE ALTA. LA CUAL ES CONVENIENTE EN ESTOS UNIDOS PERO NO EN MEXICO. LA UTILIZACION DE ALIMENTO DE SOYA IMPLICA QUE SE EMPLEE SIN HABER DECIDIDO UNA EXTRACCION DE ACEITE. POR LO QUE EL COSTO DE LA MATERIA PRIMA AUMENTA.
L B B E L L 1969	QUELLAS CON REQUERIMIENTOS PROTEINICOS DEL 25% CULTIVO SEMI-INTENSIVO	ALIMENTO DE PESCADO-----10.0 ALIMENTO DE CARBONO-----10.0 ALIMENTO DE SOYA-----28.6 PRODUCTOS Y TRAZAS DE CEREALIZ-----49.0-51.0 ACEITE DE PESCADO-----4.0 LIGANTE-----1.0-3.0 FOSFATO DICALCIDO-----2.7 MEZCLA VITAMINICA WEPZ-----0.5 TRAZAS DE MINERALES II-----0.05	MISMAS OBSERVACIONES QUE EN EL CUADRO ANTERIOR.

Tabla 3.16.C

REFERENCIA	PAISAJES DE LA REG. 15 PERU	INGREDIENTES--x	VITAMINAS/BIOTINAS
NEZCLA DEL CENTRO OCIDENTAL DEL PACIFICO 1980	PENEJAS PISCICULTIVO	MARINA DE PESCADO---10.0	SE HA EMPLEADO COMO DATOS EN EL CRECIMIENTO DE PISCICULTIVAS DE UN TAMAÑO INICIAL DE 2 CM
		CONCENTRADO DE PISCICULTIVO---5.0	EL PORCENTAJE DE PROTEINAS ES DEL 40%. LO QUE SE CONSIDERA UN NIVEL MUY ALTO INCLUSO PARA PISCICULTIVAS DE TAMAÑO SUBADULTAS PARA TAMAÑOS MAYORES NO SE REGISTRAN RESULTADOS.
		MARINA DE CARNE Y HUESO---7.0	LA SPIRULINA, BACILLUS Y GLUTEN DE TRIGO PUEDEN REGISTAR CARGOS PARA UN ALIMENTO BALANCEADO ADEMÁS DE QUE EN DISPONIBILIDAD ESTA PEYTONINA SE HA COMPROBADO QUE LA MARINA DE SANGRE ES POCO APROVECHABLE POR LOS CARIACIOS. EL VALOR NUTRICIONAL DE ESTA MARINA Y DE LA MARINA DE CARNE Y HUESO ES DUDOSA PARA PENEJAS.
		MARINA DE SANGRE---2.0	
		LEGNAMA DE CEPILLO---10.0	
		POSTO DE CEBADA---20.0	
		ACEITE DE PESCADO---6.0	
		GLUTEN DE TRIGO---7.0	
		CEREALES (ARROZ, TRIGO, MAIZ)---10.0	
		SPRULINA---5.0	
		TRONOS O ANCLAS---2.0	
		VITAMINAS Y BIOTINAS	6.0

NEZCLAS DE VITAMINAS Y BIOTINAS RECOMENDADAS EN LAS PUEBLAS COSTERAS.

MINERALES		VITAMINAS		
NEZCLA I	NEZCLA II	NEZCLA I	NEP1	NEP2
mg/kg	mg/kg			
As.....68	5	Vit. A.....1.510 UI/kg	201.000 UI/kg	44.150 UI
Br.....1.3	5	Vit. B1.....2.200 UI/kg	1.000 UI/kg	6.400 UI
Ca.....19.8	40	Vit. E.....8.3 UI/kg	17.4 UI/kg	64 mg
Cu.....3	5	Biotina.....4.4 mg/kg	2.700 mg/kg	26 mg
Co.....8.2	8.85	D-pantotato.....8.1 mg/kg		
Zn.....44.1	100	Niacina.....22.1 mg/kg	18 mg/kg	176 mg
Biotina		Colina.....44.9 mg/kg		
de 1000.....2.2		Tiamina.....1.2 mg/kg		
Se.....0.1		Ac. fólico.....8.21 mg/kg	16 mg/kg	18 mg
Sn.....125		Vit. B12.....8.861 mg/kg	8.49 mg/kg	167 mg
(contenidos)		Paradoxina.....10 mg/kg	20 mg/kg	1.2 mg
		Inositol.....100 mg/kg	1.100 mg	
		Biotina.....1 mg/kg	50 mg	110 mg
		Ac. ascórbico.....2.2 mg/kg	1.100 mg	40.000 mg
NEZCLA INC-1	5	Ac. para ayahuasca		
Monoglutato de Triptofano.....0.5		biotina (falta)	100 mg/kg	1 mg
Niacina.....0.8				
Ac. Nicotínico.....2.6				
Pantotato de calcio.....1.5				
Paradoxina.....0.2				
Cobalamina.....0.1				
Ac. fólico.....8.5				
Biotina.....0.1				
Triptofano.....14.2				
Ac. ascórbico.....12.5				
Sal de Zn.....7.1				
Ac. fólico.....0.8				

a) La combinación Soya-Pescado-Camarón se repite en cinco de las siete dietas presentadas. Lee et al (1984) demostró que se tienen buenas tasas de crecimiento cuando se mezclan proteínas de origen vegetal y animal en relación 1:1; por otra parte Lawrence (1987) recomienda utilizar un 45% de pasta de soya equivalente a un 25% de proteína (19).

En base a la investigación bibliográfica realizada, se puede concluir que las formas de presentación adecuada para la soya son tres: pasta, harina o alimento. La pasta se considera el subproducto proveniente de la extracción de aceite de soya, ya sea por extracción mecánica o por solventes -en todo caso los porcentajes de proteína varían aproximadamente de un 3-5% entre las presentaciones-. La harina es producto directo de la molienda de la oleaginosa, previamente desengrasada-total o parcialmente- cuyo tamaño de partícula debe caer en los estándares de cualquier otra harina (no debe retener nada en un tamiz malla 50 o abertura de 0.125 mm), con un contenido de humedad del 15%. El alimento se define en forma parecida a la harina, sólo que no se especifica granulometría del mismo; es decir, el tamaño es heterogéneo. De estas presentaciones el alimento y la pasta de soya son las más empleadas, debido a que ambas pueden verse como un subproducto de la obtención de aceite de soya; ambas presentaciones también se emplean para otros alimentos balanceados. Cabe hacer mención que la soya presenta agudos problemas en México debido a la insuficiencia de esta oleaginosa para la industria alimentaria y en los últimos años se han importado grandes volúmenes de esta semilla. Pero la sustitución de esta fuente de proteína vegetal parece difícil de darse, ya que se han probado otras proteínas vegetales sin resultados tan alentadores (44).

En el caso del pescado las presentaciones se reducen a harina de pescado y alimento de pescado; sin embargo los términos harina y alimento se usan con frecuencia indistintamente en los textos y artículos revisados y en la elaboración de este producto seguramente no se tiene un control del tamaño de partícula del alimento, ya que su empleo más común es en balanceados para ganado. Para el caso de alimentos para acuicultura el tamaño de partícula resulta de cierta importancia para darle homogeneidad al pellet resultante, por lo que la

selección sería la forma de harina.

Aparte de ser la fuente más importante de proteínas de origen animal aporta atrayentes de sabor (solubles de pescado), de cuya importancia ya se ha hablado en este capítulo.

Finalmente, la adición directa de camarón se ha realizado en países como Japón y Estados Unidos, pero desde el punto de vista económico es mucho más viable la utilización de cabezas de camarón para elaborar un alimento o una harina. De esta forma se aprovecha un subproducto de plantas industrializadoras de camarón (enlatadoras y congeladoras, principalmente) y se dispone en forma adecuada de un desperdicio que constituye un problema ecológico en varios países. La razón de adicionar cabezas y no exoesqueleto es que este último no aporta gran cantidad de proteínas solubles. La mayor parte es quitina, un polímero insoluble y no digerible a menos de que se realice un pretratamiento para su utilización posterior -lo que constituye la obtención de proteína unicelular-. Este proceso y sus limitantes se explican en el capítulo de Tecnología del Proceso. Por otra parte, en la cabeza del camarón se concentra la mayor parte de lípidos, cantaxantina y aminoácidos atrayentes de sabor.

b) En seis de las siete dietas se adiciona una mezcla vitamínica en forma directa, sin agregarse en forma natural como componente original de los ingredientes. Esto representa ventajas y desventajas a la vez; el control sobre la cantidad de vitaminas agregada puede resultar problemático si se adiciona de fuentes naturales dada la variación entre un lote de materia prima y otro, cosa que no sucede con una mezcla vitamínica que ha sido balanceada y garantiza su contenido. Además resulta ya difícil formular una dieta que cumpla con los requerimientos de grasa y proteína adecuadamente y adicionar una variable más podría no ser la mejor opción, considerando que las cantidades de vitamina que ofrecen gran parte de las materias susceptibles a emplearse (vegetales en general) son menores al 1% y que el volumen a agregar sería demasiado. Sin embargo, el costo de una mezcla vitamínica es elevado y su estabilidad como compuestos puros es baja; muy probablemente esta característica podría mejorarse agregando las vitaminas como comunmente son más estables: unidas a otros componentes y protegidas en cierta forma por los tejidos del

vegetal en cuestión. Pero para un escalamiento industrial la adición de una premezcla sigue siendo la opción más viable.

c) Para proveer las características de dureza y estabilidad ante el agua se emplean dos ligantes de naturaleza distinta: una goma y un almidón o una proteína con la propiedad funcional de ligante. En el caso de la goma, el alginato de sodio es el más empleado, aun cuando ocurre que, en México al menos, es un ingrediente caro. Pero cabe mencionar que se recomienda antes que cualquier otro tipo de goma, por lo que es la elección obvia por razones de estabilidad del pellet en el agua.

Respecto al segundo tipo, en el caso de utilizar almidones se prefiere adicionar en forma de producto o subproducto de cereales o raíces ricas en este compuesto. De esta forma el costo es menor comparado al uso de almidones purificados. Los ingredientes más usados son la harina de trigo (que conjunta la acción del gluten y el almidón del cereal) y el almidón de maíz. Pero se han probado harinas de tapioca, papa y otros tubérculos con buenos resultados; la harina de trigo representa además otra fuente de proteína barata, aunque los porcentajes son bajos.

La principal desventaja en el uso de la harina de trigo es su competencia de uso con el consumo humano directo y con el consumo generado por otras industrias ya establecidas (como es la panadería y alimentos balanceados para mascotas, por ejemplo). Esto, a la larga, podría generar un problema de abastecimiento o aumento en los precios del insumo que a su vez repercutiría en el precio del alimento balanceado. Por esta razón es conveniente ser flexibles al uso de otro material, pero con pleno conocimiento de las diferencias probables que pudieran encontrarse en el procesamiento y en el producto final. La materia prima que puede considerarse como opción dadas las características del mercado es la harina de papa; las desventajas que se tienen con esta materia prima se refieren a su disponibilidad como harina. En el capítulo de Adaptación del Proceso se especifica el proceso para obtención de harina de papa y se discute su viabilidad técnica como parte de un proceso integrado de alimentos balanceados. La ventaja de emplear esta materia prima en comparación a otras es su gran contenido en almidón de excelente

calidad junto con el bajo costo de la papa en fresco.

d) En ninguna de las formulaciones planteadas se adicionó un colorante extra al impartido naturalmente por los ingredientes empleados, lo cual ya se ha explicado ampliamente en la parte de aditivos de este mismo capítulo.

e) En varias de las dietas analizadas se emplea aceite de pescado como aporte de lípidos, aun cuando en la mayoría de los casos no se especifica de qué especie. En las formulaciones que sí refieren el tipo de aceite se menciona al aceite de hígado de bacalao. Aun cuando este aceite es de la mejor calidad nutritiva-por su aporte de vitaminas liposolubles A, D, E y K- resultaría difícil de conseguir y de alto costo. Por esta razón, la elección es aceite de pescado de diferentes especies.

f) Aun cuando no se ha demostrado plenamente que el uso de un suplemento de minerales dentro de la dieta para crustáceos es benéfico, en las formulaciones se agrega en las mismas proporciones que se utilizan para otras especies de cultivo (bagres, por ejemplo). Los minerales de los cuales se tienen porcentajes requeridos son Calcio, Fósforo y Magnesio (en ese orden de importancia), en base a lo cual los ingredientes empleados como aporte de otros nutrientes -específicamente los alimentos de pescado y de cabeza de camarón- proveen ampliamente los dos primeros minerales; la cantidad de magnesio que contienen estos ingredientes no está reportada, aunque en base al porcentaje de cenizas es muy probable que el aporte sea bueno. El balance de estos componentes se realiza más adelante.

Tomando en cuenta el análisis realizado, el planteamiento de materias primas es el siguiente:

1) Harina de pescado.- Definida como tejidos de pescado entero no descompuesto o de cortes de pescado limpios, secos y molidos, con o sin extracción de aceite. Si contiene más del 3% de sal, debe especificarse en la etiqueta. En cualquier caso no debe exceder del 7% (1).

2) Pasta de soya.- Especificada como la masa resultante de la extracción de aceite mediante el prensado mecánico (1,45).

3) Alimento de cabezas de camarón.- Definido como el ingrediente proveniente de la trituration y/o molienda de cabezas secas de camarón

reducidas a un tamaño de partícula heterogéneo y mayor al de una harina, sin que se tamice. Las cabezas deben ser procesadas frescas y sin un escaldado previo (para evitar la lixiviación de proteínas solubles) (1) .

4) Harina de trigo, que puede ser sustituida por harina de papa.-En el primer ingrediente, la norma oficial (SECOFI,1987) la define como el producto obtenido de la molienda y tamizado del trigo (*Triticum vulgare* y *Triticum durum*). Debe provenir de un trigo sano, limpio, descascarillado y con un grado de extracción del 73%, con aditivos permitidos. Respecto a su granulometría, no debe haber retención en tamiz no.34 (abertura 0.177 mm) y debe haber un máximo de retención del 10% en tamiz no.50 (abertura 0.125 mm). El mínimo de proteínas debe ser del 9.5%. No debe haber microorganismos patógenos, toxinas e inhibidores microbianos.

La harina de papa se define como los cortes finos de papa con o sin cáscara, limpios, secos y molidos, con o sin adición de bisulfito de sodio o potasio como antioxidante. La granulometría debe seguir las especificaciones de la harina de trigo.

5) Aceite de pescado.-Es el aceite extraído del pescado entero mediante la compresión mecánica de los tejidos. Este aceite puede extraerse de diferentes especies (45).

6) Aditivos.- Consistentes en los siguientes.

a) Alginato de sodio.

b) Hexametáfosfato de sodio.

c) Mezcla vitamínica UEP2.

d) BHT

Los alginatos son gomas extraídas de ciertas variedades de algas pardas. La única restricción para el uso del alginato de sodio es que sea de grado alimenticio.

El hexametáfosfato de sodio debe ser grado comercial. Su uso es como secuestrante, para controlar la reacción del alginato agregado con los iones calcio de los ingredientes ricos en éste (harina de pescado y de cabezas de camarón) a fin de formar un gel ; de no agregarse puede presentarse la precipitación (45).

El BHT es un antioxidante utilizado en alimentos. Su función ya se ha explicado con anterioridad (ver Antioxidantes).

La composición de los ingredientes principales se muestra en la tabla 3.1.7.

3.2.1. - BALANCE DE FORMULACION.

La cantidad de los ingredientes anteriormente mencionados están en función a los requerimientos nutricionales de los crustáceos de importancia en este estudio. En la tabla 3.2.1. se mencionan los nutrientes indispensables y la proporción recomendada. En la especie estudiada (camarón), los parámetros de importancia son la cantidad de proteínas y el balance proteína animal/proteína vegetal (19); aun cuando se ha reportado que el balance de energía-proteína es de importancia fundamental porque los crustáceos aprovechan con preferencia las proteínas a las grasas o carbohidratos, esta relación queda fija al establecer el nivel de proteína requerido.

La composición de los ingredientes principales que integran el alimento balanceado se muestra en la tabla 3.1.7¹; en base a ésta se realizó el balance de los ingredientes principales (alimento de cabezas de camarón, harina de pescado, pasta de soya, harina de trigo y harina de papa) dejando el resto fijo. Los porcentajes de los ingredientes menores fueron fijados tomando en cuenta las recomendaciones bibliográficas ya señaladas.

TABLA 3.2.1. - NECESIDADES NUTRICIONALES PARA P. VANNAMEI Y P. STYLIROSTRIS.

PROTEINA	P. VANNAMEI 80g mínimo postlarva 20-25% adulto	P. STYLIROSTRIS 64g postlarva 20-25% juvenil/adulto 20-25% adulto
GRASA	NO MAYOR AL 12%. RAZO OPTIMO DE ACIDOS GRASOS: 1/2 N-3/1/2 N-6	
CARBO- HIDRATOS	EL CONTENIDO DE FIBRA DEBE SER DESPRECIABLE. PORCENTAJE NO DETERMINADO.	
MINERALES	CA. -1% , P. -2%	

FUENTE: LOVELL (1966); LAURENCE ET AL (1967); LEE ET AL (1968).

¹ La composición de la mezcla vitamínica se encuentra en los tablas de la parte destinada a este ingrediente

TABLA 3.1.7. COMPOSICION DE LAS PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS PLANTERAS.

INGREDIENTE	MOJADO	PROTEINA	LIPIDOS	FIBRA CRUDA	CENIZAS	Ca	P	CARBOHIDRATOS
CARIDAS DE CARIBON (SECO)	---	53.5-54.2	8.9	11.1	22.6	7.2	1.68	---
MOJADO DE PESCADO	8.2	65.2	7.1	1.8	15	4.83	2.61	3.4
PASTA DE SOYA	11	41.6	5.2	5.9	6.1	8.2	8.61	38.1
MOJADO DE TRIGO	12	11.7	1.2	1.3	8.5	8.83	8.18	73.2
MAIZ (ALIV. SECO)	9.9	7.9	8.3	1.7	4.7	8.87	8.2	75.5

*CONTIENE PROTEINOS EXCLUYENDO LA PARTE NO DIGESTIBLE (QUITINA)

FUENTE: INCON A. THE NUTRITION AND FEEDING
OF FARMED FISH AND SHEEP. GRU-PNO.
1987.

En el capítulo I se definió la elaboración de tres alimentos diferentes en base al estadio y a la variedad de camarón. Además de estas tres formulaciones base elaboradas con harina de trigo se realizaron otras formulaciones con el ingrediente optativo (harina de papa).

Las formulaciones se presentan en los cuadros 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4

3.2.2. -SUSTITUCION DE INGREDIENTES PRINCIPALES.

La pasta de soya ha sido objeto de falsificaciones que van en perjuicio de los alimentos balanceados obtenidos; la más común es la sustitución por cascarilla de oleaginosa y café. Aunque se reduce la digestibilidad y asimilación del alimento, mantiene el mismo análisis bromatológico y puede ofrecerse al industrial sin cambios de apariencia sustanciales (35). La sustitución de la pasta de soya por un producto equivalente en calidad y cantidad de proteínas es altamente deseable debido al cuadro económico presentado para este producto; se han hecho intentos de utilizar la pasta de cártamo para alimentos balanceados; la dificultad estriba en que la pasta obtenida debe tamizarse posteriormente para separar la cascarilla (que no puede eliminarse en pasos previos) y así obtener una pasta de contenido proteínico no mayor al 40%.

El mismo caso se presenta para la harina de pescado, que puede cambiarse por harina de desperdicios de curtidería y de zapatos de basureros (62). En este caso el análisis bromatológico sí detecta la sustitución total puesto que estos desperdicios tienen un contenido de proteínas del 8 al 12%, aunque en el caso de una sustitución parcial no sería tan factible determinar la adulteración. El resto de los ingredientes tienen pocas posibilidades de adulteración.

CUADRO 3.2.2. - FORMULACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS
PARA *P. VANNAMEI*.

CUADRO 3.2.3. - FORMULACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS.
FASE DE POSTLARVA A JUVENIL.
PORCENTAJE DE PROTEINA REQUERIDO: 30%.

	FORMULACION 1	FORMULACION 2
	%	%
Harina de pescado.....	13.00.....	13.00
Alimento de cabezas de camarón.....	12.00.....	15.78
Pasta de soya.....	25.00.....	24.50
Harina de trigo.....	40.78	Harina de papa..... 37.50
Aceite de pescado.....	4.00.....	4.00
Alginato de sodio.....	3.00.....	3.00
Hexametáfosfato de sodio.....	1.00.....	1.00
Mezcla vitamínica.....	1.00.....	1.00
Ac. cítrico.....	0.20.....	0.20
BHT.....	0.02.....	0.02
Balance de proteína animal/vegetal.....	0.94.....	1.3

CUADRO 3.2.4. - FORMULACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS.
FASE DE JUVENIL A ADULTO.
PORCENTAJE DE PROTEINA REQUERIDO: 25%

	FORMULACION 1	FORMULACION 2
Harina de pescado.....	10.00.....	10.00
Alimento de cabezas de camarón.....	12.00.....	13.00
Pasta de soya.....	18.78.....	19.78
Harina de trigo.....	50.00	Harina de papa..... 48.00
Aceite de pescado.....	4.00.....	4.00
Alginato de sodio.....	3.00.....	3.00
Hexametáfosfato de sodio.....	1.00.....	1.00
Mezcla vitamínica.....	1.00.....	1.00
Ac. cítrico.....	0.20.....	0.20
BHT.....	0.02.....	0.02
Balance de proteína animal/vegetal.....	0.88.....	1.1

3.2.5.- FORMULACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS
PARA *P. STYLIROSTRIS*

FASE DE JUVENIL A ADULTO.

PORCENTAJE DE PROTEINAS REQUERIDO: 36%

	FORMULACION 1	FORMULACION 2
	%	%
Harina de pescado.....	16.00.....	17.00
Alimento de cabezas de camarón.....	19.78.....	22.00
Pasta de soya.....	25.00.....	24.78
Harina de trigo.....	30.00	Harina de papa..... 27.00
Aceite de pescado.....	4.00.....	4.00
Alginato de sodio.....	3.00.....	3.00
Hexametáfosfato de sodio.....	1.00.....	1.00
Mezcla vitamínica.....	1.00.....	1.00
Ac. cítrico.....	0.20.....	0.20
BHT.....	0.02.....	0.02
///	///	///
Balance de proteína animal/vegetal.....	1.5.....	1.8

FASE DE JUVENIL A ADULTO.

PORCENTAJE REQUERIDO DE PROTEINAS: 30%

FORMULACION 1.-La misma que para *P. vannamei*, fase de postlarva a adulto.

FORMULACION 2.-La misma que para *P. vannamei*, fase de postlarva a adulto.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

3.3. - ASPECTOS ECONOMICOS: DISPONIBILIDAD Y PRECIOS DE LAS MATERIAS
PRIMAS PRINCIPALES

PASTA DE SOYA.

Como se mencionó en el apartado correspondiente, se presenta una problemática especial con el uso de la soya. De 1960 a 1970 el consumo de pastas importadas se duplicó pasando de 450 mil ton. (1961) a 900 mil ton. (1970), mientras que la producción de pastas derivadas de la producción nacional sólo pasó de 550 mil ton. a 850 mil ton. Esta tendencia cambió posteriormente, tendiendo incluso a bajar la producción (45). En la tabla 3.1.3. se observa la producción nacional.

TABLA 3.3.1. - PRODUCCION NACIONAL DE PASTA DE SOYA.

AÑO	MILES DE TON.
1984	1,701.5
1985	1,504.1
1986	1,733.9
1987	1,207.1

FUENTE: FOLLETO DE LA ASOCIACION AMERICANA DE LAS SOYA, 1990.

Aunque las zonas productoras más importantes de soya se encuentran en el estado de Sinaloa, las plantas procesadoras de aceites de esta oleaginosa se encuentran en Jalisco en su mayoría. En el anexo 3.1 se mencionan las plantas aceiteras más importantes.

El costo de la pasta de soya es de \$850,000/Ton. La presentación es a granel².

La disponibilidad es en todo el año. El almacenamiento puede realizarse en silos u otro tipo de almacenes cuidando adecuadamente la humedad relativa.

Harina de Pescado.

El producto puede provenir de dos especies de pescado: la anchoveta y la sardina industrial, aunque se han empleado otras especies de escama que por su tamaño o estado no se emplean para consumo directo; toda la producción se canaliza a alimentos balanceados (46). Ambas especies son del noroeste del país (Sonora, Sinaloa, Nayarit, Baja California);

² Cotizado en Aceitera La Junta, S. A. de C. V. Julio de 1991.

del total de la pesca destinada a la industrialización, aproximadamente un 28 % es destinado a la elaboración de harinas. En la tabla 3.1.2. se muestra la producción de estos dos rubros. Los mayores volúmenes de producción en casi todos los años corresponden a la sardina industrial, por lo que esta especie es la más usada en la industria de pescado. La época de vida de estas especies es de finales de agosto a octubre, por lo que la disponibilidad se restringe a 10 meses. El costo de la harina por tonelada es de \$1.650,000³. Se comercializa en sacos de papel de 40 Kg.

TABLA 3.3.2. -PRODUCCION DE ANCHOVETA Y SARDINA INDUSTRIAL; PRODUCCION DESTINADA A HARINA DE PESCADO

AÑO	ANCHOVETA INDUSTRIAL CTON	SARDINA INDUSTRIAL CTON	HARINA DE PESCADO CTON
1984	100,708	142,029	68,134
1985	117,680	174,210	81,724
1986	62,702	280,488	107,008
1987	127,303	30,838	68,800
1988	81,023	263,645	68,327

FUENTE: BOLETIN DE INFORMACION ECONOMICA DEL SECTOR ALIMENTARIO, 687-690.

Alimento de cabezas de camarón.

En este caso no existe una empresa que tenga en su línea de productos esta materia prima. Sin embargo algunas compañías deshidratadoras y productoras de harinas de pescado podrían elaborar el producto.

Aun con esta consideración, se parte del hecho de que el producto debe ser elaborado por la misma planta de alimentos balanceados. En este caso las plantas congeladoras serían las que proporcionarían la materia prima (cabezas de camarón).

Los dos estados que obtienen la mayor producción de camarón son Sinaloa y Sonora. En la tabla 3.3.3. se muestra la producción de camarón congelado para exportación, que es el que se descabeza generalmente para congelarlo en maqueta y evitar su descomposición por la carga de microorganismos contenida en este apéndice. Admás se traduce este volumen al equivalente de peso en cabezas, que constituye

³ Cuestado en Alimentos Concentrados de Camaron, S.A. de C.V. Julio de 1988.

el 50% o más del peso del crustáceo.

TABLA 3.3.3. - VOLUMEN DE CAMARON CONGELADO PARA EXPORTACION

ANO	VOL. CAMARON ENTERO (TONO)	VOL. CABEZAS (TONO)
1986	20,390	10,195
1987	22,179	11,090
1988	28,502	14,251
1989	25,925	12,963

FUENTE: BOLETIN DE INFORMACION OPORTUNA DEL SECTOR ALIMENTARIO
1989-1990.

La disponibilidad está restringida por la temporada de veda para el camarón. Este problema se podría salvar haciendo un trato directo con la producción obtenida de las granjas camaronicultoras de la zona seleccionada para instalar el proyecto, ya que éstas están restringidas por el clima. De esta forma se podría alternar la vía de suministros. La temporada de veda es de junio y julio, por lo cual sería conveniente asegurar las existencias de esta materia prima por estos meses.

El precio de las cabezas es de aproximadamente 200 pesos/kg; este precio es aproximado en base a que en su mayoría las plantas no emplean este subproducto y no lo venden.

Harina de trigo.

La producción de trigo ocupa el cuarto lugar en superficie cosechada y el tercer lugar en volumen producido. La producción abarca todo el año, aunque en el ciclo otoño-invierno se obtiene el 91% de la producción total. Esta materia prima es producida en Chihuahua, Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, destacando estos dos últimos debido a la calidad y a los volúmenes de producción de harina de trigo. Contribuyen con el 70.1 de la producción total.

Hasta 1983 el país realizaba importaciones de trigo, pero en 1985 y 1986 se alcanzaron cifras record en la cosecha de este cereal.

La producción nacional se destina a tres áreas de consumo: Alimentación humana directa (panificación, pastas, galletas), consumo animal y como semilla para cultivo.

La presentación de la harina es en sacos de 44 Kg. con un costo por tonelada de 34,500 pesos por saco.

TABLA 3.3.4. -PRODUCCION NACIONAL DE TRIGO.

AÑO	PRODUCCION (MILES DE TON)
1970	2,676.451
1980	2,842.808
1984	4,423.000
1985	5,199.900
1986	4,836.800

FUENTE: SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (1989).

Harina de papa.

Como ya se mencionó, la harina de papa es una alternativa de uso a la harina de trigo; la razón de proponer tal sustitución se basa en el hecho de que el trigo es un cereal ampliamente utilizado para el consumo humano directo y para el consumo de especies animales con mayor tradición en el país, como el ganado bovino, porcino y aves. Se prevee que para fines de este siglo se requerirán 5 a 10 veces la producción de cereales y soya (24); por esta razón, debe tomarse en cuenta para un futuro. Aunque la tecnología para obtener harina de papa es sencilla y fácilmente aplicable incluso a nivel rural, no se cuenta en el mercado con dicho producto. Por esta razón se plantea partir de la materia prima sin procesar, es decir, la papa entera fresca.

La producción de papa alfa (que es la variedad más producida en el país) se destina en su mayor parte a comercialización en fresco, aunque existen otros procesos como papas fritas, enlatadas (ensaladas mixtas en salmuera), puré instantáneo, congeladas, a la francesa y para obtención de almidón (47,48).

Los principales estados productores son Puebla, Edo. de México, Veracruz, Chihuahua y Guanajuato, aunque se cultiva también en otros estados que abarcan el 40% de la producción (47).

Las estadísticas demuestran una producción constante a lo largo de los últimos años.

El costo de esta materia prima es de 350 pesos/kg tratando directamente con el productor, pero debe tomarse en cuenta el procesamiento que debe seguir; por este motivo el costo total se desglosa posteriormente.

TABLA 3.3.4. -PRODUCCION NACIONAL DE PAPA (1980-1986).

AÑO	PRODUCCION (TON)
1980	1,064,905
1981	861,278
1982	1,054,211
1983	835,215
1984	1,016,906
1985	989,402
1986	1,200,000

FUENTE: MURILLO ET AL. (1990).

3.4. -MECANISMO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.

Pueden seguirse cuatro opciones: abastecimiento a través de intermediarios, abastecimiento por asociaciones de productores o productores importantes; por pequeños productores y por el Estado (39). De estas opciones la mejor es la segunda, ya que asegura calidad, precio y entregas expeditas a la empresa. La intermediación no debe ser descartada, sobre todo en ciertas fases del año en las cuales la producción y abastecimiento de materia prima pudiera dificultarse, o en caso de que la planta este situada lejos de la zona productora; las grandes empresas cuentan con un agente de vías, que se encarga de tramitar el uso del transporte por ferrocarril, que constituye el principal medio de transporte para las materias primas. Las plantas situadas en zonas productoras de materia prima boletinan sus programas de compra en radio y prensa, siendo los productores los que transportan las materias primas en camiones rentados por ellos mismos hasta la empresa; en este caso las plantas pagan un sobreprecio o prima sobre el precio de garantía para asegurar el suministro de materia prima (24).

Respecto a las zonas más importantes de producción y almacenamiento de este tipo de insumos, se encuentra localizada en el noreste y noroeste del país (Sonora, Sinaloa y Tamaulipas) concentrando cerca del 40% de almacenes. La zona centro (Guanajuato y Jalisco) participan con el 11% (24).

IV. LOCALIZACION Y TAMANO DE LA PLANTA

4.1.- LOCALIZACION DE LA PLANTA.

Tomando en cuenta los capítulos anteriores, se desprende que existen dos estados con las mayores posibilidades para la instalación de una empresa como la planteada: Sonora y Sinaloa. Ambos son los principales centros productores de las materias primas principales. Para decidir entre estas dos opciones se empleó el método cualitativo por puntos (para la metodología consultar la referencia 11).

TABLA 4.1.- PONDERACION DE LOS ESTADOS QUE PRESENTAN MAYORES POSIBILIDADES PARA LA INSTALACION DE LA PLANTA

FACTOR RELEVANTE	PESO ASIGNADO	SONORA		SINALOA	
		C1	C2	C1	C2 ¹
Disponibilidad de materias primas	0.5	9	4.5	8	4.0
Cercanía al mercado de consumo	0.8	7	2.8	9	20.7
Desarrollo industrial	0.1	8	0.8	9	0.9
Desarrollo a futuro del mercado de consumo	0.1	8.5	0.85	9	0.9
TOTAL			8.25		8.5

Puede observarse que en realidad las dos entidades presentan una buena opción; sin embargo, se opta por el estado de Sinaloa en base a la ponderación realizada.

4.2.- MACROLOCALIZACION.

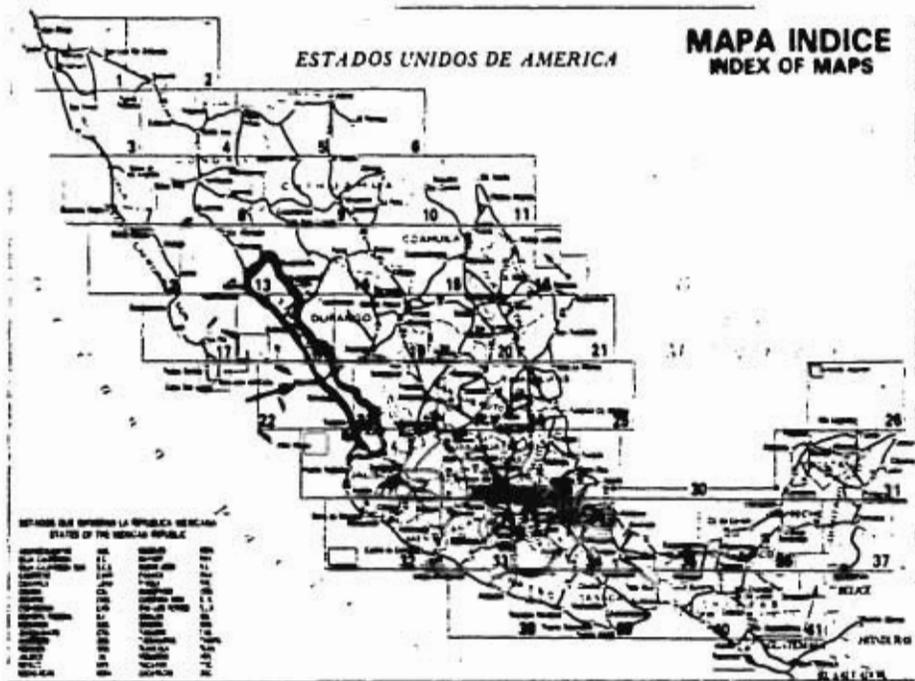
En la fig.4.1 se presenta el estado seleccionado.

Panorama global de desarrollo.

Sinaloa se encuentra entre los trece estados de mayor desarrollo relativo, con un nivel general de bienestar social semejante al de Morelos y Durango. Se ubican cuatro municipios con las mejores condiciones de vida en la entidad; en orden descendente son: Mazatlán, Ahome, Culiacán y Salvador Alvarado, encontrándose los tres primeros

¹ c1 se refiere a la calificación asignada y c2 a la calificación ponderada.

FIG. 4.1. - MACROLOCALIZATION.



en region costera. Los municipios con menor nivel de bienestar social se ubican en la parte este del estado, contandose entre otros a Cosala, Badiraguato y Choix. Escuinapa, Guasave, Angostura, El Fuerte, El Rosario y Concordia se ubican en un nivel medio.

Las actividades predominantes en la entidad son las agropecuarias, forestales y pesqueras, el comercio, la construcción y la electricidad. En terminos de su contribución al Producto Interno Bruto, sobresalen el sector agropecuario y forestal, el comercio, los servicios comunales y la industria manufacturera, que en forma conjunta representan el 77% del PIB de la entidad. El sector primario aporta 5.5% del total, particularmente en lo que se refiere a pesca (15%) y agricultura (6.7%). En este último rubro, Sinaloa es el primer productor nacional de soya, arroz palay, jitomate, cártamo y chile verde. Ocupa el segundo lugar en caña de azúcar y en trigo. La mayor parte de la actividad agricola se encuentra en la región centro occidente de la entidad; comprende parte de los municipios de Culiacán, Navolato, Angostura, Mocorito y Salvador Alvarado, así como El Fuerte, Ahome, Sinaloa y Guasave. Estos distritos aportan aproximadamente el 70% de la producción de soya del estado, el 77% del arroz palay, el 90% del jitomate de exportación, el 84% del chile verde, el 60% de trigo y prácticamente el 100% del valor de la producción de la caña de azúcar.

En materia de pesca, el estado ocupa el primer lugar en la captura de camarón, que contribuye con el 70% del valor total de la producción; le sigue el atún (7%) y la mojarra (1%); a nivel nacional, Sinaloa tiene una importante contribución en la producción de camarón (38%), sardina (25%), bonito (23%), lisa (16%), atún (15%), barrilete (13%) y cazón (11%) entre otras. La planta industrial pesquera se orienta básicamente a la congelación de productos; en 1985 está constituida por 120 plantas con una capacidad instalada de 148 toneladas por hora, de las cuales 81 se dedican a la congelación, con un promedio de 29.2 ton/hra de capacidad instalada. Cuenta con 7 plantas harineras en operación, con una capacidad promedio de 29.4 ton /hra. Las plantas enlatadoras se limitan a 8, contando con la tercera parte de la capacidad instalada en el estado. En lo que respecta a la captación bancaria de la entidad, entre 1980 y 1985 participó con el 2.3% a

nivel nacional; Culiacán, Mazatlán y Los Mochis absorbieron el 76% de la captación en 1985. En lo que se refiere a la distribución sectorial del crédito, sobresale la prioridad otorgada a las actividades agropecuarias, minería, silvicultura y pesca. Los servicios, el comercio y la industria de transformación también han sido favorecidos.

Población.

Los municipios más poblados y con mayor ritmo de crecimiento son: Culiacán, Ahomé, Mazatlán y Guasave. Se prevee que para 1992 será necesario generar por lo menos 189,000 empleos con un promedio de 24,000 por año, a fin de lograr incorporar al mercado de trabajo a los ingresados a la fuerza laboral. En cuanto a educación, existen escuelas que corresponden a los niveles de preescolar, primaria, secundaria, medio superior (bachillerato), Normal y educación superior. Se perciben tasas muy bajas de escolaridad en los municipios de Baridaguato, Cosalá, Choix, Concordia, Mocorito, Angostura, Escuinapa, Rosario y San Ignacio. De estos municipios, varios coinciden con los municipios que perciben menores ingresos, con viviendas pobres, desempleo y tasas elevadas de mortalidad.

Existe un claro predominio de los hombres en la integración de la fuerza laboral, con sólo un 24% de la misma formada por mujeres.

Industria manufacturera.

La división que más destaca es la de productos alimenticios, bebidas y tabaco, generando el 70% del total del sector. Destacan en este rubro las transformaciones de frutas y legumbres, la extracción de aceites, los productos envasados, la cerveza y el azúcar. En relación a la distribución de la planta industrial, se presenta una elevada concentración en Culiacán, Mazatlán y Ahomé. En la zona central, que comprende el Valle de Culiacán, operan las espacadoras de productos alimenticios, embotelladoras, ingenios, congeladoras y despepitadoras. En Mazatlán destacan las plantas industriales pesqueras y en Ahomé los ingenios azucareros.

Respecto a las materias primas requeridas en este estudio, Sinaloa cuenta con 7 plantas reductoras con una capacidad instalada de 29.4 Ton/hr, que produce 5,192 Ton/año de harina de pescado. Es el primer estado en captura y procesamiento de camarón, con una producción de

11,014 toneladas de camarón en 1989, cifra promedio en los tres últimos años; esto equivale a 5,507 ton. de desperdicios representados por cabezas de camarón.

La producción de harina de trigo en 1984 fue de 221,500 toneladas. Respecto a la pasta de soya, CONASUPO comercializó un volumen de 5,183 toneladas en 1985. Esto puede dar un indicativo de la producción actual. En el caso de la papa como insumo probable, este estado cosechó 109,192 toneladas en 1984 (49).

Comunicaciones y transportes .

Por vía terrestre, Sinaloa se encuentra bien comunicada tanto al interior como con los otros estados, aunque existe cierta desarticulación entre las diversas regiones productivas. Se cuenta con cerca de 11,000 Kms. de redes de carretera, distribuidas a lo largo de la llanura costera. La ruta federal 15 sigue una dirección paralela a la costa comunicando al estado con el de Nayarit y el centro y occidente del país hacia el sureste. Se comunica con Sonora y el noroeste en el sentido opuesto; la mayor parte de estas vías son de terracería (40.7%); las pavimentadas concentran el 22.8% y las revestidas el 36.5%. La red ferroviaria que complementa el sistema terrestre comprende 1,220 Kms., equivalentes al 4.7% del total nacional.

Sobresale el ferrocarril Chihuahua-Pacífico, que constituye un importante eje transversal para la comunicación del norte del estado con el altiplano. En cuanto al transporte aéreo, el estado cuenta con tres aeropuertos ubicados en Culiacán, Los Mochis y Mazatlán; en este último, además de realizarse vuelos nacionales, se presta servicio internacional.

Las comunicaciones marítimas tuvieron una participación mínima en el contexto nacional, no llegando ni siquiera al 1% de la carga transportada en los puertos nacionales. Las instalaciones portuarias se encuentran aun subutilizadas, aunque existen dos puertos - Mazatlán y Los Mochis- que juegan un papel importante en la comunicación del estado con la península de Baja California, mediante transbordadores. Los servicios de comunicación modernos -como teléfono y telex- han ido en aumento, incrementándose en un 48% de 1980 a 1984.

Panorama de la acuicultura de camarón en el Estado.

Del análisis de mercado se desprende que la entidad federal con mayor crecimiento en la actividad acuicola es Sinaloa. Cuenta con 132 granjas registradas, que hacen un total de 8,100 has. La producción actual es de 4,000 toneladas, que es el equivalente al 98% de la producción nacional de camarón cultivado y el 17% de la captura de camarón (incluyendo pesquerías) en el Estado (84). Por otro lado, se está iniciando la construcción de un complejo camaronícola que agrupa a 10 granjas y tendrá 4,000 has en operación con sistemas extensivos y semiintensivos; a nivel de abastecimiento de postlarvas en dos años se consolidará la construcción de los laboratorios necesarios para el abastecimiento de postlarvas. Para 1990 se adquirieron 971 millones de larvas (400 millones de la Bahía de Celta y el resto de frentes de playa); para 1991 se abren 3 laboratorios más que producirán alrededor de 500 millones de larvas. Esto permitirá surtir más de la mitad de la demanda de la entidad (85).

4.3. - MICROLOCALIZACIÓN.

Analizando la localización de las granjas de camaronicultura en Sinaloa inscritas en los registros de la Secretaría de Pesca se puede observar una concentración de estas al sur del estado, en la que además se planea la construcción de un complejo de granjas de cría de camarón en un futuro ² El municipio localizado en esa zona que presenta mayores ventajas para establecer una industria conexas a esta actividad como lo es el proyecto presentado es Mazatlán, debido a su amplio desarrollo industrial y a la localización al sur del estado, presentando distancias cortas a los centros de consumo y a las zonas de abastecimiento de materias primas. En este municipio se cuentan con varias granjas ya instaladas y los accesos vía carretera a las zonas costeras son de terracería y de concreto, por lo que presenta buenas posibilidades como lugar de microlocalización.

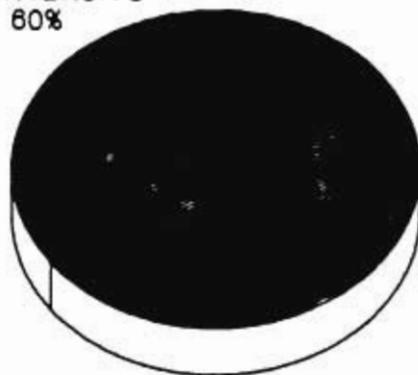
Esta ciudad se localiza a 23° 12' de latitud norte y 106° 25' de latitud oeste, a una altura de 3 m. sobre el nivel del mar. Queda comprendida en la Llanura Costera Noroccidental que presenta pendientes de 0 a 3%. Cuenta con buenas comunicaciones por carretera, ferrocarril y vía aérea; tiene uno de los principales puertos en el Pacífico; se encuentra a 1,085 Km de la Ciudad de México por carretera

² PROGRAMA NACIONAL DEL CULTIVO DE CAMARÓN. 1988.

SINALOA: SISTEMAS DE CULTIVO.

PORCENTAJE DEL TOTAL DE HECTAREAS EN USO
PARA LOS TRES TIPOS DE CULTIVO

SEMIINTENSIVO
60%



INTENSIVO
1%

EXTENSIVO
39%

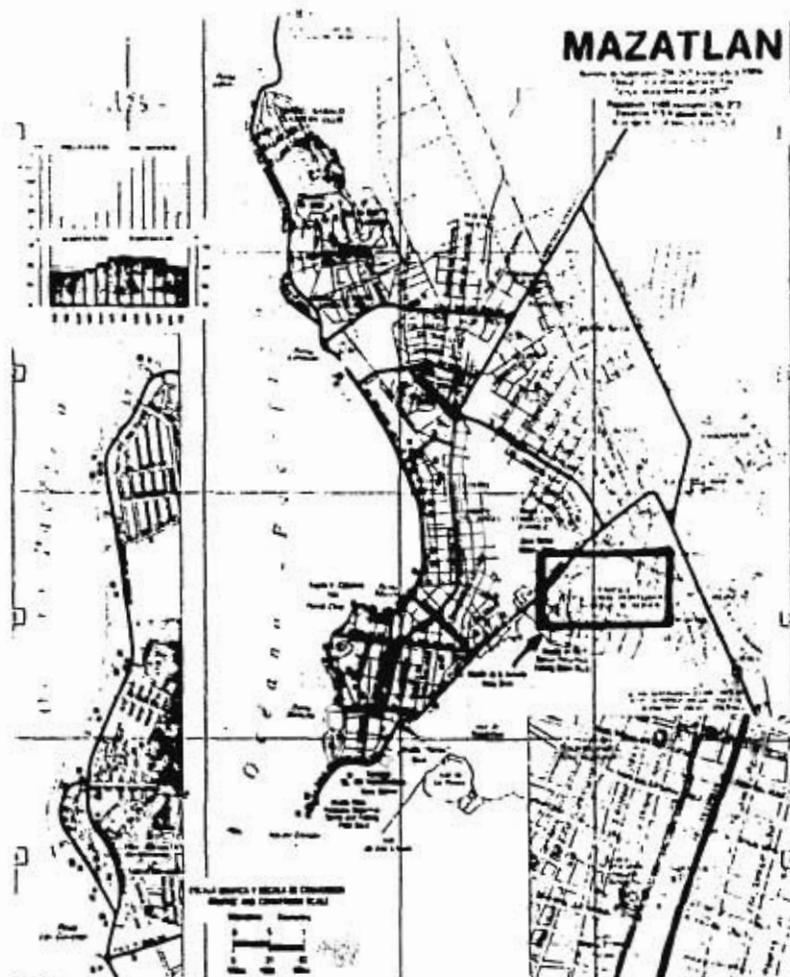
FUENTE: REGISTROS DE LA DIRECCION GRAL.
DE ACUACULTURA, 1990.

y a 225 Km de Culiacán. El aeropuerto local es internacional de largo alcance.

La región es considerada poco sísmica. Predomina un clima cálido subhúmedo con temperaturas extremas. La oscilación térmica entre el mes más caliente y el más frío varía de 7 a 14 °C. La temperatura media anual es de 24.1°C, siendo el mes más cálido agosto con temperaturas promedio de 28.2°C y el mes más frío enero con 19.7°C. La temperatura máxima extrema es de 35°C y la mínima va de 0 a 10°C. La humedad relativa es del 70% en promedio.

El mes de lluvias mayores es Septiembre, como consecuencia de la influencia de los ciclones. Los meses de marzo, abril y mayo son los más secos. Existen pocos ríos, destacando el río Presidio que se emplea en obras de irrigación. El suelo es apto para construcción urbana; se practica la agricultura de temporal, siendo posible realizar agricultura manual y ganadería extensiva con ganado bovino. En la ciudad se cuenta con un Parque Industrial denominado Alfredo B. Bonfil, que se encuentra en las afueras de la población. En este parque se plantea la localización de la planta (fig.4.2.).

FIG. 4.2. -MICROLOCALIZATION.



4.4. -TAMARO DE LA PLANTA.

A)Indicador de Demanda.

Tomando en cuenta este parámetro y con base al Estudio de mercado realizado, la demanda actual es de 15,000 ton. anuales, aumentando año con año. Considerando un porcentaje recomendado del 10% de la demanda (11), la capacidad seria de 1,500 ton/año. Sin embargo, dado el aumento en la demanda del producto, se propone una capacidad equivalente al 20% de la demanda. Es decir, de 3,000 ton/año; este aumento puede absorberse como expansiones futuras en el caso de que el mercado no demande la totalidad de la capacidad. Comparando con la capacidad instalada de las compañías mencionadas en el capítulo II, es una capacidad media. Las otras empresas manejan de 1,200 ton. hasta 42,000 ton al año; no debe olvidarse que cuentan con una producción diversificada entre varias líneas.

B)Disponibilidad de materia prima.

El proyecto está situado en una zona privilegiada en cuanto al abastecimiento de la materia prima, ya que aunque en el estado existiera un déficit de cierto insumo en estados cercanos como Sonora y Baja California pueden cubrirse las necesidades de la planta.

Las necesidades de materia prima principal para la capacidad determinada en el inciso anterior son las siguientes:

MAT.PRIMA	DEMANDA ANUAL	% DEMANDADO	
	DE LA PLANTA (TONO)	DE PRODUCCION NACIONAL	DE PROD. ESTATAL
PASTA DE SOYA	650	0.52	12.5
HARINA DE PESCADO	360	0.4	9.2
CABEZAS DE CAMARON	1,650 ¹	14.24	33.79
HARINA DE TRIGO	1,344	0.18	0.53
(PAPA, COMO SUSTITUTO)	8,000 ²	0.007	4.7

Al resto de las materias primas se les considera ingredientes minoritarios y no se espera que existan problemas por desabasto. Los

¹ PESO HUMEDO, CONSIDERANDO QUE SE DESEA LLEGAR A OBTENER 600 TON. DE ALIMENTO SECO DE CABEZAS CON UN 19% DE HUMEDAD FINAL.

² PESO HUMEDO, CONSIDERANDO QUE SE DESEA OBTENER 1,500 TON. DE HARINA DE PAPA CON UN 15% DE HUMEDAD FINAL.

volumenes requeridos son:

INGREDIENTE	VOL. REQUERIDO (TON)
ACEITE DE PESCADO	120
ALGINATO DE SODIO	91.4
HEXAMETAFOFATO DE SODIO	30
MEZCLA VITAMINICA	30
AC. CITRICO	6
BHT	0.6

C) Tecnología y procesos.

La fabrica abarcaría dos subdivisiones: la línea principal y la línea de insumos (harina de papa y alimento de cabezas de casarón). A su vez la línea principal debe cubrir tres productos: un alimento con contenido proteínico de 35%, otro del 30% y un tercero del 25%. En base al consumo de alimento por etapas (16), se pretende que el total de la producción se reparta como sigue:

Proteína 30%.-20% de la prod.total=600 Ton/año.

Proteína 35%.-20% de la prod.total=600 Ton/año.

Proteína 25%.-60% de la prod.total=1,800 Ton/año.

Se propone que la planta trabaje todo el año cinco días a la semana con dos turnos de producción de 8 horas cada uno. De esta forma la línea principal deberá contar con una capacidad de :

Prot.30%=600 ton/año(1 año/240 días)= 2.5 ton/día

Prot.35%=600 ton/año(1 año/240 días)= 2.5 ton/día

Prot.25%=1,800 ton/año(1 año/240 días)= 7.5 ton/día

Total= 12.5 ton/día (1 día/16 hrs)= 781.25 kg/hr.

La cual es una capacidad aceptable desde el punto de vista técnico, como se corroborara en la selección de equipo de proceso en la parte de Ingeniería del Proyecto.

V.ADECUACION EXPERIMENTAL DEL PROCESO

Aun cuando se han llevado a cabo numerosas investigaciones encaminadas a aumentar la calidad del alimento balanceado, la mayoría de ellas se enfoca hacia formulaciones e ingredientes que favorezcan la economía e ingesta del alimento, dejando a un lado el impacto de las operaciones involucradas en el procesamiento de la dieta sobre los mismos factores. Esto crea un desbalance en el aspecto de Ingeniería del Proceso cuando se desea escalar a nivel industrial.

Asimismo, bibliográficamente se han manejado diversas dietas cuyos efectos en el crecimiento del camarón han sido positivos; pero en algunos casos se encuentran informaciones contradictorias. Especialmente en el balance de la formulación alimenticia y en los requerimientos nutricionales de la especie. En vista de estos inconvenientes se detectó la necesidad de evaluar experimentalmente ciertos parámetros de los procesos, equipos y operaciones involucradas, así como el efecto de las variables inherentes a los mismos sobre la calidad final del alimento, ya que de no hacerlo el estudio hubiera quedado solo en el marco teórico quedando sujeto a desviaciones que solo pueden observarse en la experimentación. Además se hizo necesario verificar que el alimento hubiera sido formulado apegado a la realidad para poder competir en aceptación con los productos comerciales. En el capítulo de Materias Primas se hizo incipiente en los factores de balance de formulación; en esta parte del estudio se hace una recopilación de las tecnologías más empleadas para la manufactura de alimentos balanceados para crustáceos.

5.1.- ANALISIS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION.

Existen diversos procesos para la elaboración de alimentos balanceados diseñados desde la década de los setentas hasta la fecha; a continuación se presenta una recopilación de las tecnologías empleadas para la elaboración de alimentos balanceados con sus ventajas y desventajas:

ELABORACION DE HOJUELAS.

Meyers y Brand (1975) desarrollaron un proceso de elaboración de hojuelas para especies acuaculturales, perfeccionado por Boonyaratpalin y Lovell (1977). En este proceso se emplean como ingredientes desperdicios de camarón para proveer propiedades

hidrocoloides; harina de pescado como fuente principal de nutrientes y palatabilidad; una mezcla vitamínica; harina de soya como la principal fuente de proteínas; harina de granos para proporcionar las propiedades ligantes mediante el almidón de la misma y aceite de pescado para palatabilidad y estabilidad en el agua, así como un pigmento concentrado. Los puntos críticos del proceso son el triturado fino de los ingredientes, contenido óptimo de sólidos en la mezcla líquida y la mínima exposición al calor durante el secado (1,41).

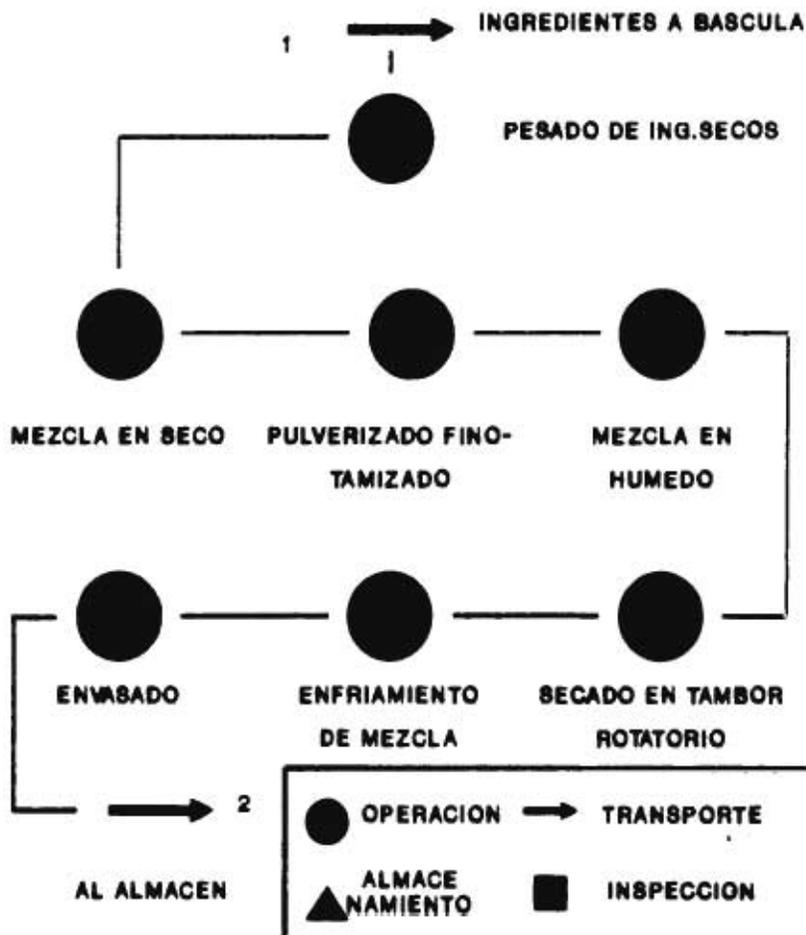
El diagrama 5.1.1. presenta las operaciones necesarias para este fin y las condiciones de procesamiento más importantes son las siguientes:

OPERACION	CONDICIONES
Mezclado	Mezcla de todos los ingredientes secos, menos aceite de pescado y mezcla vitamínica.
Pulverizado	El 90% de la muestra debe pasar a través de un tamiz malla 60 y el 67% debe pasar por malla 80.
Mezcla en húmedo	Adición del aceite y mezcla de ingredientes. Adición de agua a 90°C para ajuste de sólidos al 30% y mezclado a alta velocidad por 3 min. Incorporación de mezcla vitamínica justo antes del secado en tambor y mezcla durante 0.5 min.
Secado en tambor	Temperatura de superficie del tambor: 160-185°C. Velocidad de rotación: 8 RPM Distancia entre tambores: 0.1 mm tiempo de exposición: 8 segundos
Molienda	Reducción del tamaño de hojuela hasta 0.5-1 cm. de diámetro.
Empacado	Bolsas herméticamente selladas antes de que pasen 30 min de finalizado el proceso.

El equipo empleado en este proceso es el siguiente:

- Mezclador de polvos
- Pulverizador
- Secador atmosférico de doble tambor.

**GRAF.5.1.1.-DIAGRAMA DE FLUJO PARA
LA ELABORACION DE HOJUELAS**



- Tamizador
- Maquina hojueadora
- Mezclador de propelas
- Envasadora

Una variante es tratar el material usando vapor para un calentamiento durante 12 a 14 minutos, enfriando despues y comprimiendo entre dos rodillos, haciendo una capa delgada.

Este proceso tiene una desventaja notoria para la alimentacion del crustaceo: las hojuelas secas mantienen su integridad en el agua por pocas horas, lo que impide una correcta ingesta de la dieta dados los habitos alimenticios del camarón. Esto se debe al area superficial expuesta en contacto con el agua, por lo que esta tecnologia se emplea principalmente para alimentos de peces.

OBTENCION DE PROTEINA UNICELULAR (PUC).

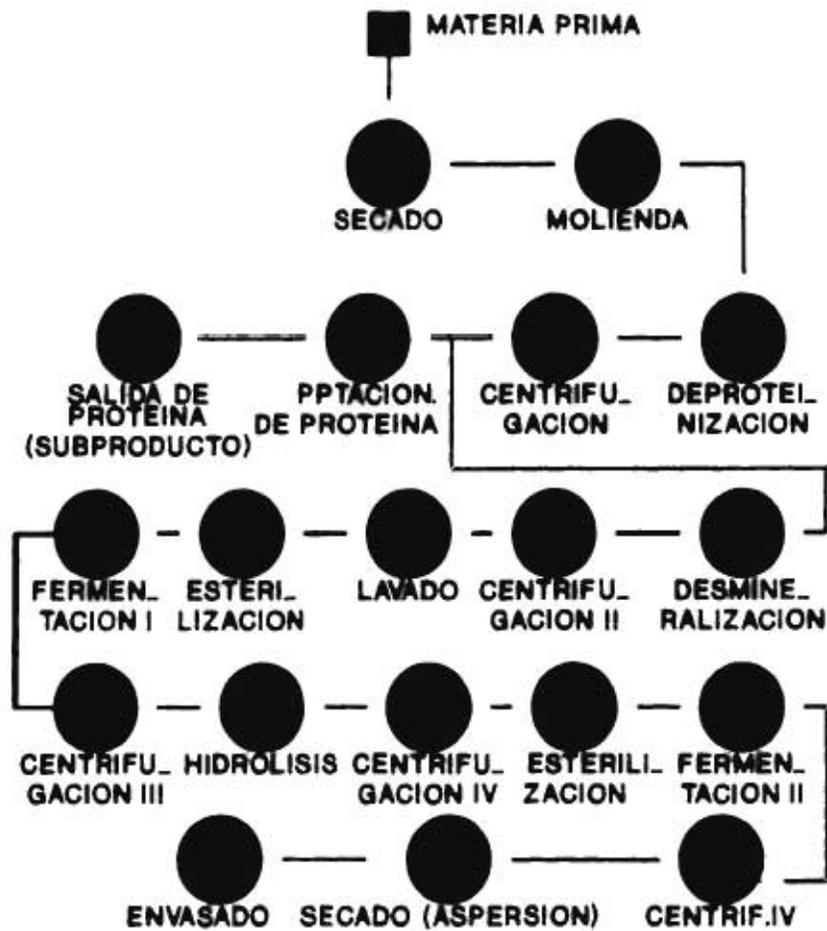
En un principio, este metodo parece tener varias ventajas; considerando que los desechos sólidos del procesamiento de crustaceos se componen de quitina, carbonato de calcio y proteina, además de que la fracción de desperdicio va del 70 al 80 % del peso por animal, las cantidades disponibles de materia prima para el tratamiento serian apreciables. Por otra parte, la disposición de estos desechos constituyen un serio problema. Las alternativas comunes para tratar estos consisten en tirarlos al oceano, incinerarlos o realizar compostas, opciones que van en contra de la preservación ecológica de la zona y/o que requieren gastos en transporte, permisos y energia. El uso de los restos de camarón como componente de dietas para peces y crustaceos permite una solución racional a esta dificultad:

El concepto general del procesamiento para la bioconversión de quitina se basa en la hidrólisis de esta por una enzima (quitinasa) de la bacteria *Serratia marcescens* QMB 1466, transformando la materia al monomero N-acetil glucosamina. Esta solución azucarada sirve como sustrato para que actúe sobre ella una levadura (*Pichia kudriavzevii*) y se obtenga proteina unicelular ideal para complemento de alimentos balanceados de especies acuaculturales (50).

En el diagrama 5.1.2. se muestran las operaciones para dicho proceso. El equipo principal es el siguiente:

- Tanque contenedor I
- Esterilizador
- Prensa de tornillos
- Tanque semilla I
- Filtro rotatorio al vacio
- Tanque semilla II

GRAF.5.1.2.-DIGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE PROTEINA UNICELULAR



- | | |
|------------------------|-----------------|
| -Centrifuga I | -Fermentador I |
| -Secador por aspersión | -Centrifuga III |
| -Envasadora | -Hidrolizador |
| -Desmineralizador | -Centrifuga IV |
| -Deproteinizador | -Esterilizador |
| -Centrifuga II | -Fermentador II |
| -Filtro de hojas | -Centrifuga V |

La principal desventaja de este sistema es que, debido a la naturaleza biotecnológica del proceso, las condiciones del mismo deben ser estrictas y el equipo y reactivos representan una erogación muy fuerte, por lo que se ha concluido que el proceso no resulta rentable para la elaboración de alimentos balanceados (7), aunque se plantean ciertos usos industriales relacionados con el campo alimentario en los que podría comprobarse su rentabilidad (51). La optimización de este proceso en función a la producción de alimentos balanceados es difícil, puesto que en comparación a los otros métodos este resulta complicado, de forma que no se encontraría en condiciones de competir en precios.

MICROENCAPSULACION.

Las ventajas de este método desde el punto de vista nutricional se refieren a la escasa pérdida de nutrientes y proteínas, la desintegración lenta y el poco frecuente ataque de microorganismos. El estudio de este método para la obtención de dietas artificiales se remonta a 1974 (Jones et.al.), enfocándose al uso de la microencapsulación para usar filtros de alimentación en las granjas intensivas (40).

La característica principal del proceso es la mezcla de todos los componentes nutricionales contenidos en una pared o matriz protectora. Se pueden obtener diversos tamaños y densidades con una alta estabilidad en agua. Se ha recomendado para estadios específicos y para proteger ciertos componentes como hormonas, vitaminas, antibióticos y estimulantes de alimentación. Existen varios procesos de obtención de microencapsulados: suspensión en aire, recubrimiento en bosbo, desecación por atomización, congelamiento por atomización, cilindro rotatorio con orificios múltiples, coacervación o separación

de dos fases y polimerización interfacial.

En el diagrama 5.1.3. se presenta el proceso de coacervación, que es el proceso más común de microencapsulación.

El equipo sugerido en este caso es:

- Tanque enchaquetado.
- Agitador de propelas.
- Filtro rotatorio al vacío.
- Tanque de decantación.
- Secador de aire forzado.
- Tamizador.
- Envasadora.

Dado que este proceso no se ha escalado a nivel industrial, es posible que el equipo aumente su complejidad por las capacidades requeridas; por otra parte, las materias primas necesarias son de alto costo, el proceso requiere un control estricto de las condiciones de operación y debe considerarse además la instalación de un banco de hielo para las etapas de enfriamiento.

ELABORACION DE PELLETS.

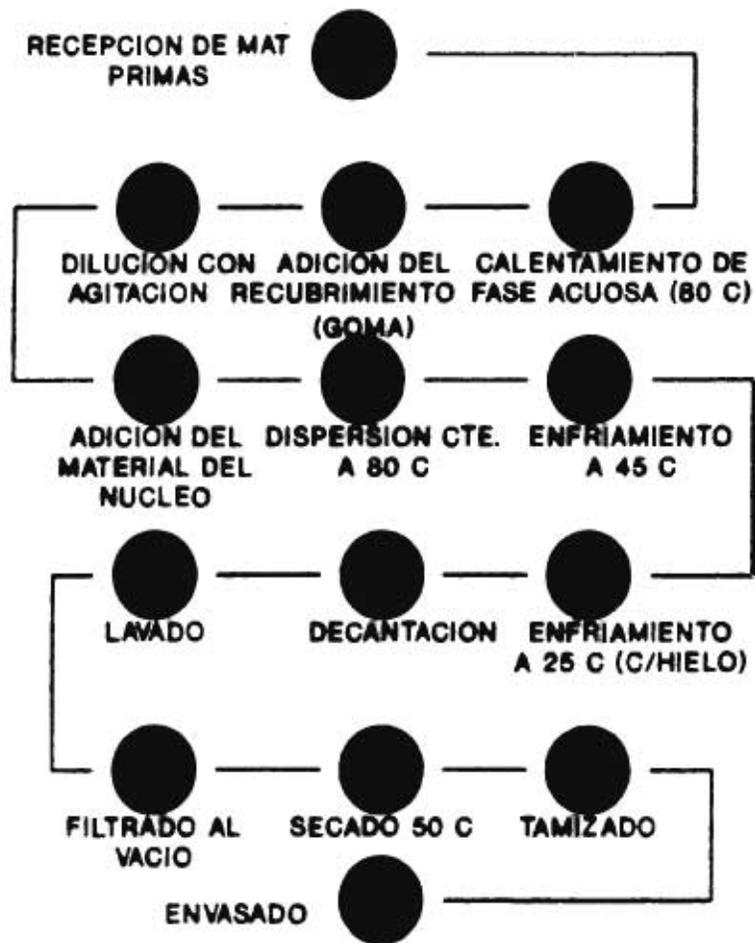
Como pellet se define al alimento aglomerado por compactación y extruido mecánico. Es el sistema más ampliamente usado a nivel planta piloto y a nivel industrial, con cuatro variantes: pellets secos, pellets expandidos, pellets húmedos y pellets duros. En México, desde 1975 se han realizado estudios en el Centro de Investigación Científica y Tecnológica (C I C T U S, Universidad de Sonora), localizado en Puerto Penasco, Son. Los procesos para la elaboración de los cuatro tipos de pellets se mencionan a continuación:

a) Pellets Secos.

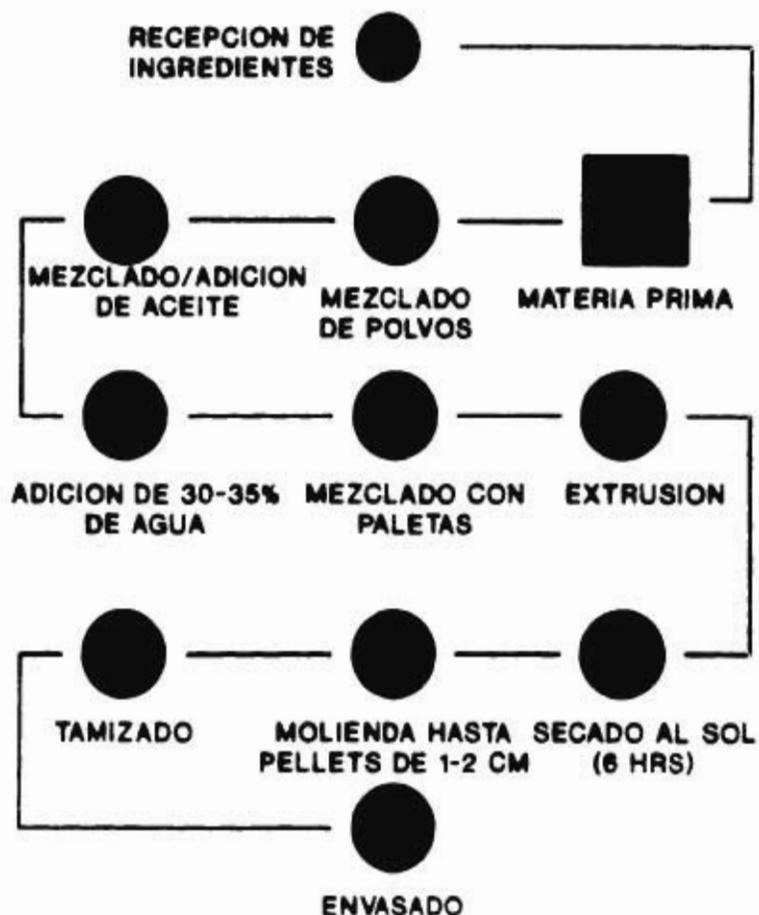
El principio de este método es la extrusión de los ingredientes en forma de mezcla húmeda; bajo la presión ejercida en esta operación el almidón presente se gelatiniza parcialmente, sirviendo como ligante. Posteriormente se seca el producto, obteniéndose pellets secos de diferentes tamaños con una excelente estabilidad al agua. El diagrama 5.1.4. resume las operaciones requeridas para este producto. Los equipos principales requeridos son:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| -Mezclador vertical de polvos | -Extrusor con 1/8 de pulgada de |
| -Mezclador de paletas | diámetro (a nivel experimental) |

**GRAF.5.1.3.-DIAGRAMA DE FLUJO PARA
EL PROCESO DE MICROENCAPSULACION**



**GRAF. 5.1.4.-DIAGRAMA DE FLUJO PARA
PELETS SECOS**



-Molino de martillos

se emplea un molino de carne de
5 HP)

b) Pellets Duros.

En este caso, a la mezcla húmeda de ingredientes molidos se le agrega un ligante, normalmente alginatos. La extrusión en frío es seguida de un secado, obteniéndose pellets con un 10 % de humedad con estabilidad al agua por más de 24 horas.

Los ingredientes menores (vitaminas, minerales, sustancias atrayentes, aceites y ligantes) se disuelven en agua, adicionándose en una proporción del 45% en peso a la mezcla seca; la masa húmeda entra al extrusor, comprimiéndose por un tornillo sin fin hasta pasar por una placa con orificios de 3/32 de pulgada de diámetro. De esta manera se obtienen fideos con 35% de humedad, que se recogen en charolas perforadas y se secan en un horno con aire seco a 70°C. El tiempo de secado para 1 ton. de alimento no debe exceder de 14 horas. Así, se obtiene el alimento que debe ser molido hasta el tamaño de partícula deseada; los tamaños de partícula para maternidad son mallas No. 80, No. 60 y No. 45; para preengorda son mallas No. 35 y No. 16. Para engorda, malla No. 8. Las dietas se empaican y se almacenan en un lugar seco (53).

Puede observarse en el diagrama 5.1.5. que se repiten algunas operaciones en comparación con el proceso anterior.

El equipo principal empleado es:

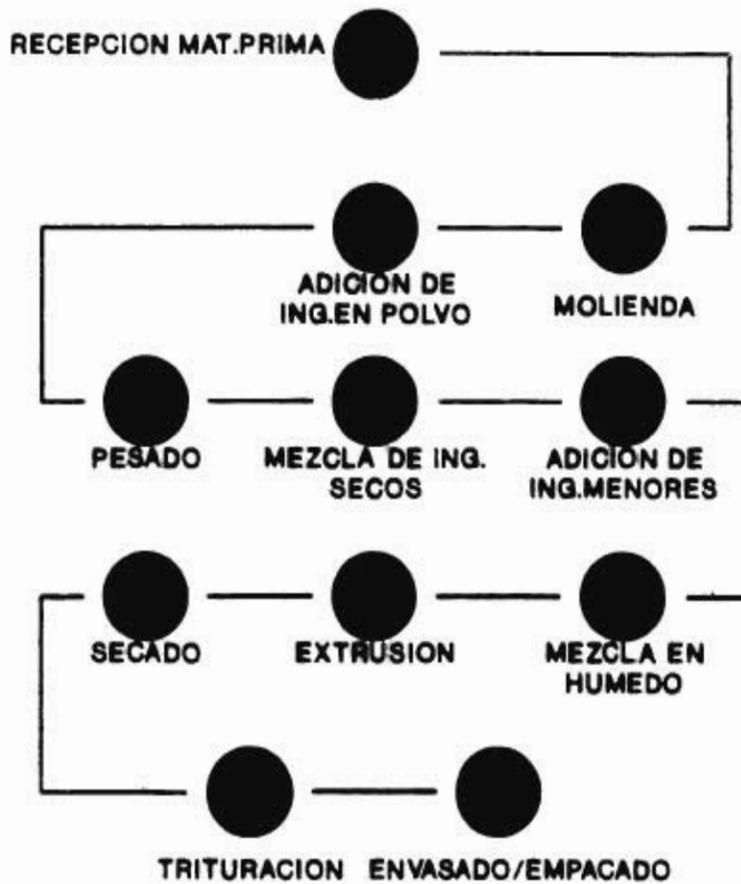
-Molino de martillos	-Extrusor
-Mezclador de polvos	-Secador de aire forzado.
-Mezclador de paletas	-Envasadora.

Este método es apto siempre y cuando se considere que el ligante agregado (en el caso de almidones) se gelatinizará sólo parcialmente con el calor generado en la extrusión; por lo tanto, la limitante en este caso son los ingredientes a usar (53,10).

c) Pellets Húmedos.

El proceso es igual al anterior, con la variante del contenido final de humedad en el alimento. En este pellet, el contenido final de humedad es del 35%, demostrándose una mayor aceptación de este por la especie. La principal desventaja es que se requiere de almacenamiento refrigerado para la conservación del alimento, lo que aumenta

**GRAF.5.1.5.-DIAGRAMA DE FLUJO PARA
PELLETS DUROS**



considerablemente las reservas del comprador por tener que instalar la infraestructura correspondiente en la granja (53).

d) Pellets Expandidos.

El término expandido se refiere a un alimento que es extruido después de sujetarse a alta humedad, presión y temperatura para gelatinizar el almidón presente, lográndose un incremento de volumen.

Este proceso ofrece grandes perspectivas de uso en la industria. Se combinan alta presión, fricción mecánica y vaporización rápida de agua (proceso denominado flasheo) para fabricar un alimento de baja densidad; las variables especialmente importantes son aquellas que afectan el grado de gelatinización del almidón, que actúa como ligante. Las variables en la extrusión con vapor son fundamentalmente la temperatura, el tiempo y la humedad, para lograr gelatinizar el 100% del almidón. Con este proceso se obtienen partículas con 24 horas de estabilidad en el agua; el mínimo requerido para fines comerciales es de 8 horas. Este método se recomienda para manufactura de alimento para postlarvas (53).

El diagrama de bloques es el mismo que para el proceso de pellets duros, con la variante de la extrusión en caliente.

Es importante mencionar que en la literatura se reportan dos variantes de pellets expandidos: aquellos que se realizan con un pretratamiento con vapor antes de pasar a la extrusión y los que se extruyen con adición de vapor en el cuerpo del extrusor. La diferencia radica en el equipo y en que las condiciones de presión y temperatura son más drásticas en el segundo tratamiento. El producto resultante de este tiende a flotar más, por lo que se emplea para peces y pocas veces para crustáceos. Para el proceso con pretratamiento antes de pasar a la extrusión se emplea vapor que incrementa la humedad al 15-16% y la temperatura se eleva de 70 a 80 °C antes de pasar a la duya de pelletizado. El diámetro del pellet es de 3-5 mm.

Se ha encontrado que la estabilidad en el agua puede aumentarse si la temperatura se incrementa durante la producción del pellet y si se usan compactadores (54), recomendándose el incremento de la fricción durante la extrusión o el calentamiento de la masa de forma directa. Incluso se afirma que una buena práctica de manufactura puede suplir el efecto de los ingredientes ligantes (36), pero no se dan

bases firmes para estas afirmaciones.

Debe hacerse notar que se distingue entre el termino peletizado y extruido (1, 36) aun cuando el principio mecanico es el mismo; como se menciona anteriormente, las condiciones de presión, temperatura y humedad son los factores que cambian entre ambas, por lo que los equipos difieren en diseño. Pero ambos ejecutan la acción extrusora. Por ello aqui se distinguen como pellets secos y expandidos, para señalar la diferencia en el producto obtenido y no en la operación.

En base a la información anterior puede concluirse que el proceso con mayores ventajas técnicas y económicas es el peletizado del alimento balanceado. A partir de las diversas variantes observadas se plantea la parte experimental de este trabajo.

5.2. -PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL.

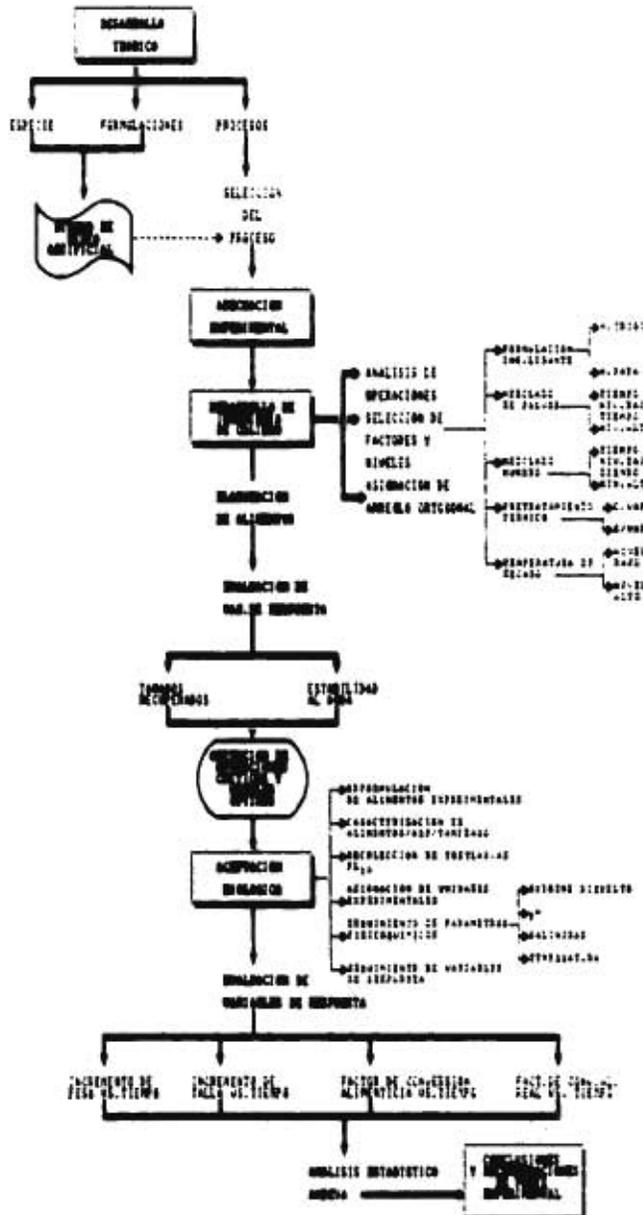
Con el fin de optimizar recursos y obtener la mayor información posible respecto a la experimentación, se dividió esta en dos bloques:
I) Análisis de las operaciones unitarias en el proceso.
II) Evaluación de la respuesta biológica de la especie hacia el alimento balanceado.

La primera parte involucró la Ingeniería del Proceso y la segunda los parámetros de crecimiento del camarón.

5.3. - METODOLOGIA.

La metodología seguida para cubrir los objetivos señalados para este trabajo se resalta en el cuadro 5.3.1.

**5.3.1 METODOLOGIA
ASOCIACION EXPERIMENTAL**



5.4.- ANALISIS DE LAS OPERACIONES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO.

Dentro de las operaciones involucradas en el procesamiento de pellets resaltan algunas : el mezclado de los ingredientes en polvo, el mezclado húmedo, el secado de los pellets elaborados, la molienda de los extruidos, el efecto de pretratamientos térmicos y la extrusión en sí.

En el mezclado de polvos la finalidad es la combinación de los ingredientes para obtener uniformidad en la formulación; en términos generales, esta operación se ve influenciada por características de los polvos tales como la distribución de tamaños de partícula, densidades volumétrica y real, forma de la partícula, características de superficie, comportamiento al flujo, friabilidad, estado de aglomeración, humedad, viscosidad, tensión superficial y limitaciones térmicas de los ingredientes (59). Sin embargo, en la práctica es difícil introducir ecuaciones que permitan predecir el comportamiento al flujo. En estos casos la extrapolación de ecuaciones para procesos similares y la experimentación pueden responder a preguntas como tiempos de residencia, potencia requerida, etc. Las propiedades de la masa mezclada cambian al agregar el aceite requerido en la formulación. La rapidez de adición no resulta determinante debido a que las cantidades de aceite son relativamente pequeñas y no se presentan problemas de dispersión. Este ingrediente se adiciona a temperatura ambiente; aunque una adición en caliente pudiera resultar beneficiosa para acelerar la diseminación en toda la masa por efecto de la reducción de viscosidad, este calentamiento proporciona riesgos innecesarios respecto a reacciones de enranciamiento, que se ven favorecidas a temperaturas elevadas.

El mezclado húmedo se presenta al adicionar el agua en cantidad de 1:1 respecto a la masa de polvos; en este punto se hacen las mismas consideraciones que en el aceite respecto a la velocidad de mezclado. En cuanto a la temperatura definitivamente no se recomienda agua a altas temperaturas porque podría ocasionar un sobrecocimiento de la mezcla antes de entrar al extrusor, que también eleva la temperatura de ésta; aunque generalmente se recomienda la aplicación de calor húmedo (vapor), se han encontrado procesos en frío que finalmente proporcionan un pellet de buenas características de calidad; la

aplicación de una tecnología en frío proporciona ventajas en cuanto a ahorro de energía y de equipos.

El mezclado en húmedo es una acción que combina el movimiento masivo, empujado, extensión, doblado y recombinación, conforme se impulsa y retira el material contra las espas y las paredes. Las espas se inclinan para lograr una circulación de extremo a extremo (59).

En la extrusión se reconocen tres zonas de procesado:

-La zona de alimentación, que mezcla los ingredientes y los comprime a un estado mas homogéneo.

-La zona de amasado, en la que se aplica compresión y tensión, así como energía térmica proveniente de la fricción. Al final de esta el material es una masa viscoelástica con una temperatura superior a 50°C. En este punto el extruido llena por completo los canales de los tornillos.

-La zona final comprime y bombea el material en forma de masa plástica a la duya. El esfuerzo es el mayor y la temperatura se incrementa rápidamente, alcanzando un máximo que se sostiene por lo menos durante cinco segundos antes de que el producto sea forzado a través de los orificios de salida. Cuando el producto se descarga a una presión menor se expande como resultado de la vaporización de humedad.

Las propiedades específicas de los extruidos pueden fijarse mediante el control de la geometría del tornillo, longitud del cuerpo, geometría del orificio de salida, espacio entre el tornillo y carcasa, velocidad de rotación, flujo de alimentación del material, perfil de temperaturas en el equipo, contenido de humedad del material y viscosidad aparente (61).

El secado tiene como objetivo principal la eliminación del agua mediante la evaporación hasta un determinado nivel de humedad. Las variables que pueden manejarse en esta operación son, una vez que el equipo ha sido instalado:

Para el equipo.- la temperatura, la humedad final, la velocidad del aire, la uniformidad del flujo de aire y la recirculación de éste (59). Para el producto.- La forma, tamaño, y arreglo dentro del secador, referidos a la disposición del material dentro del secador, la carga de material por unidad de área y los espesores manejados del producto a secar (66). La temperatura puede considerarse punto de

control comun a cualquier tipo de secador, por lo que debe controlarse sea cual sea la selección de equipo.

La molienda es el acabado final del producto; en esta fase se desea obtener la mayor cantidad de material aprovechable con la menor perdida de polvos posible.

El tamizado permite eliminar las particulas que sean menores al intervalo establecido y separar aquellas que presentan el tamaño deseado.

Dichas operaciones tienen relacion directa con la formulación utilizada, ya que los ingredientes hacen que la mezcla tenga propiedades unicas. Por razones limitantes de equipo no se seleccionó la extrusión como variable de estudio; en base a los resultados de la experimentacion se determinó la escasa trascendencia de haber omitido este factor. finales del producto. Debido a que esta operación esta relacionada al incremento de temperatura en la mezcla en realidad se abarca una parte del efecto de extrusión con la selección del pretratamiento térmico para la mezcla antes de entrar a la misma. Asimismo se seleccionaron las variables anteriormente mencionadas, evaluandose la molienda como variable de respuesta y como variable de operacion mediante dos diseños experimentales.

La selección del equipo de mezclado para polvos y del mezclado húmedo se realizó en base a la información bibliográfica en el que se recomienda el mezclador sigma de brazo doble (o mezclador de listones) para la elaboración de mezclas para alimentos balanceados para mascotas (59). El molino de martillos se seleccionó en base a las características del extruido, que presenta una consistencia dura y susceptible de quebrarse por impacto. Por otra parte, es el equipo empleado en la revisión realizada. El resto de los equipos se empleó por la disponibilidad de los mismos.

Los objetivos de este diseño se mencionan dentro de los objetivos del trabajo: evaluar las operaciones que tienen mayor influencia sobre las características de calidad del producto, usando como variables de respuesta la estabilidad del pellet en el agua y la recuperacion de tamaños deseados en la molienda con la menor cantidad de polvos posible, siendo este ultimo un parametro economico muy observado en la industria.

5.4.1. -DISEÑO ESTADÍSTICO DE INGENIERIA DE CALIDAD PARA LA EVALUACION DE LAS OPERACIONES CRITICAS

Se emplearon conceptos de Ingeniería de Calidad en el diseño, desarrollo y análisis del proyecto.

A) SELECCION DE FACTORES Y NIVELES

Tomando en cuenta los antecedentes recopilados en la fase bibliográfica, la evaluación experimental de las operaciones críticas del proceso se resumió en un diagrama de Ishikawa o causa efecto. Del análisis realizado se desprende el cuadro que integra los factores seleccionados para el estudio experimental y los niveles a manejar.

TABLA 5.4.1. - FACTORES Y NIVELES DE ESTUDIO.

FACTOR	NIVEL 1	NIVEL 2
A. FUENTE DE LIGANTE	HARINA DE TRIGO	HARINA DE PAPA
B. PRETRATAMIENTO TERMICO	CON ADICION DE VAPOR	SIN ADICION DE VAPOR
C. MEZCLADO DE POLVOS	TIEMPO 1 (BAJO)	TIEMPO 2 (ALTO)
D. TEMPERATURA DE SECADO	T1 NIVEL BAJO	T2 NIVEL ALTO
E. MEZCLADO HUMEDO	TIEMPO 1 (BAJO)	TIEMPO 2 (ALTO)

Teniendo en cuenta que la calidad de este tipo de productos se basa en la dureza del pellet, se determinó emplear dos variables de respuesta para un mismo diseño ortogonal. Por esta razón el acomodo de las variables de operación es el mismo dentro de este para ambas respuestas. El arreglo ortogonal seleccionado fue el Li8.

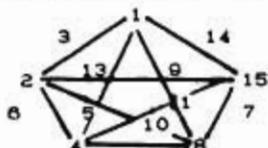
Las interacciones que interesan en este diseño son las referidas al efecto de la formulación como factor primordial en primera instancia y el efecto de las operaciones en conjunto sobre el producto. Se consideran determinantes:

- El efecto de la fuente de ligante y el pretratamiento térmico AXB
- El efecto de la fuente de ligante y el mezclado de polvos AXC
- El efecto de la fuente de ligante sobre el secado AXD

- El efecto de la fuente de almidón y el mezclado en húmedo AXE
- El efecto del mezclado de polvos y húmedo CXE
- El efecto del mezclado de polvos y el pretratamiento termico CXB
- El efecto del mezclado de polvos y el secado. CXP
- El efecto del mezclado en húmedo y el pretratamiento EXB
- El efecto del pretratamiento y el secado XPB
- El efecto del mezclado en húmedo y el secado EXP.

De esta forma se evalúan todas las interacciones posibles.

Para asignar un gráfico lineal se tomó en cuenta las interacciones deseadas. El gráfico lineal es el siguiente:



La asignación de los factores al número correspondiente ya se mencionó al inicio, correspondiendo al ingrediente ligante (formulación) el no. 1 dada la importancia que se le otorga a esta.

El resto de los factores se asignaron en el orden en que se pensaba influenciarían más a las características a evaluar, aun cuando los resultados impican otro orden de prioridad.



De acuerdo a este arreglo se obtuvo un diseño de resolución 3, en el que todos los factores e interacciones pueden estimarse sin que exista confusión entre ellos. Se decidió hacer una sola repetición por evento para obtener un 90% de confiabilidad en la detección de un cambio de aproximadamente 1/3 de la desviación estándar (55). El orden para realizar los eventos fue aleatorización completa entre bloques.

En suma, el modelo estadístico permitió evaluar, mediante la

realización de 16 dietas con diferentes niveles de operación en su procesamiento, el peso de los factores e interacciones sobre las variables de respuesta seleccionadas. En el cuadro 5.4.2. se resumen las combinaciones de niveles hechas para cada evento.

CUADRO 5.4.2. - COMBINACIONES DE NIVELES Y FACTORES PARA LAS 16 DIETAS EVALUADAS

EVENTO	FACTOR				
	A	B	C	D	E
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2
3	1	1	2	1	2
4	1	1	2	2	1
5	1	2	1	1	2
6	1	2	1	2	1
7	1	2	2	1	1
8	1	2	2	2	2
9	2	1	1	1	2
10	2	1	1	2	1
11	2	1	2	1	1
12	2	1	2	2	2
13	2	2	1	1	1
14	2	2	1	2	2
15	2	2	2	1	2
16	2	2	2	2	1

B) ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS.
MATERIALES Y METODOS.

La formulación del alimento (tabla 5.4.4) fue diseñada para los requerimientos del camarón blanco *Penaeus vannamei* señalados en la tabla 5.4.3.

TABLA 5.4.3. - ESPECIFICACIONES PARA ALIMENTOS BALANCEADOS : P. VANNAMEI

†PORCENTAJE PROTEINICO REQUERIDO. -DEL 25 AL 30% (RODRIGUEZ, 1988; DUERR, 1990)--

●TAMAROS DE PARTICULA: .-POSTLARVA: MALLA 35, 20 Y 10.

JUVENIL-ADULTO: MALLA 8 (RODRIGUEZ, 1988; LOVELL, 1989).

●TIEMPO DE ESTABILIDAD REQUERIDO: MAXIMO 24 HRS.

Con el fin de mantener constantes las cantidades de todos los ingredientes para evaluar unicamente el efecto del ligante, los porcentajes de las materias primas son los mismos, cambiando la cantidad de proteína presente en las ocho dietas con harina de trigo respecto a las ocho elaboradas con harina de papa. En el caso de los eventos con trigo el porcentaje de proteína es del 28.9%, mientras que en el resto el porcentaje es del 27.2% (CV=3.03%).

En la elaboración de las dietas se siguió el diagrama de bloques presentado en la introducción a la adecuación experimental. Puede observarse que fue necesario preparar dos de los ingredientes y acondicionar uno a fin de asegurar la pureza de los mismos.

TABLA 5.4.4. - FORMULACION EMPLEADA EN LA ELABORACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

INGREDIENTE	PORCENTAJE
MARINA DE PESCADO.....	12.0
ALIMENTO DE CABEZAS DE CAMARON MOLIDAS Y SECAS.....	12.0
PASTA DE SOYA.....	22.7
A*.....	44.08
ACEITE DE PESCADO.....	4.0
ALGINATO DE SODIO.....	5.0
HEXAMETAFOSFATO DE SODIO.....	5.0
MEZCLA VITAMINICA.....	1.0
AC. CITRICO.....	0.2
BHT.....	0.02

NOTA: A CORRESPONDE AL INGREDIENTE LIGANTE, YA SEA MARINA DE PAPA O MARINA DE TRIGO.

Los equipos principales empleados consistieron en un mezclador de listones, molino de martillos, molino de carne con discos de 1 cm. de espesor y orificios de 1mm y 2.38 mm de diametro y una línea de vapor a 90°C, utilizando una autoclave a baja presión como generador de vapor, una válvula de paso y una manguera para dosificación.

Para la elaboración de la harina de papa se siguió la metodología planteada por Javier y Valdés (47). Se utilizaron papas clasificadas

como merma de la variedad alfa, evitando aquella que presentaba podredumbres serias o eliminarse la parte afectada. Después de someterse a un lavado, se cortaron en rodajas finas (aproximadamente 1 mm de espesor) para aumentar la rapidez de secado; se sumergieron en una solución de bisulfito de potasio al 0.2% durante 20 minutos para evitar el oscurecimiento enzimático del producto y posteriormente se secaron en un secador de convección forzada a 80°C durante 5 horas.

Las rodajas secas se molieron finamente en un molino de martillos con criba de 1 mm, para obtener partículas menores a ese diámetro.

En el caso del alimento a partir de cabezas de camarón, se compraron estas clasificándose por tamaños para asegurar un secado homogéneo. Se extendieron sobre una malla metálica cubriéndose con una malla plástica para evitar que los insectos contaminaran el producto.

Una vez secas, se sometieron a una molienda fina en el molino de martillos con criba de 1 mm. El aceite de pescado adquirido presentaba una turbidez excesiva, por lo que se decidió centrifugarlo para eliminar los residuos sólidos que se observaron. El resto de los ingredientes fue usado conforme su naturaleza comercial. La harina de pescado y la pasta de soya fueron donadas por la empresa de alimentos balanceados ALIMENTOS TECAMAC, S.A., mientras que la mezcla vitamínica fue donada por la compañía RALSTON PURINA, S.A. de C.V.

Una vez preparadas las materias primas se pesaron los ingredientes en polvo de acuerdo a la formulación presentada, variando el ingrediente ligante respecto al número de dieta. Se prepararon 0.5 Kg de cada lote experimental, procediéndose a mezclar la ración en seco en un mezclador de doble listón con motor de 1/4 HP y con una velocidad fija de 30 RPM. Esta velocidad se seleccionó en base a que los equipos a escala industrial manejan velocidades de 15 a 35 RPM. El tiempo de residencia fue la variable en esta operación cambiándose de acuerdo al número de evento. En el mismo mezclador y a las mismas RPM se adicionó el aceite y enseguida el agua para formar una mezcla con 50 % de humedad; en el mezclado húmedo también se varió el tiempo de residencia.

Dentro del tiempo de mezclado húmedo se aplicó un tratamiento con vapor a 90°C durante 10 minutos en las dietas en que el diseño lo exigía. La temperatura que alcanzó la mezcla después del tratamiento

fue de 35°C. Al resto de los eventos no se les aplicó vapor, pasando en forma directa a la extrusión. Esta operación se llevó a cabo en el molino de carne. Los extruidos elaborados se colocaron sobre una bandeja perforada y se introdujeron a una estufa de secado con aire forzado hasta una humedad del 1.5 al 2% en todos los casos.

Los extruidos secos se pasaron a una molienda gruesa (trituration) en el molino de martillos, empleándose tres cribas para determinar en cual de ellas se obtenía mayor rendimiento de los tamaños deseados. De acuerdo a Lovell (1989), los tamaños de alimentos aprovechables van del no. de malla 35 (0.420 mm) al no. de malla 8 (0.933 mm). Estos datos coinciden con los reportados por Rodríguez (1988), por lo que se fijaron como los tamaños a obtener. Las cribas empleadas fueron de 2, 3 y 5 mm, evaluándose para las 16 dietas estas tres diferentes aperturas.

C) SISTEMAS DE MEDICION.

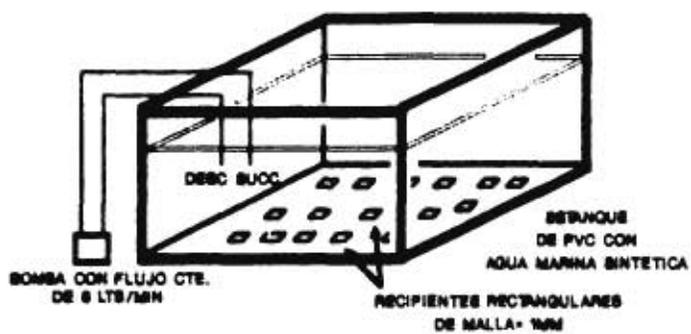
1.- Estabilidad en el agua, como porcentaje de pérdida de peso.

Para analizar la estabilidad en el agua como porcentaje de pérdida de peso, se prepararon muestras de 10 gramos para cada dieta con un duplicado, según la metodología propuesta por Balazs et al (1973). Las muestras se colocaron en una bolsa de malla de 1 mm y se sumergieron en un estanque de PVC con capacidad de 100 lts (dimensiones 0.56 m X 0.77 m X 0.48 m) en agua preparada con sales marinas, aplicándose un flujo continuo de 8 lts/min durante 4 horas, con el fin de asemejar el sistema de cultivo del camarón. El tamaño de partícula de las muestras iniciales fue de 0.872 mm (malla 20), por lo que se consideró que una reducción del 35% del tamaño original era suficiente para descartar la partícula y clasificarla como pérdida por lixiviación.

Las partículas que se redujeron lo suficiente como para pasar la malla de apertura de 1 mm salieron de la bolsa por la agitación impartida con la bomba de flujo continuo, quedando en el interior aquellos pellets que no perdieron su tamaño en esa proporción. En la figura 5.4.1 se muestra un esquema del sistema utilizado para evaluar la pérdida de peso.

Una vez pasado el tiempo prefijado, el contenido de cada bolsa se vació en cajas de humedad individuales para secarlas a 60 °C durante

PERDIDA DE PESO ESQUEMA DEL SISTEMA EMPLEADO.



ocho horas y determinar por gravimetría la cantidad de alimento perdido.

Los equipos y materiales empleados fueron:

• Estanque de PVC de 100 lts. (dimensiones 0.56 X 0.77 X 0.48 m).

• Bomba de agua (Penguin 550) con flujo de 290 gal/min.

• 3.84 Kg de sales para preparar agua marina sintética.

• 16 bolsas de malla 130 (0.871 mm) de dimensiones 10 X 10 para 10 gramos de muestra.

2.- Recuperación de tamaños deseados.

Después de la operación de molienda se pesaron muestras de 100 gramos de cada alimento que posteriormente se tamizaron, analizándose las fracciones recuperadas. Los tamaños deseables en este caso fueron las fracciones mayores a la malla 40; las pérdidas se consideran a partir de la malla 80, en la que se retiene un alimento muy fino e inapropiado para los estadios en los que se desea incidir con el producto (preengorda y engorda).

La serie de tamices empleada fue de denominación Tyler, mallas 10 (1.68 mm), 20 (0.841 mm), 35 (0.42 mm), 40 (0.373 mm), 60 (0.25 mm), 80 (0.177 mm), 100 (0.149 mm) y 200 (0.074 mm).

5.4.2.- RESULTADOS Y DISCUSION.

A) ESTABILIDAD EN EL AGUA.

Los resultados de pérdida de peso se muestran en la tabla 5.4.5. En este caso la respuesta de menor magnitud resulta ser la buscada, ya que determina una menor pérdida.

La mejor combinación de factores fue: harina de papa-sin pretratamiento térmico-nivel bajo de tiempo de mezclado de polvos -nivel bajo de tiempo de mezclado húmedo-nivel alto de temperatura de secado de 80°C. Esta combinación dió el menor porcentaje de pérdida en el agua, siguiéndole la combinación harina de trigo-sin pretratamiento térmico-nivel alto de tiempo de mezclado de polvos-nivel alto de tiempo de mezclado en húmedo-nivel alto de temperatura de secado.

El análisis estadístico realizado demuestra que para esta variable de respuesta existen dos factores significativos : el pretratamiento térmico y la temperatura de secado; existe una interacción que resulta

TABLA 5.4.5. - RESULTADOS DE ESTABILIDAD EN EL AGUA.

EVENTO	PERDIDA DE PESO (GRAMOS)	PERDIDA %
1	2.0523	20.05
2	1.6813	16.81
3	1.7719	17.71
4	1.4258	14.26
5	1.6189	16.19
6	1.4047	14.05
7	1.7460	17.46
8	1.2299	12.30
9	2.0485	20.05
10	1.4531	14.53
11	1.9551	19.55
12	1.4918	14.92
13	1.3668	13.67
14	1.3638	13.64
15	1.6574	16.57
16	0.9967	10.00

importante también, aunque no en la proporción que representan las dos operaciones anteriores: la combinación ingrediente ligante-tiempo de mezclado en húmedo.

La tabla 5.4.6 presenta el porcentaje de contribución de los factores y el error asociado a la experimentación. De acuerdo a los resultados, el factor de mayor peso es la temperatura de secado; el porcentaje de error es apreciable pero no mayor a la suma de los porcentajes de los factores importantes, por lo que se concluye que no se dejó fuera de la experimentación algún otro factor de relevancia.

TABLA 5.4.6. - PORCENTAJE DE CONTRIBUCION.

FUENTE	SS'	P (%)
AE	0.0609	4.89
B	0.3675	28.30
D	0.6062	48.67
ep	0.2640	20.37
Total:	1.2987	100.00

Analizando la interacción relevante, puede observarse que la interacción harina de papa-nivel bajo de tiempo de mezclado húmedo resultó mejor que la lograda por harina de trigo-nivel alto de tiempo de mezclado húmedo. En cuanto a la economía de la operación, resulta

mas rentable un proceso que requiera menos tiempo en las operaciones para ahorrar el gasto de energia y desgaste del equipo pero que a la vez no influya o influya positivamente en la calidad del alimento. En este caso, resultaria mas rentable la primera combinacion que la segunda. En lo que respecta a los factores relevantes, en ambos caso se precisan temperaturas de 80°C para una mayor estabilidad al agua, por lo que es necesario conservar este parametro de proceso en el nivel de mayor consumo de energia. Para el pretratamiento termico es interesante observar que la elaboracion de la dieta sin vapor favoreció la estabilidad de la dieta en el agua; esto es contrario a las referencias bibliograficas encontradas en las que se refiere una mejor estabilidad en dietas tratadas con vapor. Este comportamiento se explica si se comparan las temperaturas de gelatinizacion de ambos ingredientes con la temperatura alcanzada en el proceso: para el almidón de papa se reporta una temperatura de gelatinizacion de 60.6°C, mientras que para el de trigo es de 80-85°C (69). En el proceso llevado a cabo la temperatura que se logró al final del tratamiento con vapor fue de 35°C, aumentándose posteriormente la temperatura con la friccion de la extrusion a 40-45°C. Es obvio que el tratamiento con vapor debe ser más energético si se desea llegar a las temperaturas de gelatinizacion; en esta experimentacion se tuvieron ciertas limitaciones para asegurar una transferencia de calor eficiente, debido a que el equipo empleado no permitió dirigir adecuadamente la operacion, teniéndose problemas para asegurar la homogeneidad de aplicacion y el caudal apropiado. El tratamiento con vapor se llevó a cabo durante el mezclado húmedo, del producto (lo cual es recomendable para aumentar la superficie de contacto con el vapor aplicado); para evitar los inconvenientes hallados en la experimentacion se tienen tres opciones: Cambiar el sistema de aplicacion usando un generador mas potente y aspersores a lo largo del equipo de mezclado para asegurar una aplicacion homogénea y continua, emplear vapor con temperaturas superiores a 90°C, aumentar la cantidad de vapor aplicada o destinar un tiempo más largo para llevar la mezcla a la temperatura de gelatinizacion. En los tres casos debe hacerse un balance económico para evaluar la mejor opcion. Debe hacerse notar que la formulacion (representada como ingrediente

ligante) no tuvo un peso significativo, resultando mas importantes otros parametros relacionados con el proceso. Esto refuerza ciertas afirmaciones en el sentido de que una tecnologia adecuada puede dar el mismo efecto que un buen ligante (32).

B) OBTENCION DE TAMAROS DESEADOS.

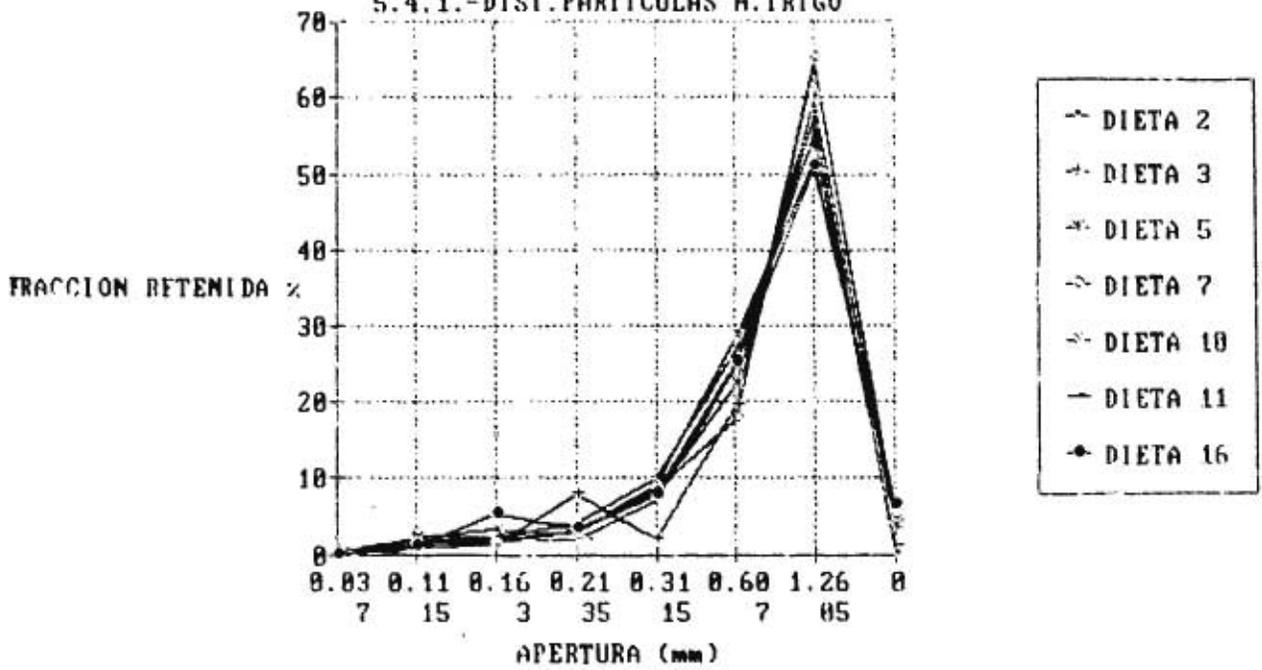
En cuanto a la distribucion del tamaño de particulas, se realizaron las curvas porcentuales correspondientes, dejando fijo un factor y nivel para la comparacion de las dietas elaboradas bajo esos parametros. La distribucion de tamaños sigue la misma tendencia en la mayoria de las dietas, obteniendose del 50 al 65% de particulas malla 20 (0.841 mm).

Al analizar la distribucion se encontró que dos graficas presentan un comportamiento diferente, en las que la dispersion de las particulas malla 20 es del 58 al 65%; cuando se mantiene constante el nivel de temperatura de secado a 80°C y cuando se mantiene el ingrediente ligante harina de papa (graficas 5.4.1 a 5.4.4.). Estos resultados sugieren que en estos factores y a esos niveles la variacion producida por los cambios de proceso resulta menos importante; de esta forma, la diferencia de calidad entre lotes de extruidos producidos a estas condiciones seria menos notoria obteniendose cantidades predecibles de malla 20 dentro de un 7% de variación y no dentro de un 15% como resulta en los otros casos.

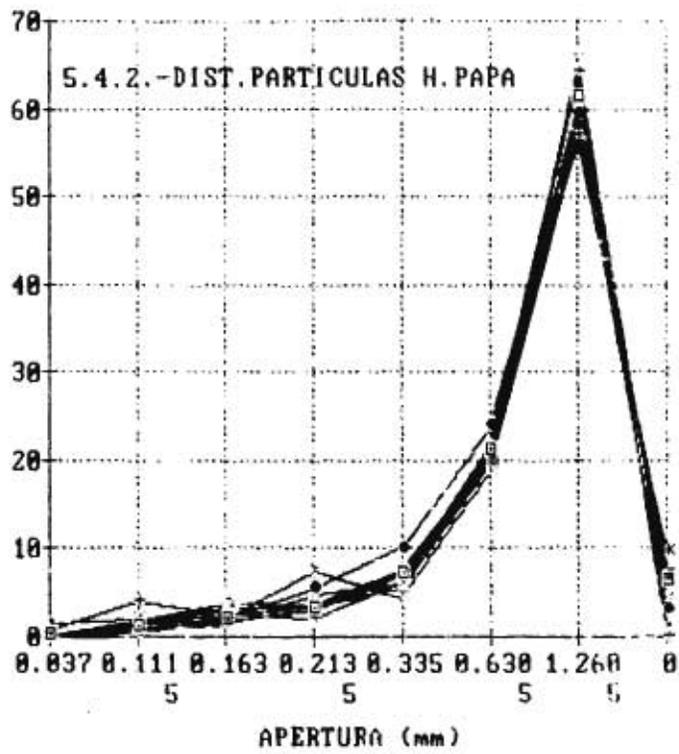
Se observó una diferencia altamente significativa en los rendimientos de tamaños deseados al cambiar las cribas del molino de martillos siendo con la criba de 5 mm los mayores porcentajes de las fracciones de tamaño igual o mayor a la malla 40. Con la criba de 2 mm los rendimientos oscilan entre el 68 y 75%; con la de 3 mm se obtiene del 75 al 81% y con la de 5 mm, del 82 al 88%. Se puede notar que en los tres casos la variación del rendimiento obtenido es del 7% entre las 16 dietas; aunque aparentemente esta variación no es importante, el análisis estadístico para la criba de 5 mm empleando el arreglo ortogonal seleccionado revela diferencias entre las respuestas.

Puede observarse en la tabla 5.4.7 que las operaciones de importancia son todas las estudiadas menos el mezclado húmedo. Se observan ciertas interacciones de peso como ingrediente ligante-temperatura de

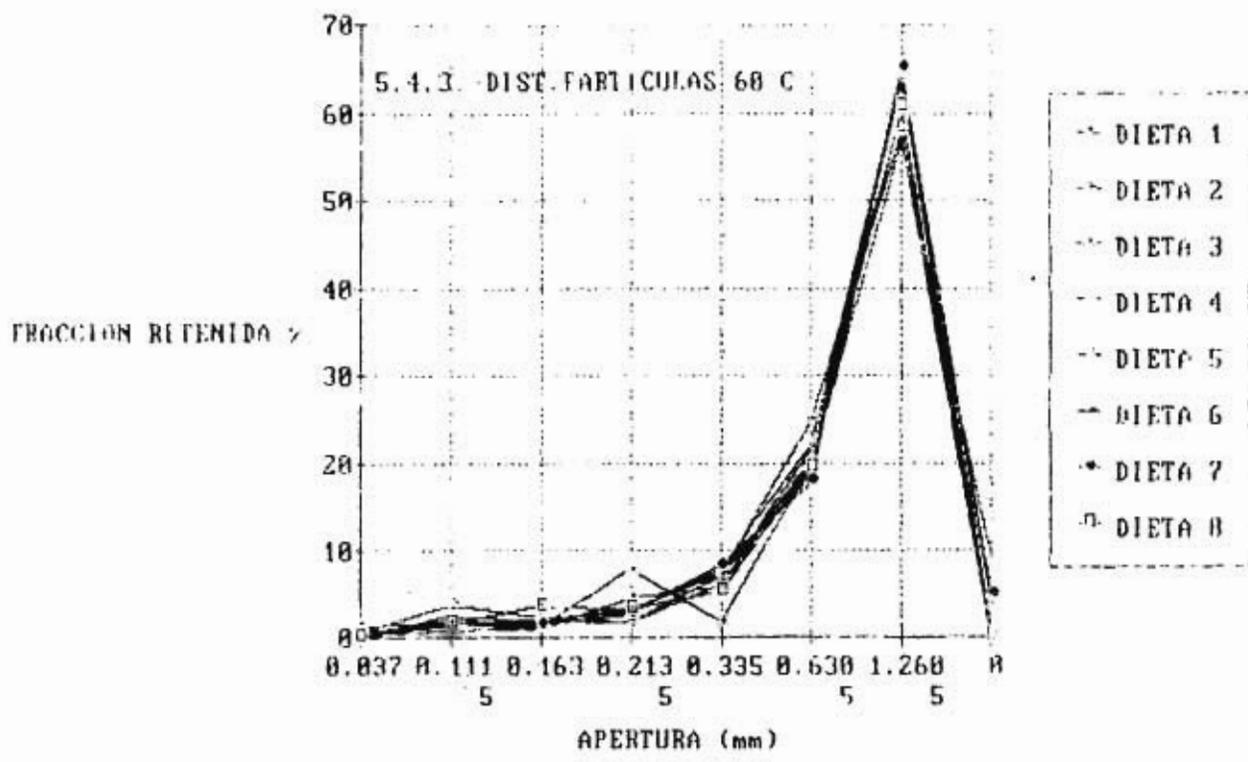
5.4.1.-DIST. PARTICULAS H. TRIGO



FRACCION RETENIDA %



- DIETA 1
- DIETA 4
- DIETA 6
- DIETA 8
- DIETA 9
- DIETA 12
- DIETA 13
- DIETA 14



secado, ingrediente ligante-mezclado de polvos, ing.ligante-mezclado húmedo, temperatura de secado-mezclado húmedo y pretratamiento termico-temperatura de secado. Las tres ultimas interacciones tienen un peso mínimo, sumando entre ellas menos del 10% dentro del cuadro mencionado; las interacciones mas importantes son ing-mezclado de polvos e ing-temperatura de secado. En este caso debe atribuirse este comportamiento a la naturaleza diferente de los ingredientes utilizados, por lo que en este caso debe reconocerse el impacto de la formulación sobre la dieta, pero aunada al resto de las operaciones. El ingrediente ligante como factor aislado tambien aparece como factor relevante, pero con un peso menor al que tiene en conjunto con la temperatura de secado. Se repiten los factores de tratamiento térmico

TABLA 5.4.7.-PORCENTAJE DE CONTRIBUCION.

FUENTE	SS'	P (%)
BXD.....	1.2431.....	2.3873
DXE.....	1.3661.....	2.6235
AXE.....	1.9031.....	3.6548
C.....	4.4261.....	8.5002
AXC.....	4.4261.....	8.5002
A.....	6.5631.....	12.6042
B.....	7.0931.....	13.6221
D.....	10.0431.....	19.2875
AXD.....	12.0531.....	23.1476
ep.....	2.9537.....	5.6725

y temperatura de secado como los que tienen mayor importancia dentro de la respuesta obtenida, pero en la tabla anterior puede captarse que la interacción ing-T^o de secado es más trascendente; como prueba se tiene que las mejores combinaciones para la interacción AXD son harina de trigo-nivel bajo de temperatura y harina de papa-nivel alto de temperatura. Con estas combinaciones aparecen las cuatro dietas que presentan mejores rendimientos agrupando los eventos en cuanto a las mejores características .

Contrastando con los resultados obtenidos para la estabilidad al agua, no se observa un orden definido que permita establecer las dietas que presentaron los valores más bajos y las combinaciones correspondientes. Pero se encuentra que en ambas variables de respuesta los eventos 14 y 16 resultan estar en los tres primeros lugares; las combinaciones correspondientes se presentan en la tabla

5.4.8.

TABLA 5.4.8. - COMBINACIONES QUE DIERON LAS MEJORES RESPUESTAS EN ESTABILIDAD AL AGUA Y RECUPERACION DE TAMANOS DESEADOS.

	DIETA 14	DIETA 16
A. -Ingrediente ligante.....	H. Papa.....	H. Papa
B. -Pretratamiento.....	s/vapor.....	s/vapor
C. -Mezclado de polvos.....	nivel bajo.....	nivel alto
D. -T° de secado.....	nivel alto.....	nivel alto
E. -Mezclado humedo.....	nivel alto.....	nivel bajo

Esto refuerza las observaciones derivadas del analisis estadistico, encontrándose significativas las variables A, B y D.

En cuanto a las dietas con harina de trigo, no se observa una tendencia definida. Por ejemplo, el evento B presenta el valor más bajo en cuanto a recuperacion de tamanos deseados en la molienda, mientras que su estabilidad en el agua es la segunda mejor. En el resto de las dietas se observa un comportamiento semejante, por lo que es imposible predecir cual de las dietas con trigo presenta un equilibrio entre las dos variables de respuesta.

Se optó por emplear para el analisis biologico la dieta 16 con harina de papa y la dieta 8 para harina de trigo, que presentó la mejor estabilidad en el agua para este ingrediente. Para la dieta 8 las condiciones fueron:

Ingrediente ligante.....	H. Trigo
Pretratamiento.....	s/vapor
Mezclado de polvos.....	nivel alto
T° secado.....	nivel alto
Mezclado en humedo.....	nivel alto

5.5- ACEPTACION BIOLOGICA.

Esta parte de la experimentación tuvo como objetivo corroborar el balance adecuado de la formulación y la evaluacion de la respuesta biologica de la especie a dos dietas formuladas y procesadas de acuerdo a las mejores combinaciones halladas. Para ello se emplearon las instalaciones existentes en el Instituto de Ecologia y Alimentos, perteneciente a la Universidad Autonoma de Tamaulipas, Cdad. Victoria, Tamps.. Las postlarvas y el agua biofiltrada se recolectaron de un laboratorio perteneciente a la misma Universidad en el poblado de La

Pesca, a 150 km. del Instituto.

Debe aclararse que por factores de escala, variación en las propiedades del estanque, comportamiento, etc., los resultados de este experimento no son extrapolables a escala comercial en cuanto a pesos y tallas obtenidos. Pero este experimento si permite hacer comparaciones entre alimentos de diversas clases y llegar a conclusiones reales en cuanto a calidad y aceptación (32,56).

La especie empleada fue *Penaeus vannamei* en la fase de postlarva a juvenil, que representa la mas difícil para la crianza (preengorda), puesto que se tienen altas mortalidades en su mayoría ocasionadas por el manejo del animal. De acuerdo a la bibliografía consultada sobre el diseño de experimentos de este tipo (19,53,32,57,56) se realizaron tres repeticiones para cada alimento de prueba, empleándose los dos alimentos experimentales y un alimento comercial (Camaronina 40, Purina) para la fase iniciadora. Como variables de respuesta se evaluaron el peso, talla y factor de conversión alimenticia, por ser los indicadores utilizados por el acuacultor para visualizar la eficacia del alimento empleado.

5.5.1.-DESARROLLO EXPERIMENTAL.

A)REFORMULACION Y BALANCE DE LOS ALIMENTOS EXPERIMENTALES.

La formulación se reajustó para obtener un contenido de proteínas del 30% en los dos alimentos. En este caso se empleó la formulación especificada en el capítulo III para *Penaeus vannamei* en el período de postlarva a juvenil.

B)CARACTERIZACION DE LOS ALIMENTOS.

Estabilidad en el agua:

En los tres alimentos se presenta una pérdida del 24% en peso al someterse durante 24 horas a la prueba de estabilidad descrita en los sistemas de medición.

Tamaño de partícula.

Alimentos experimentales.- Se tamizaron para obtener fracciones mayores a la malla 40, empleándose malla 20 y malla 10.

Alimento comercial.- Se realizó un analisis granulometrico a una muestra de 100 gramos, encontrándose que un 99% de la muestra corresponde a malla 8 (1 mm).

Composicion (Análisis Químico Proximal):

	Comercial	Al. Exp. H. Trigo	Al. Exp. H. Papa
Humedad.....	12% Max.....	2%.....	2%
Proteína.....	40% Min.....	28.9%.....	28.5% ¹
Grasa.....	5% Min.....	4% Min.....	4% Min
Cenizas.....	10% Max.....	8.4%.....	10.4%

C) PRUEBAS DE CRECIMIENTO EN PESO, TALLA Y CONVERSION ALIMENTICIA.

Para transportar las postlarvas al laboratorio se emplearon bolsas de plástico grueso dispuestas en una hielera a fin de conservar la temperatura estable en el trayecto; el transporte de agua se realizó empleando 8 tambos de diversas capacidades para una capacidad total de 400 litros. Una vez en el Instituto, se procedió a aclimatar las postlarvas durante dos días, alimentándolas con Artemia Salina. Posteriormente se colocaron 20 postlarvas por pecera, seleccionándose este número en base a estudios previos realizados por el Instituto (Gaona y Gonzalez, 1990²).

Se emplearon 3 peceras para el grupo control, alimentado con el producto comercial; 3 peceras para el alimento con harina de trigo seleccionado en pasos anteriores y 3 peceras para el alimento con harina de papa. El resumen del tratamiento por tanque se muestra en la tabla 5.5.1.

Semanalmente se registró el peso y longitud muestreando a cinco especímenes por pecera. Se registraron los parámetros físicoquímicos del agua a fin de mantenerlos constantes y dentro de los niveles adecuados para el crecimiento de la especie, evaluándose cada tercer día (Véase capítulo de Introducción).

D) SISTEMAS DE MEDICION.

Para el seguimiento de las variables de respuesta se realizaron pesadas directas de los animales muestreados y para la evaluación de la longitud se empleó una caja de medición, en la cual se introducía el camarón a medir con agua de mar, lo que reducía un tanto el stress

¹ La diferencia contra el 30% planeado se debe a la variación de proteína en la materia prima.

² Comunicación personal.

TABLA 5.5.1.-RESUMEN DE TRATAMIENTO POR ESTADIO

NO. DE PECERA	ALIMENTO	DIA 0-23		DIA 24-30		DIA 31-34		DIA 35-43	
		CANTIDAD DIARIA (G)	MALLA						
1	COMERCIAL	0.9	8	1.2	8	1.6	8	2.0	8
2	N.TRIGO	0.9	20	1.2	10	1.6	10	2.0	10
3	N.PAPA	0.9	20	"	"	"	"	"	"
4	COMERCIAL	0.9	8	1.2	8	1.6	8	2.0	8
5	N.TRIGO	0.9	20	1.2	10	1.6	10	2.0	10
6	N.PAPA	0.9	20	1.2	10	1.6	10	2.0	10
7	COMERCIAL	0.9	8	1.2	8	1.6	8	2.0	8
8	N.TRIGO	0.9	20	1.2	10	1.6	10	2.0	10
9	N.PAPA	0.9	20	1.2	10	1.6	10	2.0	10

ocasionado por el manejo. Se pesaron cinco especímenes cada semana y se registro su talla con la misma frecuencia, tomándose estos al azar y de diferente localización dentro de la pecera. El promedio de estas pesadas son las que se registraron para cada pecera.

El factor de conversión alimenticia es la relación peso consumido/peso ganado expresado en Kg. de alimento ingerido/Kg. de peso incrementado. Para el acuacultor es conveniente que este factor sea pequeño, ya que esto significa menor cantidad de alimento consumido para alcanzar un kilogramo de peso del producto, por lo que el costo de alimentación se reduce (16). Para evaluar este parámetro se emplearon dos métodos: el primero consistió en registrar la alimentación diaria previamente establecida y se utilizó esta información como kilogramos de alimento consumido. El segundo consistió en recolectar el alimento no consumido del fondo de las peceras y llevarlo a peso constante, restándolo del total alimentado para evaluar este factor con mayor precisión. El primer método es el seguido en forma general, aunque en este caso conviene manejarlo de ambas formas para señalar posibles divergencias entre las dietas.

El equipo y material empleado se resume a continuación:

- 00 peceras de 60 X 25 X 35 cm.
- 018 filtros de plataforma doble.
- 00 bombas de aire para acuario.
- 01 bomba de agua para acuario.
- 01 pecera de aclimatación de dimensiones 80 X 42 X 43 cm.
- 0Huevecillos de Artemia Salina.
- 0Kit para determinación de calidad de agua en granjas acuícolas (Hatch mod. FF1-A).
- 00 termómetros sumergibles.
- 01 refractómetro/salinómetro Reicher. Escala 0 - 160 ppm.
- 02 filtros de esquina con carbón activado y fibra de vidrio.
- 01 calentador eléctrico ambiental.
- 0Conchilla como sustrato de las peceras.
- 0Sistema de medición de longitud: Lupa, soporte, caja con escala.
- 0300 postlarvas tamaño PL1e.
- 0400 litros de agua biofiltrada con recambios semanales de 200. litros.

ESPECIFICACIONES DEL EXPERIMENTO BIOLÓGICO.

Especie: *Penaeus vannamei*.
Estadio inicial: PL14 (Postlarva después de 14 días de eclosión).
Estadio final: juvenil 57.
Población inicial: 20 individuos /estanque.
Tamaños de alimento empleado: malla 20 y malla 10.
Duración del experimento: 43 días.
Calendario de alimentación: véase tabla 5.5.1.

5.5.2. - RESULTADOS Y DISCUSION

Como observaciones generales debe hacerse notar que en el día 25 del experimento se presentó una mortalidad elevada en la pecera 3 debido a una micosis presente en los especímenes³. Debido a esto, tuvo que cancelarse esta repetición a partir de ese día; como tratamiento se aplicó azul de metileno en el resto de las peceras, presentándose una mortalidad normal e inherente al manejo de los animales.

Otra observación realizada fue la transparencia del agua después de 2 o 3 días del recambio de agua correspondiente; a pesar de que en los análisis realizados simulando el cultivo los porcentajes de pérdida son iguales para los tres alimentos, la transparencia del agua con el alimento balanceado comercial fue notoriamente mayor en comparación a la presentada en las dietas experimentales (especialmente con la de harina de papa). Esto puede atribuirse a la lixiviación de compuestos colorantes presentes en el alimento (como la astaxantina de las cabezas de camarón), lo que provocó la turbidez observada. Esto sugiere que debe incrementarse la cantidad de goma para evitar este efecto, aunque por otro lado la pérdida de compuestos de sabor y color puede ser beneficiosa al actuar como atrayentes químicos y propiciar el consumo de alimento.

En cuanto a los parámetros físicoquímicos, se mantuvieron constantes y

³ Los análisis bacteriológicos revelaron que no los alimentos ni el agua fueron los transmisores del hongo, atribuyéndose al sustrato teconchilla a-plena.

dentro de los límites para el óptimo crecimiento de la especie. Estos fueron:

Salinidad. -30-31 p.p.m.

Temperatura. -28-30°C.

pH. -8

Oxígeno disuelto. - 6-7 p.p.m.

Pudo notarse a simple vista que el consumo de alimento de las dietas experimentales era mayor al del alimento balanceado, puesto que cuando se alimentaban las peceras con este último los especímenes no se acercaban a los pellets sino después de un lapso de 2 a 3 minutos. En las peceras alimentadas con las dietas experimentales los organismos acudían inmediatamente al sumergirse los pellets, incluso antes de que estos tocaran fondo.

Δ INCREMENTO DE PESO.

En las gráficas 5.5.1. y 5.5.2. se muestra la curva de crecimiento en peso que constituye el promedio de las tres repeticiones (peceras)⁴. La tendencia de la curva corresponde a una cinética aproximada a segundo orden en todos los casos. La tabla 5.5.2. muestra las ecuaciones y correlaciones halladas para cada alimento.

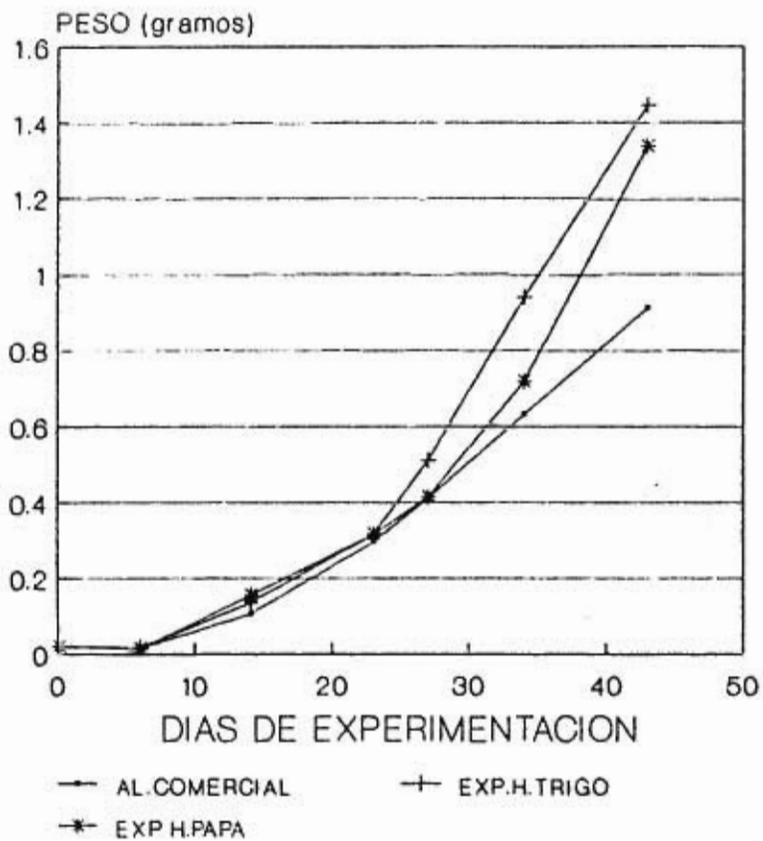
TABLA 5.5.2. - ECUACIONES QUE DESCRIBEN EL COMPORTAMIENTO DEL PESO VS. TIEMPO DE EXPERIMENTACION PARA CADA ALIMENTO

ALIMENTO	ECUACION	COEF. CORRELACION
Balanceado comercial	$PESO = 4.92 \times 10^{-4} DIAS^{2.05}$	0.9662
Experimental c/trigo	$PESO = 3.35 \times 10^{-4} DIAS^{2.22}$	0.9374
Experimental c/papa	$PESO = 3.15 \times 10^{-4} DIAS^{2.23}$	0.9251

Se puede anotar que para las dos fórmulas experimentales la ecuación que rige el crecimiento de los especímenes respecto al tiempo es prácticamente igual. En el caso del alimento balanceado comercial se difiere un tanto en el exponente y en la constante, pero tomando en

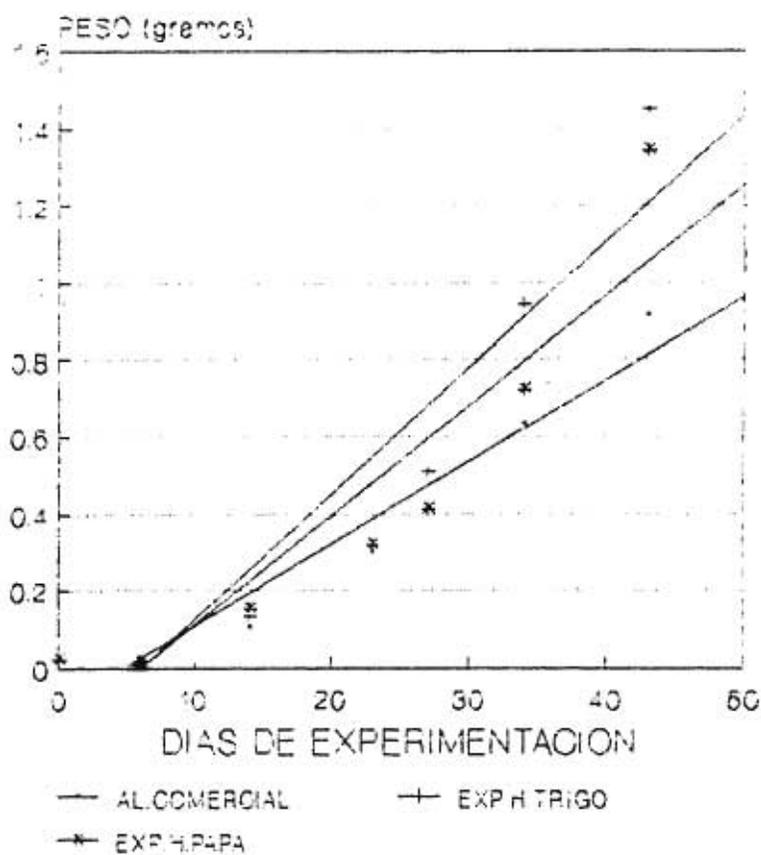
⁴ El coeficiente de variación entre los datos más alejados de las tres repeticiones fue menor al 15%, por lo que no se descartó ninguna repetición.

GRAF 5.5.1.-INCREMENTO DE PESO COMPARACION ENTRE ALIMENTOS



LA CURVA REPRESENTA LA MEDIA DE LAS
TRES PECERAS (REPETICIONES).

**GRAF 5.5.2.-LINEARIZACION DE LA CURVA
COMPARACION ENTRE ALIMENTOS**



LAS ECUACIONES CORRESPONDIENTES SE
ENCUENTRAN CITADAS EN LA P.134.

cuenta la magnitud de los valores no se encuentra gran diferencia. Estas observaciones coinciden con las halladas por Labuza (1985), en el sentido de que la mayoría de los procesos biológicos caen en una cinética de primer o segundo orden.

Al comparar las curvas de peso promedio a lo largo del experimento puede notarse que el incremento entre las tres dietas es el mismo en los primeros 23 días de experimentación, pero a partir de este día las curvas se separan notoriamente, alcanzándose mayores pesos en las peceras alimentadas con trigo y con papa que con el alimento comercial. Analizando estadísticamente estas diferencias con un análisis de varianza en bloques al azar (siendo las tres dietas los tratamientos y las repeticiones los bloques) se encuentran diferencias significativas entre los resultados.

Para encontrar entre qué resultados la diferencia era significativa se realizó la prueba de las comparaciones múltiples de Duncan. Se encontró que no existe diferencia entre las dietas de trigo y de papa ni entre la dieta de papa y la comercial, pero sí existe diferencia entre la dieta de trigo y la comercial. Esto se observa en la gráfica de comparación entre los alimentos en la que la desviación de la curva para el alimento comercial es notoria a partir del día 30.

En cuanto a la magnitud de los pesos, el promedio máximo final fue de 1.42 gramos registrado para el alimento experimental con harina de trigo, aunque en forma aislada se obtuvieron especímenes con pesos de 2 gramos. El promedio reportado para el final del estadio postlarval es de 1 a 2 gramos, por lo que se evaluó la etapa de preengorda en forma completa.

Comparados a otros estudios hechos con *P.vannamei* (58), estos resultados son menores; pero debe recordarse que los resultados de cualquier estudio hecho en este campo no son fácilmente extrapolables en cuanto a magnitudes de tallas y pesos, por lo que no puede compararse con toda exactitud entre diferentes dietas si las condiciones han sido diferentes. Sin embargo, aun con estas aseveraciones se considera que se alcanzaron resultados aceptables.

Comparando entre las dietas evaluadas, puede concluirse que aquellas que presentan mayores ventajas respecto al incremento de peso son las experimentales; esto reafirma las investigaciones realizadas en cuanto

a que la máxima cantidad de proteína aprovechable por la especie *P. varnamei* es del 30% (1,57). Dado que el alimento comercial contiene el 40% de proteína, el decremento de ganancia de peso respecto a las dietas experimentales puede atribuirse a diferentes causas: una de ellas es el tamaño de malla del alimento, aunque este argumento es dudoso ya que la bibliografía recomienda para estadios mayores malla 8 a 10, lo que se cumple con el alimento balanceado comercial (1,57); la respuesta puede deberse al balance de formulación, desconociéndose esta para el alimento comercial. Estas hipótesis requieren un estudio más profundo para aislar las causas.

Puede deducirse que en cuanto al incremento de peso el empleo de cualquiera de las dietas en los primeros días (de PL14 a PL37) da los mismos resultados, pero no después de ese periodo.

B) INCREMENTO DE TALLA.

Las curvas representativas de cada alimento representan la media de las tres repeticiones, al igual que en el apartado anterior ⁵

Al observar la gráfica comparativa de los tres alimentos (5.5.3) se encuentra que la tendencia de los puntos no corresponde a una cinética de 2o. orden; las ecuaciones que rigen el aumento de talla respecto al tiempo para los alimentos de estudio se resumen en la tabla 5.5.3.

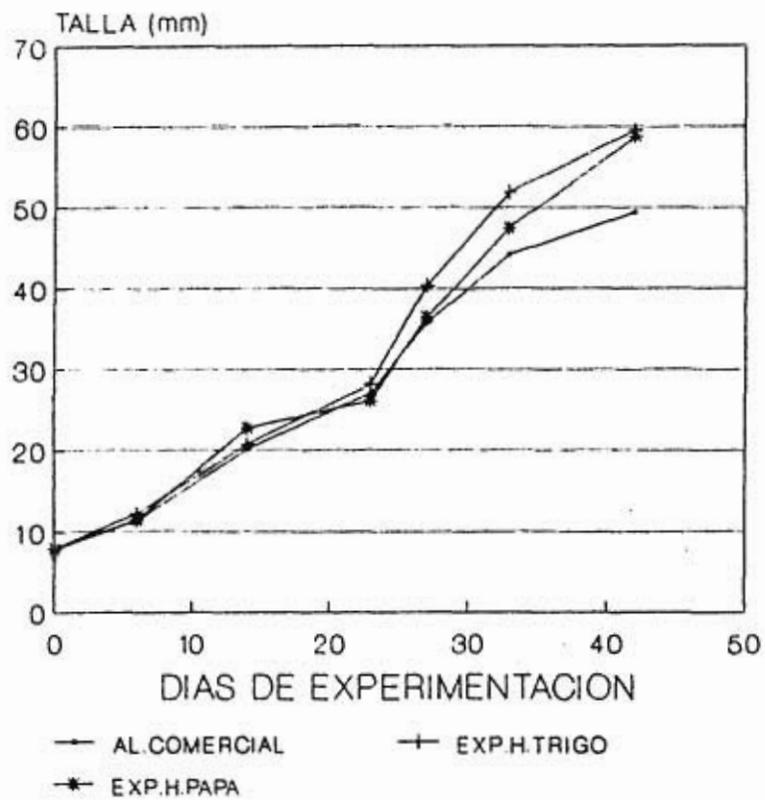
En la gráfica puede notarse que casi no existe diferencia hasta el día 23 de la experimentación, pero en los días siguientes la tendencia del alimento comercial es menor a las dos dietas experimentales. En el último día de registro las dos curvas casi se encuentran, señalando una igualdad en tallas entre la dieta de harina de papa y la de harina de trigo.

Los análisis estadísticos empleados (que fueron nuevamente un análisis de bloques al azar con las dietas como tratamientos y las repeticiones como bloques, así como la prueba de Duncan) revelaron diferencias significativas entre las dos dietas experimentales y la comercial, pero no entre la dieta de harina de trigo y la de harina de papa.

Las tallas máximas encontradas fueron de 50 mm para el alimento comercial, de 60 mm para el alimento experimental con harina de papa y

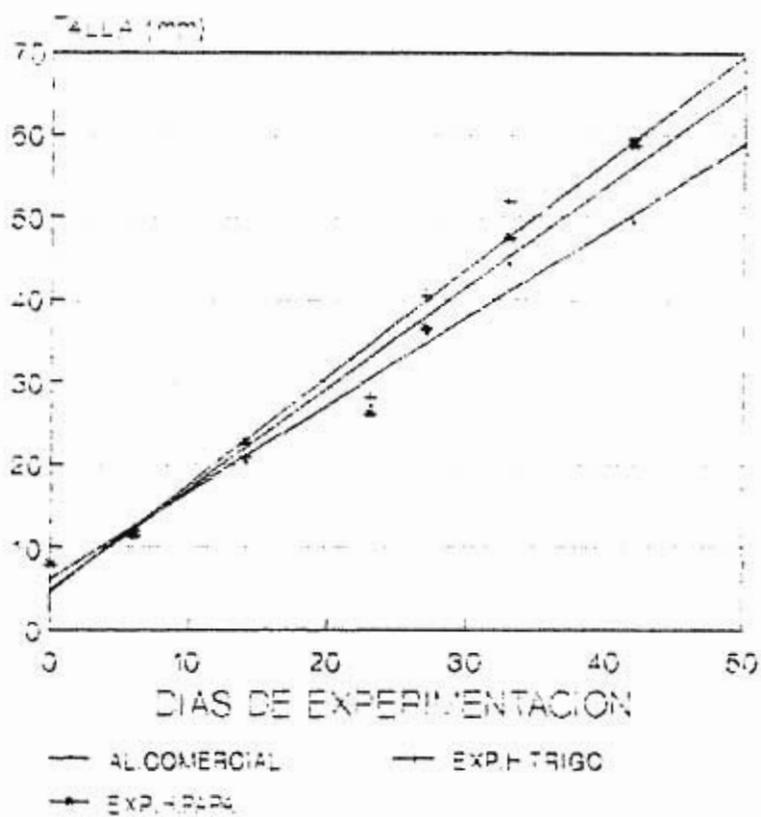
⁵ Para el caso de las tallas, el coeficiente de variación entre los puntos más alejados fue menor al 10%, por lo que no se descartó ninguna de las repeticiones.

GRAF.5.5.3.INCREMENTO DE TALLA COMPARACION ENTRE LOS TRES ALIMENTOS



LA CURVA REPRESENTA LA MEDIA DE
LAS TRES PECERAS (REPETICIONES)

**GRAF.5.5.4.LINEARIZACION DE LA CURVA
COMPARACION ENTRE LOS
TRES ALIMENTOS**



Las ecuaciones correspondientes
se marcan en la figura

TABLA 5.5.3. - ECUACIONES QUE DESCRIBEN EL COMPORTAMIENTO DE LA TALLA VS TIEMPO DE EXPERIMENTACION PARA LOS TRES ALIMENTOS

ALIMENTO	ECUACION	COEF. CORRELACION
Balanceado Comercial	TALLA=1.0336 DIAS+ 6.1981	0.9904
Experimental de trigo	TALLA=1.2724 DIAS+ 4.7504	0.9839
Experimental de papa	TALLA=1.2021 DIAS+ 5.2838	0.9827

de 65 mm para el alimento experimental con harina de trigo.

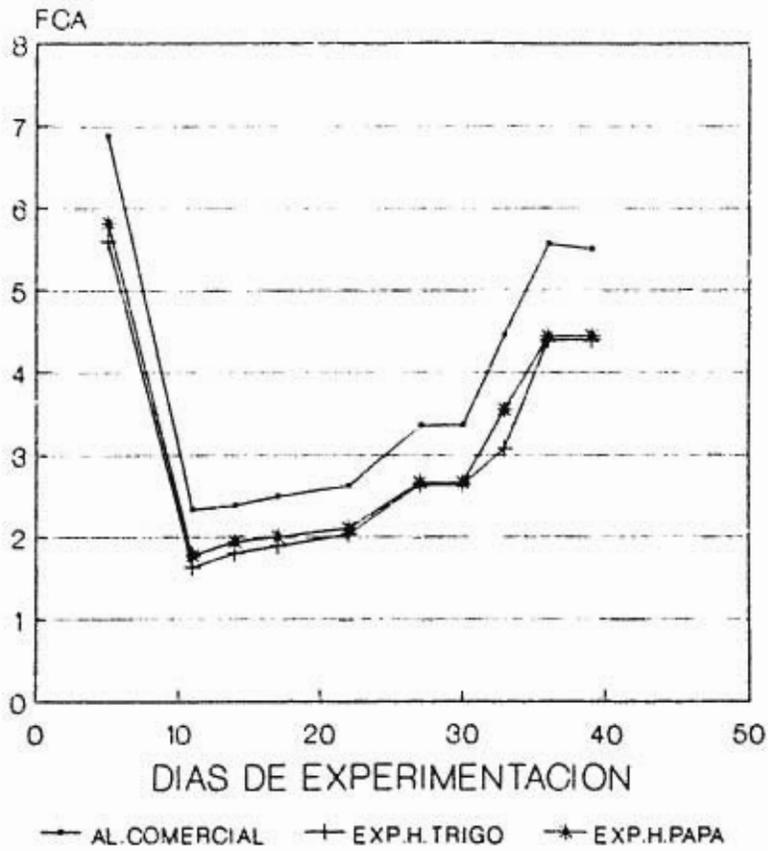
COEFICIENTE DE CONVERSION ALIMENTICIA:

En la grafica 5.5.5 se muestran los resultados obtenidos con el total del alimento proporcionado por pecera. Del dia 0 al 10 se presenta un pico en este factor, pero a partir del dia 11 se muestra un comportamiento de valores escalonados. Es decir, los valores de FCA aumentan con el tiempo, pero permanecen constantes durante cierto numero de dias (oscilan de 3 a 6 dias) antes del siguiente incremento. En este caso es imposible realizar una correlación dado el comportamiento mostrado. Comparando los FCA para los tres alimentos, puede notarse que los puntos para los alimentos experimentales se sobrepone, mientras que los valores mas altos de FCA son para el alimento comercial.

Basando las conclusiones unicamente con este metodo de obtención de FCA se asumiria que las mejores dietas son las dietas experimentales y que los valores para la dieta comercial sobrepasan con creces los dos restantes. Sin embargo, al analizar el consumo diario real de alimento (que resulta de restar el alimento no ingerido a la ración diaria) se observa que el consumo no fue homogéneo para las tres dietas, siendo el alimento de harina de papa el más consumido y siguiéndole el alimento de trigo y el comercial (grafica 5.5.6.). Ademas en los tres casos se notan dos picos de consumo a los días 23 y 36, que podrian denotar los periodos de mayor metabolismo en la etapa de preengorda.

Hacia el dia 40 la curva decrece en forma pronunciada. Con este consumo de alimento se recalculo el FCA al que se le denomino REAL, graficandose nuevamente los puntos. El resultado indica que las primeras conclusiones del FCA eran erroneas, observandose que el

**GRAF.5.5.5.FACTOR DE CONV.ALIMENTICIA
COMPARACION ENTRE LOS
TRES ALIMENTOS**



LA CURVA REPRESENTA EL PROMEDIO DE
LAS TRES PECERAS (REPETICIONES).

**GRAF.5.5.6.FCA REAL
COMPARACION ENTRE LOS TRES
ALIMENTOS**



EL FCA REAL SE CALCULO EN BASE A LA CANTIDAD DE ALIMENTO DOSIFICADO-CANTIDAD NO INGERIDA RESCATADA.

alimento con menor FCA es el alimento comercial hasta el día 23. A partir de ese día la tendencia para el alimento comercial y el de harina de trigo se juntan, siendo el alimento de harina de papa el que contempla los mayores FCA. Hacia el día 39 las tres curvas se juntan, indicando que no existe diferencia en los últimos días de experimentación.

La posible explicación del mayor consumo de alimento de harina de papa para menores pesos puede estar relacionada con el metabolismo de los carbohidratos provenientes de esta fuente de ligante, aunque se sabe que el camarón utiliza prioritariamente a las proteínas como fuente de energía. Una explicación más fundamentada sería el aprovechamiento de las fuentes de proteína: analizando el contenido de proteínas animal y vegetal. (capítulo II, Abastecimiento de materias primas) el balance favorece al alimento experimental con harina de trigo. En el caso del alimento con harina de papa, dada la baja cantidad de proteínas en este tubérculo y la necesidad económica de mantener los niveles de pasta de soya relativamente bajos, el balance de proteínas vegetal/animal es menor a uno, siendo mayor la cantidad de proteínas de origen animal.

Esto lleva a las siguientes anotaciones:

- a) Aunque el incremento de peso y talla es igual para los primeros 23 días, la ingesta de alimento diverge notoriamente siendo mayor para el alimento de harina de papa y siendo menor para el alimento comercial. Por esta razón, no da lo mismo emplear cualquiera de los tres alimentos durante este periodo.
- b) A partir del día 23 y hasta el día 39 de la experimentación los FCA del alimento de harina de trigo y comercial son prácticamente iguales, mientras que el de harina de papa es mayor a ambos. En este mismo periodo el aumento de peso y talla para las dos dietas experimentales es mayor al del alimento comercial.
- c) En los últimos días de experimentación el FCA es igual para las tres dietas, pero los resultados en peso y talla son significativamente diferentes y mayores en los alimentos experimentales.

5.5.3. - NOTAS GENERALES DE LA FASE DE ADAPTACION DEL PROCESO.

-La variación en la calidad del pellet evaluandola respecto a la estabilidad de este en el agua depende de la temperatura de secado de los extruidos y del control del pretratamiento térmico . En menor porcentaje depende de la combinación ingrediente ligante-tiempo de mezclado en húmedo. Estas son las operaciones críticas para la primera variable de respuesta.

-La variación en la calidad del pellet respecto al rendimiento de tamaños deseados en la molienda depende principalmente de la combinación ingrediente ligante-temperatura de secado , temperatura de secado como factor aislado, pretratamiento térmico e ingrediente ligante. En menor proporción repercuten la combinación ingrediente ligante-tiempo de mezclado de polvos, tiempo de mezclado de polvos como factor aislado, ingrediente ligante-tiempo de mezclado en húmedo , temperatura de secado-tiempo de mezclado en húmedo y pretratamiento térmico-temperatura de secado .

-La formulación, representada por la variación del ingrediente que mayor influencia tendría sobre las propiedades de la mezcla, tiene un peso inferior al 15% sobre la calidad del pellet en cuanto a las dos variables estudiadas, aunque en la respuesta de la especie su importancia debe ser mayor. Esto permite desligar la prioridad del estudio de formulaciones e ingredientes como parte del proceso y como estudio biológico: un cambio en la formulación del alimento no repercutirá de manera significativa en la estabilidad del pellet al agua ni en la cantidad de polvos desprendida en la molienda. Sin embargo, se ha comprobado que su importancia en el crecimiento y aceptación de la especie es fundamental.

-Las formulaciones experimentales planteadas repercutieron positivamente en el crecimiento del camarón durante la fase de preengorda, lo que permite aceptar el proceso como competitivo a nivel laboratorio. Puesto que no es posible extrapolar los resultados de crecimiento en peso y talla del estudio biológico a los niveles

siguientes, se recomendaría realizar el estudio correspondiente a nivel planta piloto y posteriormente a nivel comercial en cuanto a rendimientos reales de camarón por hectárea cultivada, conociendo de antemano que las dietas artificiales planteadas tienen resultados mejores al alimento comercial.

-El alimento que presenta mayores ventajas, por consiguiente, es el alimento experimental con harina de trigo. Sus valores de FCA son bajos y con este se obtuvieron los mejores pesos y tallas en esta experimentación. -El alimento experimental con harina de papa resulta adecuado aun cuando sus valores de FCA son relativamente mayores a los otros dos. Debe perfeccionarse la formulación para llegar a resultados más aceptables. Por lo tanto, la sustitución planteada (harina de trigo por harina de papa) es factible técnicamente.

-Debido al elevado costo de la formulación aplicando alginato de sodio se decidió cambiar este ligante por goma guar para las siguientes fases del proyecto. El costo por kilogramo de goma guar es de 7,000 pesos, mientras que para el alginato de sodio el costo se eleva hasta 85,000 pesos el kilogramo. Por otra parte, la disponibilidad de alginato de sodio está limitada a lotes mayores de una tonelada en ciertas compañías, debido a que es un producto importado. Las propiedades ligantes de ambas gomas son parecidas y algunos estudios han demostrado que la eficacia de función de ambos es equivalente (1).

-El diagrama de bloques final se presenta en el diagrama 5.5.7., siendo este el resultado principal de la experimentación.

**VI.INGENIERIA
DEL
PROYECTO**

En base a la adecuación experimental del proceso puede desprenderse que las dos formulaciones experimentales evaluadas son técnicamente factibles y aceptables, aun cuando el alimento con harina de trigo resultó con mayores ventajas en cuanto al crecimiento de la especie. Por estas razones se decidió incluir en la Ingeniería del Proceso y en los capítulos subsiguientes los equipos y operaciones empleados para ambas alternativas a fin de realizar el análisis económico con las dos opciones.

En los diagramas 6.1 y 5.5, se muestra el flujo general del proceso y en el cuadro 6.3 se resumen las condiciones de operación en cada fase.

6.2. -ASPECTOS OPERACIONALES: EQUIPO Y MANO DE OBRA.

En esta parte del proyecto se hace énfasis en los aspectos más importantes de selección y personal requerido.

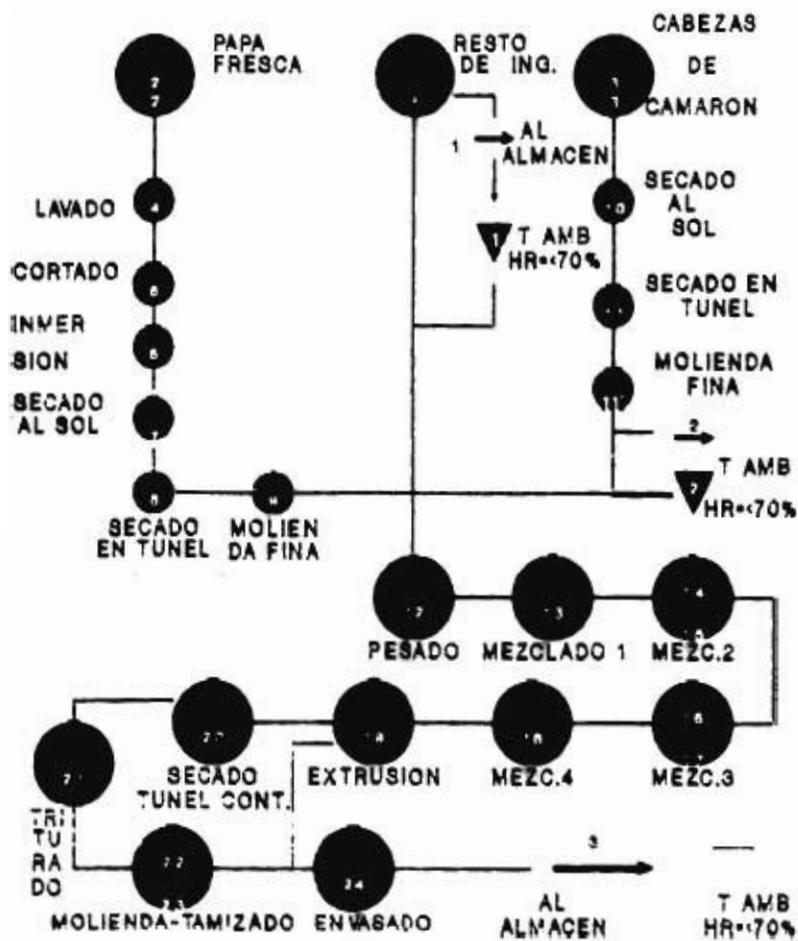
6.2.1. -LINEA DE HARINA DE PAPA.

En esta línea es importante ajustar el equipo de rebanado empleado para obtener rebanadas delgadas (de preferencia con espesores menores a 3 mm) puesto que es una condición crítica en el tiempo de secado.

En la inmersión puede emplearse una solución de bisulfito de sodio o de potasio, dependiendo de la disponibilidad de uno y de otro compuesto. El agua puede estar a temperatura ambiente y no es necesario aplicar agitación. En esta operación es necesario emplear tinajas de lavado, ya que se requiere que las rebanadas de papa se encuentren en contacto con la solución durante 20 minutos. Para la recuperación rápida de las rebanadas se propone que conforme el producto salga de la rebanadora se introduzca a arpillitas de material plástico y se sumerjan dentro de estas; una vez pasado el tiempo de inmersión los costales se sacan de las tinajas y se entariman para pasar a la siguiente etapa con ayuda de un montacargas. Es factible que la solución dentro de las tinajas de inmersión no deba recambiarse para recibir la siguiente carga. Para verificar esto tendría que realizarse una verificación de la concentración de SO_2 a lo largo de un día en la tina.

Después de la inmersión las rebanadas pasarían a los secaderos al

6.1.-DIAGRAMA DE PROCESO PARA ALIMENTO
BALANCEADO PARA CAMARON CULTIVADO



CUADRO 6.3.A.-CONDICIONES DE OPERACION

Línea de harina de papa

OPERACION	OBJETIVO	PARAMETROS DE CONTROL	OBSERVACIONES
RECEPCION-INSPECCION	ESTABLECER EL PRECIO DE COMPRA DEL PRODUCTO	CONTEO DE PRODUCTO UTIL Y OBSERVACION DE DEFECTOS	---
LAVADO	EVITAR CONTAMINACION POR MICROORGANISMOS	CLOREACION DE AGUA AL 2%	LOS VOLUMENES DE PAPA MANEJADOS NO SE REALIZAN EN TRATAMIENTO POR LOTES
CORTADO	FACILITAR EL SECADO	ESPESOR=1-3 MM MAXIMO	CONDICION CRITICA PARA TIEMPO DE SECADO
INMERSION	EVITAR OSCURECIMIENTO ENZIMATICO	SOLUCION DE BISULFITO DE NA 0.5% AL 0.2%, TIEMPO=20 MIN.	OPERACION POR LOTES
SECADO AL SOL	ELIMINACION DE AGUA DESDE UN 77% HASTA APROXIMADAMENTE UN 50% SIN COSTO DE ENERGIA (VAPOR)	TIEMPO DE PERMANENCIA EN SECADORES=16 HRS.	EL TIEMPO DE PERMANENCIA TOTAL DE REPORTE EN 3 HRS. DE AERACION (NOCTURNA) Y 7 HRS. DE EXPOSICION SOLAR=24H-28H
SECADO EN TUNEL	ELIMINACION DE HUREDADES DESDE UN 50% HASTA UN 15%	T=80 C. TIEMPO DE SECADO EN SISTEMA CONTINUO=8 HRS. CARGA DE PRODUCTO=7 KG/RE	LOS VOLUMENES DE PRODUCCION REQUERIDOS NO SE REALIZAN EN SECADO POR LOTES
MOLIENDA FINA	REDUCCION DE TAMAÑO HASTA OBTENCION DE HARINA	AJUSTE DEL TURBODOLINO PARA DISTRIBUCION DE TAMAÑO CONSTANTE. EL MAYOR PORCENTAJE DEBE CAER EN UN TAMAÑO DE PARTICULA MENOR A 0.117 MM	EL AJUSTE ES SUFICIENTE PARA CONTAR. NO SE REQUIERE TRATAMIENTO DEL PRODUCTO RESULTANTE

Línea de alimento de cabezas de camaron

OPERACION	OBJETIVO	PARAMETROS DE CONTROL	OBSERVACIONES
RECEPCION	ASEGURAR QUE EL PRODUCTO SEA FRESCO Y SIN COCCION PREVIA. FIJAR PRECIO	---	---
SECADO AL SOL	RETIRAR HUREDADES DESDE UN 81% HASTA UN 40% SIN COSTO ENERGETICO (VAPOR)	TIEMPO DE PERMANENCIA =17 HRS.	EL TIEMPO DE PERMANENCIA TOTAL DE REPORTE EN 3 HRS. DE EXPOSICION SOLAR (12 HRS. DIURNAS Y EN LA NOCHE DE RESECCION NOCTURNA).
SECADO EN TUNEL	RETIRAR HUREDADES DE UN 40% HASTA UN 15%	TEMPERATURA=80 C. TIEMPO=1.06 HRS EN SISTEMA CONTINUO	EL VOLUMEN REQUERIDO DE PRODUCTO IMPIDE MANEJAR SECADO POR LOTES.
MOLIENDA FINA	MISMAS OBSERVACIONES QUE PARA H. DE PAPA	MISMAS OBSERVACIONES QUE PARA H. DE PAPA	MISMAS OBSERVACIONES QUE PARA H. DE PAPA

6.3.B.-CONDICIONES DE PROCESO
 LINEA DE ALIMENTO BALANCEADO

OPERACION	OBJETIVO	PARAMETROS DE CONTROL	OBSERVACIONES
RECEPCION	VERIFICAR QUE LA MATERIA PRIMA TENGA LAS CARACTERISTICAS REQUERIDAS	NIVEL DE PROTEINAS. CHOS.GRASAS.	---
ALMACENAMIENTO	ESPERA DE MATERIAS PRIMAS ANTES DE ENTRAR AL PROCESO	BAJA HUNEDAD RELATIVA	---
MEZCLADO DE POLVOS	UNIFORMIDAD DE MEZCLA	TIEMPO DE PERMANENCIA = 10 MIN. VELOCIDAD DE ASPAS = 30 RPM	NO ES UNA OPERACION CRITICA
MEZCLADO EN HUNEDO	UNIFORMIDAD DE MEZCLA E INCORPORACION DE LIQUIDOS	TIEMPO DE PERMANENCIA = 10 MIN. VELOCIDAD DE ASPAS = 30 RPM	NO ES OPERACION CRITICA, NO SE RECOMIENDA EL EMPLEO DE VAPORES PARA ESTA FASE
EXTRUSION	FORMAR LA NASA Y APLICAR ALTA PRESION Y TEMPERATURA PARA DESARROLLAR PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA NASA	DIAMETRO DE SALIDA = 2.3 MM	NO ES OPERACION CRITICA
SECADO	ELIMINACION DE HUNEDAD DESDE UN 50% HASTA UN 2%	TEMPERATURA DE SECADO = 80 C VELOCIDAD DE BANDA = 1 R/S	OPERACION CRITICA
TRITURADO	REDUCCION GRUESA DE TARRANO PARA PASAR A MOLIENDA	TARRANO DE PARTICULA DE ENTRADA = 12 PULG. TARRANO DE PARTICULA DE SALIDA = 1 PULG.	OPERACION NECESARIA PARA EL ACABADO FINAL
MOLIENDA	REDUCCION MEDIA DE TARRANO ACABADO FINAL	TARRANO DE PARTICULA DE ENTRADA = 2 CM TARRANO DE PARTICULA DE SALIDA = 0.075 CM SUMER A TARRANO SUPERIORES A MALLA 40 (0.354 MM) CRIBA DE 5 MM DE APERTURA	OPERACION RELEVANTE EN CUANTO A ESPECIFICACIONES, AUNQUE NO EN CUANTO A ESTABILIDAD AL AGUA
TANIZADO	SELECCION DE TARRANOS	LA RECUPERACION DESETER DEL 80 AL 85% DE LOS TARRANOS RECIBIDOS DEBEN RECICLARSE A LA EXTRUSION.	OPERACION RELEVANTE EN CUANTO A ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.

sol dispuestos en la planta. La decisión de emplear secado al sol para bajar el contenido de humedad de un 77% hasta un 50% obedece a razones técnicas (tamaño del equipo de secado) y a razones económicas (gasto de energía para esta operación). En los diagramas de equipo se especifica el diseño de los secadores y el espacio requerido.

Las ventajas del secado al sol combinado con un secado artificial consiste en la reducción de costos conjunta al control del tiempo de secado. Aun cuando se requiere un espacio considerable para los secadores, puede considerarse como un lugar para expansiones futuras y como inversión a largo plazo por el valor que adquiere el terreno a través del tiempo. Desde el punto de vista social es justificable por el empleo generado para maniobras de carga y descarga. La desventaja que ofrece este sistema se refiere al clima que prevalece en el sitio de localización durante los meses de julio y septiembre, por lo que tendría que prevenirse el uso de los secadores del proceso principal en turnos extra para este periodo a fin de satisfacer la demanda de harina de papa en la manufactura de los pellets.

Las hojuelas de papa pasan entonces al secado en túnel continuo para finalizar el secado. Es necesario aclarar que no se plantea un almacenamiento de la harina de papa terminada debido a que la recepción de la materia prima puede ser diaria, ya que no existen restricciones en cuanto a temporadas de producción (ver capítulo de materias primas). El producto puede mantenerse en un área de espera antes de entrar al proceso dentro de la misma nave.

El equipo recomendado es el siguiente:

Lavado. - En esta operación se plantea una banda transportadora con sistema de aspersores en el recorrido.

Especificaciones: El sistema de aspersión consiste en un tubo de acero al carbón (Diam. interno=1/2 in) con 12 aberturas de espray. Longitud= 3mts. Ancho= 0,6 mts.

La banda transportadora JERSA es una banda sanitaria cuyo sistema motriz consta de poleas tensoras en fierro, montadas sobre chumaceras embaladas. Presenta molduras laterales en acero inoxidable. La cama para la banda se forma de rodillos y flats, además de guías divisorias de fierro.

Modelo: BA 001-JER. Capacidad: 2.5-3.5 Ton /hr. Dimensiones: Largo

total: 10 mts. Ancho total: 0.85 mts. Altura de la banda al piso: 0.85 mts \pm 2 cm. Motor: 1 HP con poleas de velocidades variables. Caja reductora y catarinas; corriente 220/6/3.

Cortado. - Se precisa un rebanador de verduras con capacidad de 3 ton/hr.

Especificaciones. - Bastidor construido en acero al carbón con bases ajustables para la altura y desniveles del piso. La tolva de recepción y la cabeza están construidas en fundición de aluminio, disco, portacuchillas de bronce y cuchillas de acero. Cuenta con motor trifásico de 1 HP. Produce rebanadas desde 1/16 in hasta 1 1/3 in. La capacidad va de 1.5 a 3 ton/hr; las dimensiones son: ancho=0.5 mts; largo=0.51 mts; Alto=1.15 mts

Acarreo de rebanadas. - Para facilitar la inmersión y la descarga al final de la operación se recomienda emplear costales de malla plástica (Carpillas), con capacidad de 50 kg. Dimensiones=56x92 cm. Se requieren aproximadamente 100 sacos.

Tinas de inmersión. - Se requieren tinajas de lámina de acero al carbón, de forma rectangular. Válvulas para entrada y salida de agua con desnivel en el fondo para facilitar la limpieza. Dimensiones: 1 x 1 x 3 mts.

Capacidad= 1200 lts.

No. requerido: 4 ¹

Secado al sol. - Para evitar la contaminación del producto por insectos y para ahorrar espacio se propone el uso de anaqueles de tres pisos construidos en madera y en tela de malla plástica. El espacio requerido para los secadores es de 1,480 m² y el número de unidades requeridas es de 124. ²

Secado en túnel. - Debido a las capacidades requeridas por hora de producto húmedo (1,276.5 kg/hr) no es posible utilizar un secador por lotes convencional y es necesario un secador de tipo continuo. En este caso se ha seleccionado un túnel de secado con banda de malla metálica (abertura de malla 10); en estos equipos el aire caliente es

¹ PARA LOS CALCULOS NECESARIOS EN LA SELECCION DE EQUIPO CONSULTAR EL ANEXO 6.2 DENOMINADO MEMORIA DE CALCULO.

² IBIDEM

soplado a través de un lecho permeable del material mojado que pasa continuamente por el tunel. Consta de varias secciones individuales, junto con el ventilador y los serpentines de calentamiento montados en serie; el aire pasa por el material humedo y se recalienta antes de volver a entrar. Cada sección funciona de manera independiente y es posible establecer un gradiente de temperaturas en el equipo, aplicandose temperaturas elevadas al inicio del tunel y disminuyendo la misma al final.

Este equipo trabaja optimamente con materiales hojueados, granulados o extruidos. Los tiempos de secado son menores a los sistemas por lotes debido a la alta eficiencia de transferencia de calor.

Los requerimientos de vapor van de 2 a 2.5 lbs vapor /lb de agua evaporada; se construyen en secciones de 5 a 8 fts de longitud (1.5 a 2.4 mts), constando de una cubierta metálica, paredes laterales y techos aislados, serpentines de calentamiento, ventilador de circulación, desviadores para la distribución de aire a la entrada, bandejas para recolección de finos bajo el transportador y el transportador en sí. Los gabinetes y equipos auxiliares se fabrican de aluminio estandar y acero al carbono.

Deben incluirse reguladores de temperatura, unidades de arranque del motor, transportadores auxiliares de alimentación y descarga. Considerando los cálculos hechos para la selección,³ las dimensiones del secador son de 18.2 m. de longitud y 3 m. de ancho.

Es necesario aclarar que esto constituye una selección inicial pero debe comprobarse con pruebas de desecación a nivel piloto para corroborar el dimensionamiento y los costos establecidos.

Molinos. - En este caso se necesita una reducción fina de tamaño, aunque no se desea un control estricto de la distribución de tamaños. Por esta razón se selecciona un Turbomolino Pulvex, construido en hierro gris y acero inoxidable 316, resistentes al alto impacto.

Rendimiento. - Rangos establecidos de 20 a 3,500 Kg/hr; potencia=3-125HP. El rendimiento específico requerido es de 750.9 Kg/hr, por lo que la potencia debe ser de 28 a 30 HP.

En esta línea los tiempos de proceso son criticos para poder

³ VEASE ANEXO 6.2.

establecer una secuencia fluida en las operaciones. De esta forma, el proceso requiere de dos turnos repartido con sigue:

Un primer turno de 7 am a 2 pm para verificar que el secado al sol se realice correctamente, revisar el estado del producto y recolectarlo antes de las 2 pm. En este turno se calcula que se requieren 6 personas y un montacargista para realizar las actividades programadas, de forma que la recolección empiece a las 12 pm y finalice en dos horas.

De 3 pm a 10 pm se realizaria la segunda fase de secado en el secador de tunel continuo y la molienda continua de las cantidades que vayan saliendo. Mientras se lleva a cabo deben realizarse las operaciones de recepción del siguiente lote de materia prima, lavado, rebanado, inmersión y puesta en los secadores. Para estas operaciones se calcula un número de 8 personas: dos obreros dedicados a la supervisión del tunel para ajustes en la alimentación, control de condiciones e inspección del producto. Dos obreros encargados de la molienda del producto que vaya saliendo del túnel y del acomodo del producto en cajas de PVC de 500 kg. Finalmente, cuatro obreros encargados de la recepción de la materia prima (mas un montacargista) y de las fases subsiguientes; especialmente la de inmersión y puesta en los secadores.

En suma, para el proceso se calcula un número de 14 personas para sacar la producción de harina de papa y dos horas/hombre del uso de montacargas.

6.2.2.-LINEA DE ALIMENTO DE CABEZAS DE CAMARON.

La recepción de este insumo se puede realizar diariamente, a excepcion de los dos meses de veda especificado en el capitulo de abastecimiento de materia prima. En este caso la capacidad de producción diaria debe incrementarse para evitar la instalación de una camara de congelación y conservación del producto, que constituiria un gasto excesivo por el tamaño de la instalación en cuanto al costo de energía, de mantenimiento y de espacio por la densidad elevada del producto en fresco. Por otra parte, las operaciones posteriores hacen injustificable una instalación de este

tipo.

Una vez recibido el producto, se pasa al secado al sol. Se pretende eliminar humedad hasta llegar a un 40% en peso; la segunda fase de secado se puede llevar a cabo en un secador de túnel continuo a 80°C. Finalmente el producto obtenido se lleva a una molienda fina y se emplea el producto sin tamizar en el proceso de elaboración de los extruidos.

El equipo recomendado es el siguiente:

Secado al sol. - En este caso se proponen anaqueles de las mismas dimensiones planteadas para la papa en rebanadas. Empleando la misma carga de 5 Kg/m²⁴ el espacio requerido es de 1,850 m² en 52 anaqueles.

Secado en túnel. - Se plantea un túnel de secado con las mismas especificaciones planteadas para el proceso de harinas de papa. Las dimensiones de este equipo serían de 9.7 m. de largo y 3 m. de ancho⁵.

Molienda. - La capacidad requerida es de 260 Kg/hr. En este caso tampoco se necesita un control estricto de la distribución de tamaños final, aunque se pretenden tamaños finos. Por lo tanto la selección es un Turbomolino Pulvex con las mismas características del anterior. Los HP requeridos para la capacidad señalada son de 11.4 HP.

Se plantea emplear los siguientes turnos:

Un turno de 7 am a 2 pm que se encargue de la recepción diaria, la recolección del material seco, su traslado al interior de la nave y el acomodo del material fresco en los secadores. Se considera que este turno requiere de 4 obreros y un montacargista.

Un segundo turno de 3 pm a 11 pm que se encargue del secador continuo y la molienda del material obtenido, así como su traslado al almacén de insumos; se considera que se requieren dos personas dedicadas al secador, dos personas para la molienda y acomodo del producto en cajas de PVC de 500 kg y un montacargista. El proceso no justifica un supervisor dedicado exclusivamente a esta área, por lo que los

⁴ Experimental.

⁵ VER ANEXO 6.2.

supervisores de la línea principal pueden ocuparse de ello.
En total, esta línea requiere de 4 operarios y dos horas de montacargas.

6.4.3 - LÍNEA PRINCIPAL: ALIMENTOS BALANCEADOS.

En la recepción se contemplan los ingredientes no elaborados en la planta descritos en la formulación. Se recomienda realizar un análisis químico proximal de rutina a los lotes recibidos de harina de pescado, harina de trigo y pasta de soya respecto a la cantidad de material extraño (insectos, suciedad, etc), la cantidad de proteína, grasa, carbohidratos y minerales para determinar si existe adulteración de la materia prima, si el lote es homogéneo y no reporta variaciones extremas que afecten la calidad del producto final o simplemente para determinar si el precio pagado es adecuado o no; asimismo debe tomarse en cuenta la calidad bacteriológica de la materia prima. Para el aceite de pescado se recomienda evaluar la cantidad de materia extraña precipitada y el índice de peróxidos. Debido a la naturaleza de estos ingredientes no es necesario un almacenamiento refrigerado, pero si se requiere una instalación para mantener al menos las existencias de una semana o más y así evitar desabastecimiento. Para el transporte de las materias primas se recomienda el uso de montacargas, aunque para la pasta de soya se requiere de otro sistema como el elevador de cangilones.

El almacenamiento puede ser un cuarto ventilado, pero para la pasta de soya (que es vendida a granel) se recomienda el uso de un depósito con tolva para dosificar las cantidades requeridas por día y ahorrar espacio.

El pesado de la formulación debe ser por lotes ya que los equipos determinan este sistema por tratarse de un proceso semicontinuo; operaciones como el mezclado requieren que los ingredientes sean pesados de acuerdo a la capacidad del mezclador seleccionado. Una vez que se pasan estos cuellos de botella, el proceso en la extrusión y secado es continuo a excepción del momento en que se cambia la formulación.

En base a la adecuación del proceso realizada, puede deducirse que el mezclado de polvos (mezclado 1) presenta cierto grado de relevancia

en la calidad final del pellet, pero no es tan importante como otras operaciones. Es decir, no se considera crítica. De cualquier forma, el nivel de operación que permite mejores características en base a los resultados de la experimentación hecha es con el tiempo de residencia más bajo con velocidad de espas=30 rpm. Esta velocidad es el límite comercial de trabajo para la mayoría de los mezcladores industriales.

El mezclado 2 se refiere a la adición de aceite en el mismo equipo con mezclado continuo. Parece ser que la rapidez de adición no resulta determinante debido a que las cantidades de aceite son relativamente pequeñas y no se presentan problemas de dispersión, aunque debe comprobarse a nivel planta piloto si no existen impedimentos para una adición rápida de aceite.

El mezclado 3 se presenta al adicionar el agua en cantidades 1:1 respecto a la masa de polvos; en este punto se hacen las mismas consideraciones que en el aceite respecto a la velocidad de mezclado. Definitivamente no se recomienda agua a altas temperaturas porque podría ocasionar un sobrecoccimiento de la mezcla antes de entrar al extrusor, que también eleva la temperatura de esta; aunque generalmente se recomienda la aplicación de calor húmedo (vapor), en la experimentación realizada no se comprobó que el efecto sea beneficioso a las condiciones trabajadas, por lo que no se recomienda aplicarlo antes de hacer una experimentación a otros niveles de tiempo y temperatura de vapor. Este factor debe considerarse como crítico, debido a la influencia que tiene sobre el pellet final.

En la experimentación realizada El mezclado en húmedo (mezc.4) no resultó relevante y por lo tanto puede manejarse el nivel de tiempo más bajo; las rpm empleadas fueron de 30, aunque en vista de las observaciones anteriores pueden reducirse sin esperar cambios en la masa final. Para pasar la masa resultante al extrusor puede usarse un carro-tina apropiado y alimentar a este equipo con pala.

En la extrusión se recomienda incorporar partículas muy finas para sellar los poros en la superficie del extruido, aumentando así la compactación de la mezcla y la estabilidad del pellet al agua (54). Por esta razón se plantea la recirculación del material fino recolectado en la fase de molienda a la extrusión. El tamaño final

de los extruidos debe ser del #32 de pulgada de diametro (8.3 mm) y 12 pulgadas de largo (30.5 cm).

Los extruidos resultantes pueden pasarse a la etapa de secado mediante la banda transportadora de malla empleada para el tunel de secado que permita recoger los extruidos al tiempo que se van formando, por lo que la velocidad de la banda tendria que ser igual a la velocidad de produccion del extrusor.

En la fase experimental se evaluo el efecto de la temperatura de secado, resultando ser un factor critico para la obtencion de un alimento con buenas caracteristicas. Este factor puede considerarse comun a cualquier tipo de secador, por lo que debe controlarse sea cual sea la seleccion de equipo.

Experimentalmente el nivel que permitio mejores caracteristicas finales fue el mas alto, por lo que se establece como nivel de operacion, pero debe recordarse que es necesario hacer pruebas de planta piloto en el equipo de seleccion. Los extruidos secos puede alimentarse al siguiente equipo de forma manual, empleando el montacargas si es necesario. Puede usarse el mismo carro-tina empleado para las masas provenientes de los mezcladores.

El triturado es una reduccion de tamaño burda, necesaria debido a que el tamaño de los extruidos no permite pasarlo directamente a la molienda; un corte más fino del material despues de la extrusion podria apelmazar al mismo y la forma no quedaria definida, siendo un detrimento en la calidad del producto. El triturado permite llegar a tamaños manejables para un molino, pero no puede realizar la reduccion fina de tamaños. En este caso se debe llevar la longitud desde 12 pulgadas hasta 1 pulgada. Las particulas pueden caer directamente a un alimentador de tornillos sinfin para entrar a la molienda.

La molienda es el acabado final del producto; en esta fase se desea obtener la mayor cantidad de material aprovechable con la menor perdida de polvos posible. La experimentacion realizada permitio establecer una criba adecuada (5 mm de diametro) obteniendo una recuperacion del 99% en las dietas seleccionadas, aunque debe experimentarse con cribas mayores para comprobar que esta criba es la mejor seleccion. Debe considerarse como operacion critica desde que determina la calidad del producto resultante y parte de la economia

del proceso. Los tamaños que se desean obtener son aquellos superiores a la malla 40 (superiores a 0.354 mm). No se plantea un límite superior, puesto que el triturado ya asegura un tamaño de 2.5 cm; en la experimentación ningún material presentó esos tamaños.

El tamizado permite eliminar las partículas que sean menores al rango establecido y poder recircularlas hacia la extrusión en forma manual. Debido a los tamaños que se requieren, la separación es considerada como fina. El producto que reúne las especificaciones de tamaño pasa entonces al envasado, que se realiza en forma manual.

El envasado en realidad conjunta dos operaciones: el pesado y el llenado del material de envase. Se ve determinada por las propiedades químicas, físicas y reológicas del producto, el tipo de envase seleccionado, la salida total de envases y/o embalajes requerida, el promedio de llenado, el costo, la disponibilidad de mano de obra, el espacio disponible, las condiciones del almacenamiento, los envíos y transportes, el mantenimiento y la naturaleza del mercado de los productos. Para los alimentos balanceados, el envase más propicio son las bolsas de papel multicapas o de capas múltiples. Están hechas en papel kraft, con un número de capas que va de 1 a 6 y con un gramaje máximo de 125 g/m². La bolsa de boca abierta tiene ventajas al utilizarse combinada con el llenado manual; la forma de sellado es mediante una tira de goma que permite la adhesión de las dos capas.

El equipo recomendado es el siguiente:

Pesado. - Se recomienda un pesado de ingredientes en bruto. Su precisión es de $\pm 0.5\%$. Para el pesado una báscula de 50 Kg es suficiente. La rapidez de pesado es de 1 bolsa por minuto en manejo manual.

Mezclado. - Ya se había mencionado que la elección recomendada es la mezcladora de brazo doble con aspas sigma. La máquina consiste en dos aspas de rotación contraria en una artesa rectangular con curva en el fondo para formar dos semicilindros longitudinales y una sección de cojinete. Las aspas se impulsan mediante engranes en cualquiera de los extremos o en ambos. El sistema de vaciado puede ser mecánico, hidráulico manual y consiste en la inclinación de la artesa. Las aspas sigma pueden emplearse con líquidos, sólidos o una combinación de ambos. Tiene una buena acción de mezclado, descargan con facilidad y son relativamente fáciles de limpiar cuando se procesan materiales

pegajosos. Las capacidades van de 300 a 600 galones. Entre las aspas y la artesa existe un claro no mayor de 1/8 de pulgada, las velocidades de las aspas son de 30 y 17 rpm.

Segun el calculo realizado, se requieren 2 mezcladoras con una capacidad maxima de 300 galones por hora trabajandose a 200 galones/hra

Extrusion. - Para esta operacion se recomienda un extrusor de tornillo; aunque existen modelos multitornillos, el costo aumenta asi como la disponibilidad del equipo. Por lo tanto se opta por un extrusor de un solo tornillo. Existen varios tipos de extrusores de un tornillo: el de pastas, de alta presion, de bajo esfuerzo con precocido, tipo Collet y de alto esfuerzo con precocido. Se recomienda el de alta presion, que comprime y forma material para un procesamiento posterior. Por otra parte, los extrusores simples se recomiendan para materiales previamente mezclados, ya que su capacidad de mezclado es baja. Al final del extrusor existen una serie de cuchillas que cortan el extruido en medidas especificas.

El extrusor Rietz tiene placas perforadas y desviadores a lo largo del recipiente. El rotor lleva las aspas inclinadas hacia adelante, lo que genera la carga de extrusion a la salida.

La capacidad requerida es de 1,688 Kg/hr. Para este volumen se requiere un diametro de tornillo de 10 pulgadas, con un motor de 150 HP y velocidad del tornillo de 50 rpm.

Secado. - Se recomienda el mismo tipo de secador que el empleado en la linea de alimento de cabezas de camarón. En base a la memoria de calculo se requieren dos secadores de 16.6 m de largo y 3 m. de ancho⁶.

Triturado. - Se recomienda una trituradora de martillos Pennsylvania, que cuenta con martillos pivotantes montados sobre un eje horizontal; la trituracion se efectua por impacto entre los martillos y las placas. Se tiene una rejilla cilindrica que se coloca debajo del rotor; las velocidades van de 500 a 1800 rpm, dependiendo del trabajo realizado.

Las capacidades van de 80 a 1500 ton/hr, por lo que la capacidad

⁶ VER ANEXO 6.2

requerida (782 kg/hr) es intermedia. Reducen el material desde 12 pulgadas a 1 pulgada.

Molienda, como ya se había mencionado en la sección experimental, el molino de martillos resulta la elección lógica por el tipo de producto y la gama de tamaños requerida. En este caso el molino Pietz resulta aceptable. Consta de un rotor con una criba circular que rodea a este completamente; los martillos pueden ser fijos o sueltos. La alimentación entra paralela al eje y se descarga radialmente al exterior. En materiales con un porcentaje de humedad menor al 20% la fuerza quebrantadora predominante es la de impacto; la alimentación debe constar de partículas de 1/8 a 2 pulgadas. El tamaño del producto va de 1.27 cm hasta malla 40. Tiene una descarga diferencial que retorna el material que no haya pasado por la criba clasificadora, asegurando el tamaño de esta. Las velocidades de los martillos van de 304 a 6707 m/min y el consumo de energía es de 5 a 100 HP. Las capacidades son de hasta 60 ton/hr. La capacidad específica requerida es de 781.3 kg/hr.

Tamizado - Se recomienda un tamizador de mallas vibratorias horizontales. Se emplean para altas capacidades y eficiencias elevadas; la capacidad para tamaños finos es mucho mayor que otros sistemas y tiene bajos costos de mantenimiento. Requiere de espacios pequeños. Para la vibración se recomienda que la fuerza impulsora sea mecánica, es decir, pesos con excéntricas engranados juntos sobre un par de ejes horizontales cortos. Por lo común el mecanismo se monta entre placas laterales y por encima del cuerpo de la criba.

La elección es un separador Svequipos que funciona bajo estos principios. Se alcanzan eficiencias de cribado del 99%. Las rpm manejadas son de 1200 y las capacidades son hasta de 6 ton/hr.

Envasado - La capacidad de envasado requerida es de 781.3 kg/hr; es decir, 30 bolsas por hora. La empacadora más recomendada para este tipo de productos es la de alimentación y cierre manual, para cierre de bolsa por engomado y pesos de hasta 130 kg por unidad. La velocidad de envasado es de 1.5 a 3 bolsas por minuto. Para el pesado se recomienda el prepesado en bruto de las cantidades mediante una balanza semejante a la empleada en el pesado de ingredientes, para 50 Kg max.

En las figuras 6.1 se presentan algunos esquemas de los equipos principales

El proceso tiene dos turnos: Uno de 7 am a 2 pm y otro de 3 pm a 11 pm. En cada turno el personal está repartido en las siguientes actividades: Pesado de ingredientes: dos personas; una encargada del pesado (jefe de almacén) y otra a cargo del acarreo de ingredientes así como transporte de los polvos al mezclador.

Mezclado.- dos personas; una encargada del acarreo y medición del aceite y agua a agregar por lote de mezclado y otra encargada del control del equipo y acarreo de las mezclas obtenidas al extrusor, con ayuda de dos carro-tina.

Extrusión.- Dos obreros encargado de la alimentación del equipo mediante palas de llenado.

Secado en tunel.- Dos personas dedicada al ajuste de la alimentación, inspección y supervisión de la operación.

Triturado.- Un obrero, encargado de la alimentación del triturador. El acarreo de los extruidos se realizaría mediante montacargas.

Molienda-tamizado.- Un obrero encargado de la recolección del material no apto para recircularlo al extrusor y de la recuperación de las partículas aptas para llevarlas a la zona de pesado.

Envasado.- Dos personas; una encargada del pesado de las bolsas y un suministrador y preparador de las bolsas así como encargado del entarimado de las bolsas llenas. El transporte al almacén se realizaría mediante un montacargas.

Total de obreros empleados para línea principal: 12

Total de obreros en planta por turno (sin el área de harina de papa)= 20

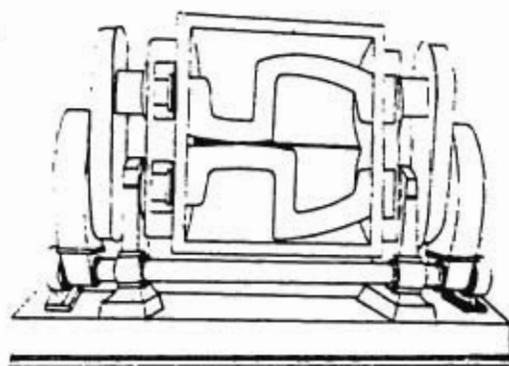
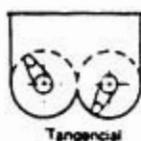
Total de obreros en planta por turno (mas el área de harina de papa)= 34

Personal de apoyo: un supervisor de producción por turno; un montacargista por turno. Un jefe de mantenimiento, un mecánico, un ayudante, un medico industrial y una enfermera. Total: 9 personas.

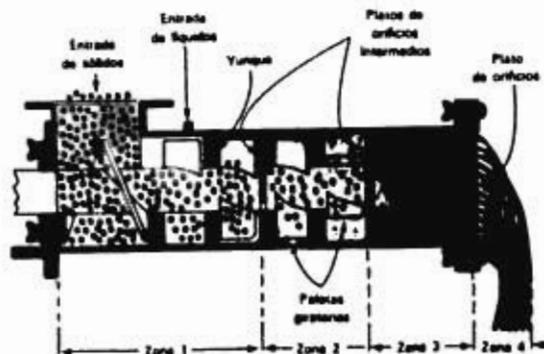
Control de Calidad: Dos analistas de materias primas y producto terminado y un tecnico laboratorista, un solo turno. Total: 3 personas.

Desarrollo de nuevos productos: Un jefe de departamento, un investigador y un ayudante, un solo turno. Total: 3 personas.

EQUIPOS DE PROCESO EMPLEADOS A NIVEL INDUSTRIAL

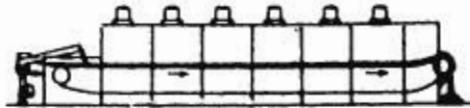


MEZCLADORA DE BRAZO DOBLE CON ASPA SIGMA

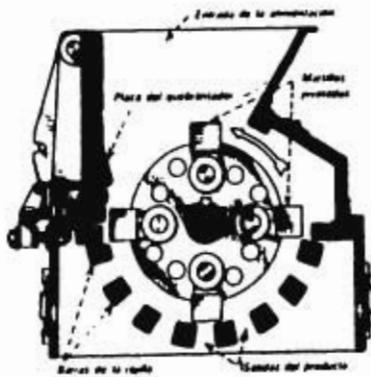


EXTRUSOR RIETZ

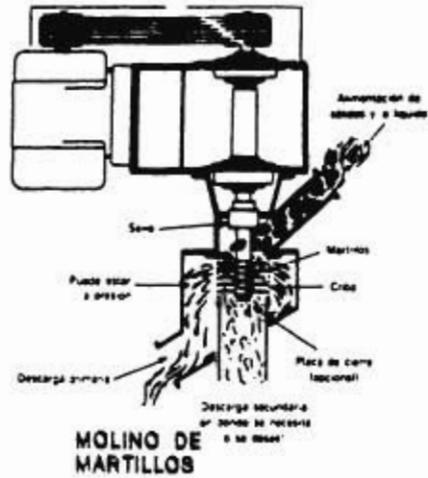
EQUIPOS DE PROCESO



TUNEL DE SECADO CONTINUO

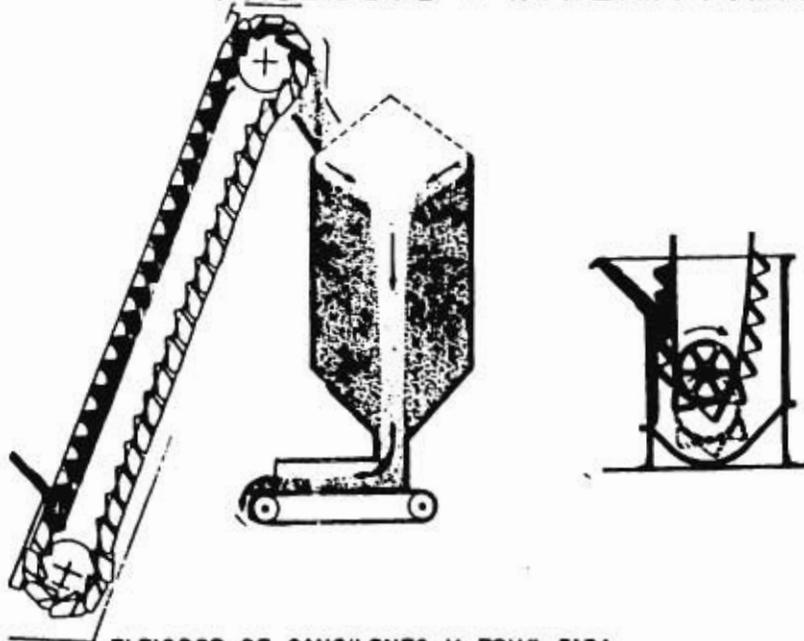


TRITURADOR DE MARTILLOS

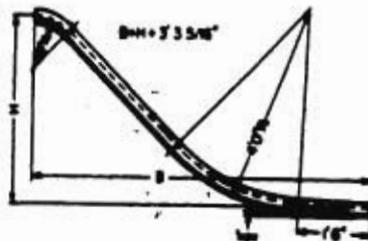


MOLINO DE MARTILLOS

EQUIPO PARA MANEJO DE PRODUCTO Y MATERIA PRIMA

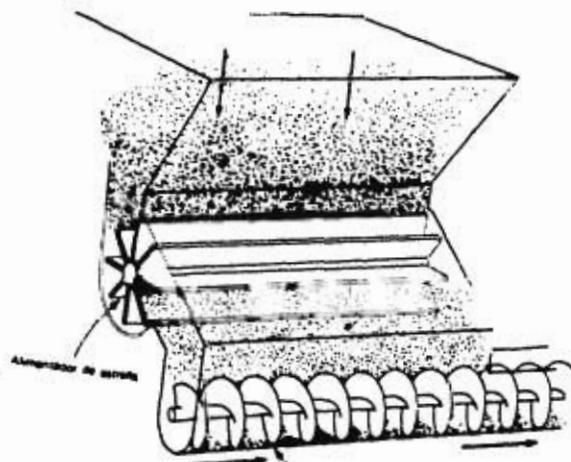


ELEVADOR DE CANGILONES Y TOLVA PARA PASTA DE SOYA



RESBALADILLA DE ACERO PARA ALIMENTACION DE PELLETS A ENVASADORA

MANEJO DE PRODUCTO



ALIMENTADOR DE TORNILLO



ENTARIMADO
DE ACEITE
Y PESCADO



ENTARIMADO
DE ING. SECOS
Y PRODUCTO
TERMINADO



COSTAL DE PAPEL KRAFT
TIPO VALVULA ABIERTA

Personal administrativo: Un Gerente General, un Gerente de Producción, un Gerente Administrativo, un Contador, un Auxiliar Contable, cuatro vendedores y tres secretarías. Total: 12 personas.

Servicios generales de la plata: Una persona de limpieza, dos veladores y dos policías auxiliares. Total: 5 personas.

6.2.4. -EQUIPOS AUXILIARES.

Existen otros equipos que no forman parte del proceso en sí pero son indispensables para el flujo del mismo. Estos son:

-**Depósito para pasta de soya a granel.** Capacidad de 55 ton. para conservación de la materia prima requerida durante un mes.

Características de diseño:

Tipo de depósito.-el material de construcción es lámina de acero al carbón. La forma del depósito es para flujo de masa simple, con compuertas de cuadrante operada con palanca.

Dimensiones: Diámetro=1.43 m. Altura= 4 m.⁷

-**Revolter de cangilones para llenado de depósito de pasta de soya.**

Capacidad= 14 ton/hr. Tiempo de uso para 55 ton=4 hrs.

Tamaño del cangilón: ancho=15.24 cm; largo=10.16 cm; profundidad=10.8 cm.

Altura máxima= 7.6 m

Ancho de la banda= 18cm

Velocidad de los cangilones= 88.6 m/min

Motor=1 HP.

-**Alimentador de tornillo sinfin para pasta de triturador a molinos.** Se plantea que el triturador esté montado sobre una estructura de acero, de manera que la descarga de este esté al nivel de la alimentación del molino. De esta forma, el material triturado puede alimentarse a una tolva anexada a un tornillo sinfin para que se asegure una alimentación homogénea y constante al molino. Además puede usarse una estrella que permita el flujo uniforme al tornillo. La capacidad requerida es de 781.3 Kg/hr, con una distancia mínima de 1 metro entre alimentación y descarga. La potencia para este equipo es

⁷ ISIDEM

de 1 HP.

-Caldera de tubos de humo.

Presión de vapor hasta 250 PSIG.

Capacidad: de 5 a 750 Caballos Caldera.

% de carga=150

Combustible: petróleo.

-Línea de vapor.-En base al gasto promedio de 0.872-1.1 Kg vapor/kg de agua evaporada, el gasto de vapor es de:

SECADO:	AGUA EVAPORADA (kg/hr)	VAPOR REQUERIDO (kg/día)	TOTAL
Extruidos prot. 35%	2,556.4	2,520.6	Línea alimentos balanceados
Extruidos prot. 30%	2,556.4	2,520.6	
Extruidos prot. 25%	7,670.4	7,563	=12,604.2 kg/día =787.8 kg/hr
Cabezas de camarón	861.6	849.5	849.5 Kg/día =106.2 kg/hr
Papa	4,208	4,148.1	4148 kg/día 518.3 kg/hr

Total para proceso simple=109 Caballos Caldera

Total para proceso con harina de papa=143.3 Caballos Caldera

-electricidad.-En este rubro se contempla la energía necesaria para los equipos de proceso y aquella empleada para la iluminación.

Sumatoria de HP requeridos para el proceso de harina de papa: 33 hp.

En kw/hr: $33 \text{ hp} \times 0.746 \text{ kw/hr} \times 1 \text{ año} \times 240 \text{ días/año} \times 8 \text{ hrs/día} = 47,206.6 \text{ kw/hr}$

Sumatoria de los HP para el proceso de alimento de cabezas: 12.4 HP

En Kw/hr: $12.4 \text{ hp} \times 0.746 \text{ kw/hr} \times 1 \text{ año} \times 200 \text{ días/año} \times 8 \text{ hrs/día} = 14,800 \text{ Kw/hr}$

Sumatoria de HP requeridos para el proceso de alimentos balanceados: 422

HP $422 \text{ hp} \times 0.746 \text{ kw/hr} \times 1 \text{ año} \times 240 \text{ días/año} \times 16 \text{ hrs/día} = 1,208,878 \text{ kw/hr}$

Para la iluminación se plantea el uso de lámparas Lumalux LU-400=400W.

Para un área de 1 m^2 se requiere de 0.01 de lámpara (dato del fabricante); para un área de 2099 (con proceso de harina de papa) el número de luminarias es de 25 luminarias. Para un área de 1762 m^2 el no. de luminarias es de 21. La energía requerida es de:

$$A) 25 \text{ luminarias}(400 \text{ w})1 \text{ año}(240 \text{ días/año})(16 \text{ hrs/día})(1 \text{ kw}/1000 \text{ w}) \\ = 38,400 \text{ kw/hr}$$

$$B) 32,256 \text{ kw/hr}$$

En base a los requerimientos de electricidad se ha decidido que es necesaria la compra de una subestación eléctrica que permita la distribución de la energía en forma apropiada.

•Agua. Los requerimientos diarios para el proceso son de 12,632 lts, diarios para la línea principal, aumentando con las necesidades de la línea de harina de papa y elevándose los requerimientos hasta 80,000 lts/día. Para cubrir esto se precisa una cisterna de 8.321 m^3 para 5 días de trabajo, como previsión a la falta de agua por la línea municipal. En el segundo caso la cisterna sería de 40 m^3 .

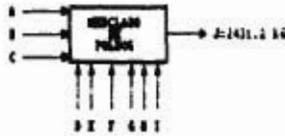
6.3.-BALANES DE MATERIA .

En las siguientes páginas se muestran los balances de materia para cada operación señalada en el diagrama de flujo.

BALANCE DE MATERIA.

PROTEINA 35X

EL UNICO BALANCE QUE SE PUEDE REALIZAR EN EL MEDIANO DE PLASMA.

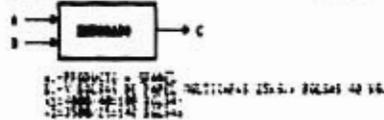


FABRILACION n. 3166: n. 7478

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
...

	PROTEINA 35X																																																																													
<p>SIMBOLOGIA IGUAL A LA ANTERIOR. FABRILACION n. 3166: n. 7478</p> <table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td></tr> <tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	<p>PROTEINA 35X</p> <p>B=1.002.385.4 A=C A=7211.8 C=7211.8+383.4 C=7595.21</p>	<p>PROTEINA 35X</p> <p>A=B=C RELACION ANCHO:PLASMA=1:1 A=7545.21 B=7545.21 C=15170.4</p>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																																										
...																																								

<p>PROTEINA 35X</p> <p>RETORNO DE POLICIDA</p> <p>B=1822.7 A=B=C C=1822.7+15170.4 C=16993.12</p>	<p>PROTEINA 35X</p> <p>BALANCE DE INGRESOS: A+B.31=8113+C(1.05) A=18.197.13</p> <p>BALANCE DE MATERIA: A+B=C, C=0-0</p> <p>SUSTITUYENDO: MOM. 56=0+14113.13-B(1.05) MOM. 56=0-0.05B+809.63 B.150=7294.5 B=7678.4 C=8521.7</p>	<p>PROTEINA 35X</p> <p>A EXTRAIDO</p> <p>A=B=C A=8521.7 C=0.81=7500 B=0.11=1822.7</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------



6.4.-DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA.

Oficinas.- En base a un área establecida para una oficina de 6 personas (80), se recomienda una construcción de dos pisos con seis cubículos en el primer piso y seis cubículos en el segundo. El área requerida es de 228 m^2 (10×22.8 mts).

Baños y vestidores.- Se considera un área de 0.25 m^2 por cubículo y seis cubículos además de un área de lockers de 2 m^2 . El área total es de 3.5 m^2 (2×1.75 mts).

Enfermería.- Un área aproximada es de 4 m^2 (2×2).

Área de laboratorios de control de calidad.- Un laboratorio de este tipo ocupa un área de 36 m^2 (6×6).

Área de desarrollo de nuevos productos.- La misma área que la anterior.

Área de desperdicios.- Se calcula un área de 24 m^2 (4×6).

Subestación eléctrica.- Las dimensiones requeridas son de $4.45 \times 2 \times 2.73$ para una subestación a la intemperie (8.9 m^2). (Ver servicios auxiliares).

Estacionamiento.- Se recomienda un área para 7 automóviles, por lo que el estimado en base al tamaño es de 50 m^2 (10×5 mts).

Área de descarga.- Para camiones de 10 Ton. el área para cuatro camiones es de aproximadamente $9.5 \text{ mts} \times 6 \text{ mts} = 57 \text{ m}^2$.

Área de carga.- Se calcula un espacio semejante (57 m^2 ; 9.5×6).

Caseta de vigilancia.- El tamaño usual es de 1.5×1.5 mts (2.25 m^2).

Área de báscula.- De las dimensiones aproximadas para un camión de 10 ton. el área sería de 8×2 (12 m^2).

Área de taller de mantenimiento.- Se estima un espacio de 5×7 mts (35 m^2).

Tanque de combustible.- Un área recomendada es de 10×5 mt (50 m^2).

Almacén de insumos y materias primas.- El insumo que se tiene por el producto son las bolsas de papel kraft. Ya se han especificado 2 medidas: 25 y 40 kg. Los requerimientos diarios de bolsas son: 340 bolsas de papel de 25 kg y 100 bolsas de 40 kg. Las necesidades mensuales de este rubro son de 6,800 bolsas de 25 kg y 2,000 bolsas de 40 kg. En forma comprimida se emplean tarimas de 1.2×1 m y el no. de bolsas por tarima va de 1,500 a 2,000.

Para los requerimientos mensuales se precisa un espacio de:

25 kg: 6.800 bolsas/1,500 bolsas/tar= 5 tarimas

40 kg: 2.000 bolsas/1,500 bolsas/tar=2 tarimas.

Total de espacio requerido:

7 tarimas de 1,2 m² c/una= 8,4 m²

Para las materias primas el acomodo tambien se haria en tarimas de 1,2m x 1m x 0,1 m, de 4 vias, y tres listones.

Harina de pescado: Debe almacenarse una existencia de 2 meses por desabastecimiento durante la epoca de veda de la sardina y anchoveta. Por imprevistos, debe tomarse otro mes de existencias. La presentacion de la m.p. es en sacos de 40 kg; en total, la cantidad a almacenar es de 90 ton. Las dimensiones de la bolsa llena son 61 cm de largo, 41 cm de ancho y 35 cm de espesor (59). El acomodo en tarimas es de 4 bolsas por nivel.

Para este tipo de producto se recomienda una altura de 6 bolsas. Con dos tarimas se tendrian por estiba:

Total de bolsas a acomodar: 90.000 kg/40 kg= 2,250 bolsas

4 bolsas/nivel(6 niveles/tarima)(2 tarimas/estiba)=48 bolsas/ estiba.
2,250 bolsas/48 bolsas/estiba= 47 estibas.

Harina de trigo: En este caso la m.p. puede comprarse durante todo el año, por lo que se plantea almacenar las existencias de un mes; la cantidad a almacenar es de 112 .04 ton. La presentacion es en sacos de 44 kg, con dimensiones iguales a la anterior (la densidad es mayor para esta harina). Con el mismo acomodo, las necesidades de espacio serian:

112,040/44 kg= 2,547 sacos

2,547 sacos/48 sacos/estiba= 54 estibas

Alimento de cabezas. - Para esta m.p. tambien se requiere un minimo de dos meses de existencias más un mes de seguridad. La presentacion es en cajas de PVC de 500 kg; las necesidades de almacenamiento son de 103,380 kg. No se necesitan tarimas ya que la caja es apta para manipularse con montacargas. La caja tiene dimensiones l=1,2m, a=1m y h=1m. Estibandose tres cajas, el numero de estibas es de:

103,380 kg/500 kg=207 cajas

207 cajas/3 niveles/estiba= 69 estibas

Aceite de pescado. - Se recomienda almacenar existencias para dos meses mas uno de seguridad. La cantidad requerida para almacenamiento es de

30,840 kg. La cantidad en litros:

Densidad del aceite=0.924 kg/lt

Presentación: tambos de 100 lts. Dimensiones: h=1.5. Diám=60 cm.

Litros requeridos: 32,987.

En una tarima de 1.2 x 1 m la cantidad de tambos por nivel es de 4. Con tres niveles por tarima y dos tarimas por estiba, la cantidad de estibas requeridas es:

$$330 \text{ tambos} / 24 \text{ tambos/estiba} = 14 \text{ estibas}$$

Harina de papa.-En el caso de procesar harina de papa el espacio requerido sería equivalente al usado para la harina de trigo, por lo que las dimensiones del almacén serían prácticamente las mismas.

Resto de ingredientes.- Los ingredientes restantes son minoritarios por lo que el espacio requerido es de aproximadamente 7 m^2 ya que no se espera desabasto de ninguno. Por lo tanto, la compra puede ser semanal incluso. Las cantidades a almacenar serían:

-Goma guar. 1908 kg en bolsas de 40 kg. Total: 48 bolsas = 1 estiba

-Ac cítrico. 127 kg en presentación de bolsa 25 kg. Total: 5 bolsas.

-Mezcla vitamínica. 635 kg en botes plásticos de 25 kg. Total: 26 bolsas.

-BHT. 12.7 kg. Presentación en bolsa de 25 kg.

El dimensionamiento final es:

No. estibas = $47 + 54 + 69 + 14 + 1 = 185$ estibas.

Acomodo: 14×14 estibas.

Dimensiones:

$$\text{Ancho.} - 1.2(14) + 2(0.4) + 13(0.1) = 18.9 \text{ mts}^1$$

$$\text{Largo.} - 1(14) + 2(0.4) + 12(0.1) + 3 = 19 \text{ mts}$$

Altura.-Altura máxima para tambos de aceite.

$$\text{Altura} = (0.1)2 + 1(3)(2) = 6.2 \text{ mts}$$

Área total = 359.1 m^2 .

El silo de almacenamiento de pasta de soya se ha dimensionado con

¹ Las formulas para dimensionamiento son: ancho = ancho estiba No. estiba + espacio entre estiba y estiba + espacio entre estiba y pared. Largo = (a estiba No. estibas) + espacio entre estiba y estiba + espacio entre estiba y pared + pasillo para montacargas. Alto = Espesor tarima (No. tarima) + altura tambor (no. tambos / tarima) (No. tambos / estiba).

anterioridad.

Almacén de producto terminado.-Calculando que la estancia máxima del material dentro del almacén debe ser de 15 días para su comercialización, el tamaño del almacén es el siguiente:

Presentación.-bolsas de 40 kg.

Producción por día:12.5 ton/día.

12.5 ton/día(15 días)=187.5 ton

187,500 kg/40 kg=4,688 bolsas

El estibado se propone igual al de la harina de pescado y de trigo:

4,688 bolsas/48 bolsas/estiba=98 estibas

Acomodo: 10 x 10

Ancho=1.2(10)+2(0.4)+9(0.1)=13.7 mts

Largo=1(10)+2(0.4)+8(0.1)+3=14.6 mts

Altura=1(0.1)+6(0.35)=2.2. mts+1 m para altura montacargas=3.2 mts.

Dimensionamiento de área de proceso.- En este caso se separan las áreas de proceso y se especifica la referencia de la cual se obtuvieron características de diseño y dimensiones.

I.-Línea de elaboración de harina de papa.

Equipo	Unidades	Dimensiones (metros)	Referencia
Banda transportadora y sistema de aspersión.....	1.....	1.3 x 3	63
Rebanador.....	1.....	0.5 x 0.51.....	63
Tina de inmersión.....	4.....	3 x 1.....	63
Secador de túnel continuo.....	2.....	3 x 15.2.....	Mem. de cálc. selec. equipo.
Turbomolino Pulvex.....	1.....	1 x 1.....	63

I. - Línea de elaboración de alimento de cabezas de camarón.

Equipo	Unidades	Dimensiones	Referencia
Secado de túnel continuo.	1	13 x 3	Mem. de cálculo. selec. eq.
Turbomolino Pulvex.	1	1 x 1	63

III. - Línea principal de alimentos balanceados.

Equipo	Unidades	Dimensiones	Referencia
Báscula de pesado ing.	1	1 x 1	63
Mezcladores.	2	2.13 x 4	62,63
Extrusor.	1	2 x 4.5	63
Secador de Túnel.	2	3 x 16.6	Mem. de cálculo. selec. equipo.
Triturador.	1	1.2 x 1	62
Molino.	1	1.2 x 1	62
Alimentador de Tornillo helicoidal.	1	1 x 0.8	62
Tornillo Tamizador.	1	0.8 x 2	62,63
Alimentador a envasadora.	1	1 x 1.5	62,63
Envasadora.	1	11.8 x 1.6	62

Secaderos. - En el caso del secadero para las cabezas de camarón el terreno es la parte superior del área de proceso, por lo que no se aumenta un costo por esto. En el caso de la harina de papa se requiere un área extra de $1,480 \text{ m}^2$ (38.7 x 38.5)

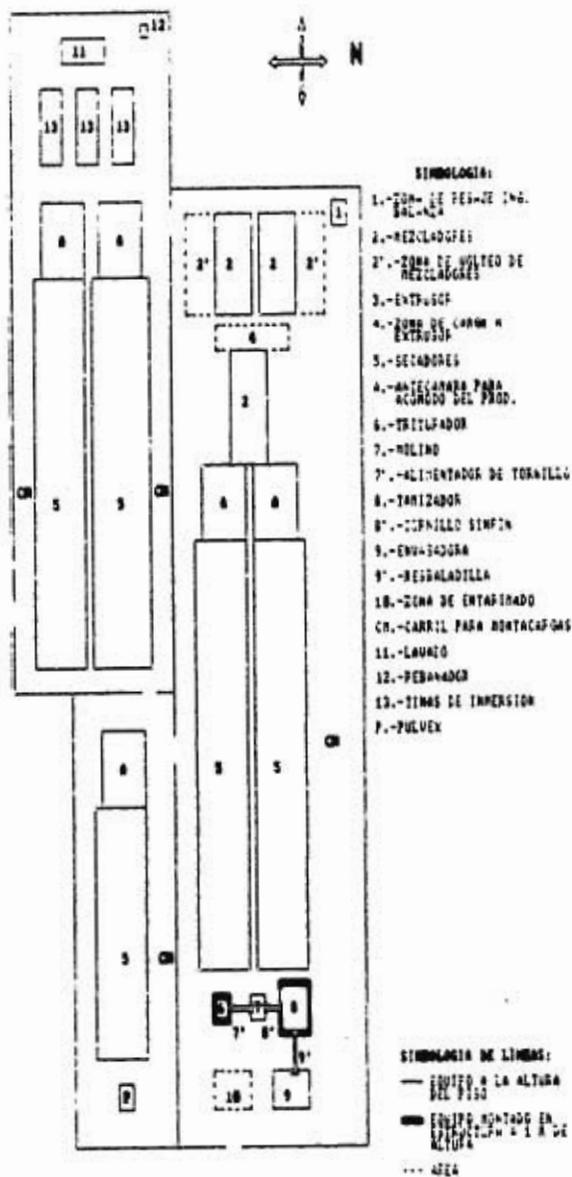
Cuarto de calderas.- El espacio recomendado es de 42.54 m^2 (6,7x6,35 mts).

AREA TOTAL REQUERIDA.

El area total, incluyendo el proceso de harina de papa, es de 5.152 m^2 . Sin el proceso de harina de papa el total es de 3.672 m^2 .

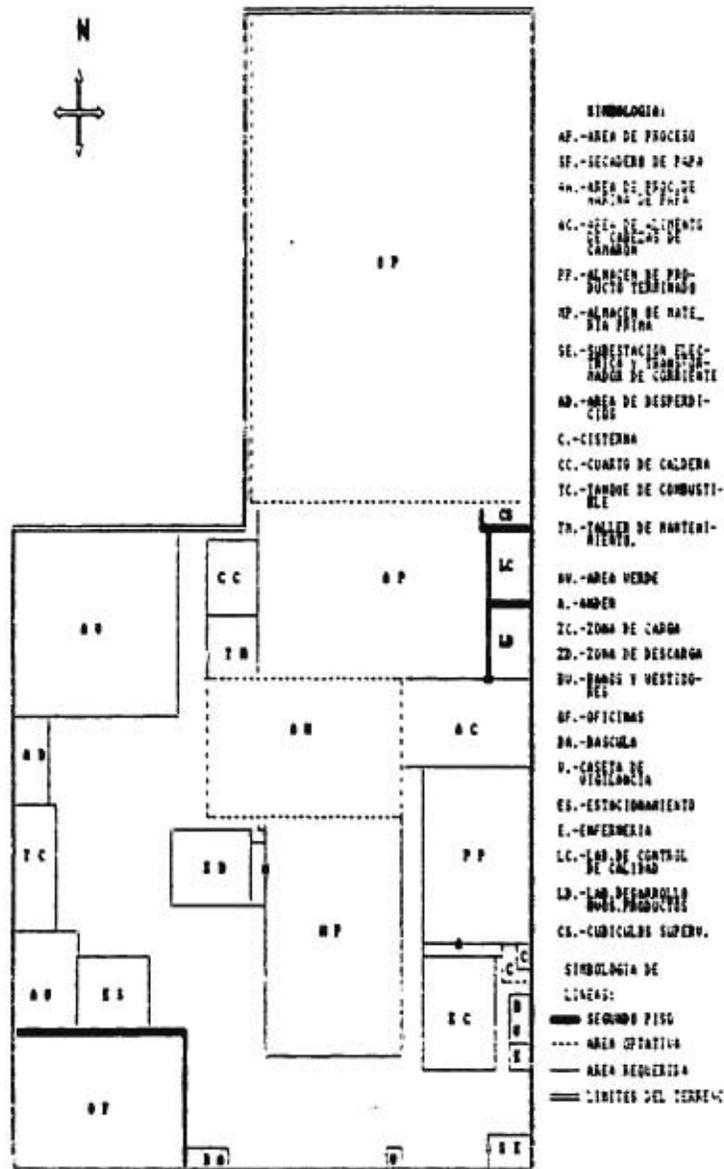
En las figuras 4.3.8.1 y 4.3.8.2. se muestran los planos de distribución de planta y de area de proceso.

PLANO DE DISTRIBUCION DE EQUIPO



ESCALA:
0.125 CM = 1 M

PLANO DE DITRIBUCION DE AREAS



- SIMBOLOGIA:**
- AP.-AREA DE PROCESO
 - SP.-SECADERO DE PAPA
 - AN.-AREA DE EDIFICIO DE PAPAS DE PAPA
 - AC.-SECCION DE CLIENTES DE CAMELON DE CAMARON
 - PP.-ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
 - AP.-ALMACEN DE RATEL DIA PAPA
 - SE.-SUBESTACION ELECTRICA Y TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
 - AD.-AREA DE DESPERDICIOS
 - C.-CISTERNA
 - CC.-CUARTO DE CALDERA
 - TC.-TANQUE DE COMBUSTIBLE
 - TN.-TALLER DE MANTENIMIENTO.
 - AV.-AREA VERDE
 - A.-AMPER
 - ZC.-ZONA DE CARGA
 - ZD.-ZONA DE DESCARGA
 - BV.-BANOS Y VESTIDORES
 - OF.-OFICINAS
 - BA.-BASICULO
 - V.-CASITA DE VIGILANCIA
 - ES.-ESTACIONAMIENTO
 - E.-ENFERMERIA
 - LC.-LAB. DE CONTROL DE CALIDAD
 - LD.-LAB. DESARROLLO DE PRODUCTOS
 - CS.-CUBICULO SUPERV.
- SIMBOLOGIA DE LINEAS:**
- ==== SEGUNDO PISO
 - AREA OPTATIVA
 - AREA REQUERIDA
 - ===== LIMITES DEL TERRENO

ESCALA: 1 : 1
0.00 CM = 1 M

6.5.-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES :PLANEACION. INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA.

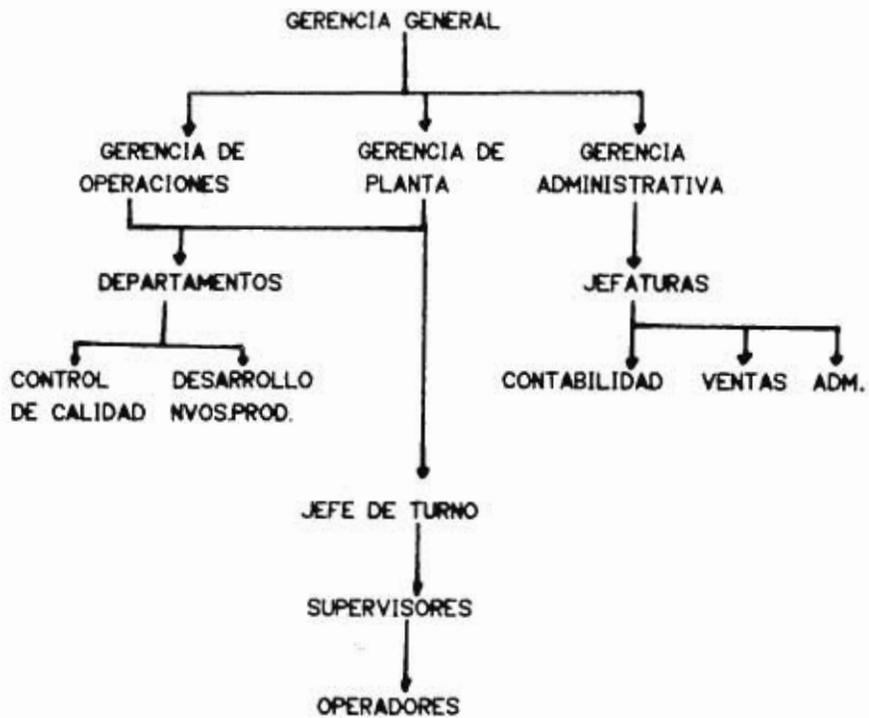
En el siguiente cuadro se muestra el tiempo estimado para hacer funcionar la planta así como los periodos pronosticados para finalizar cada actividad.

6.5.- CRONOGRAMA DE INSTALACION DEL PROYECTO

ACTIVIDAD	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ESTUDIOS DE PREINVERSION.	1/2											
ADQUISICION Y ACONDICIONA- MIENTO DEL TERRENO	1/2											
COLOCACION DE ESTILOS SOPORTE DE CLIENTES PARALELOS								1/2	1/2	1/2		
OBRA CIVIL.			1/2	1/2	1/2	1/2	1/2					
COMPRA DE EQUIPO. INSTALACION EN PLANTA							1/2	1/2				
COMPRA DE MOBILIARIO									1/2			
RECEPCION DE MATERIA PRIMA								1/2				
PRUEBAS DE ARRANQUE PARA LINEAS AUXILIARES									1/2			
PUESTA EN MARCHA Y OPERACION DE LINEAS AUXILIARES									1/2	1/2		
PRUEBAS DE ARRANQUE LINEA PRINCIPAL										1/2		
PUESTA EN MARCHA Y OPERACION DE LINEA PRINCIPAL											1/2	1/2

ORGANIZACIÓN

El organigrama propuesto para delimitar campos de trabajo y responsabilidades se muestra en el siguiente diagrama.



VII. ESTUDIO ECONOMICO

7.1.-INVERSION TOTAL. FIJA Y DIFERIDA.

Para el estudio económico se tomarán en cuenta las dos opciones existentes: con el proceso de elaboración de harina de papa y sin el proceso de elaboración del mismo. En el primer caso se denominará opción A y en el segundo, opción B.

ESTUDIOS DE PREINVERSION

Para agroindustrias se calcula que este rubro asciende actualmente a 60,000,000 de pesos.

TERRENO Y CONSTRUCCION.

De acuerdo a cotizaciones elaboradas de plantas industriales construidas, el costo del terreno más la construcción (incluyendo nivelación y acondicionamiento general) es de 184,000 pesos por m².

El costo total de terreno y construcción sería de:

A.-Con proceso de harina de papa.

B.-Sin proceso de harina de papa.

A= 948 millones de pesos.

B= 675.6 millones de pesos.

EQUIPO Y MOBILIARIO

OFICINAS:

Mobiliario requerido:	Costo unitario:	Costo total:
8 escritorios	203,789	1.630,312
4 Archiveros	188,563	754,252
12 sillas	127,661	1.531,932
4 maquinas elect.	585,600	2.342,400
2 Computadoras personales c/impresora	4.500,000	9.000,000
	TOTAL	15.258,896

VESTIDORES:

Mobiliario requerido:	Costo unitario:	Costo total:
6 lockers	200,000	1.200,000

ENFERMERIA:

Mobiliario requerido:	Costo unitario	Costo total:
1 escritorio	203,789	---
1 locker	200,000	---

TOTAL: 403,789

CALDERA.

1 caldera (para espe-
cificaciones. ver
servicios auxiliares)

8,950,000 8,950,000

LABORATORIOS DE DESARROLLO Y CONTROL DE CALIDAD.

Mobiliario requerido:	Costo unitario:	Costo total
2 Escritorios	203,789	407,578
6 sillas	77,000	462,000
2 Potenciómetros	1,534,000	3,068,000
2 balanzas granatarias	334,000	668,000
1 estufa	4,080,000	4,080,000
6 termómetros	13,235	79,410
2 digestores para micro-Khjeidhal	2,000,000	4,000,000
Vidriería y reactivos	300,000	600,000

TOTAL: 13,364,988

SUBESTACION ELECTRICA.

750 KVA.

Costo total: 11,934,528

TRANSFORMADOR.

750 KVA. Conexión delta 220/127 estrella.

Costo total: 19,828,000

BASCULA PARA CANIONES.

50 ton

Costo total: 62,000,000

MANTENIMIENTO.

Lote de Herramienta:

Un torno de banco, un taladro vertical, una sierra mecánica de 14 in,
un torno paralelo universal, una fresadora universal y un cepillo de
codo.

Costo total: 30,000,000

TANQUE DE COMBUSTIBLE.

Costo total: 8,950,000

MONTACARGAS.

Mod. ACE-40 EV

Cap=1816 kg

Motor de traccion=10 25 HP. motor de bomba=2.2 HP
 altura montacargas=2.1 m
 ancho maximo de pasadizo=2 m
 altura de levantamiento=3.7 mts
 Electricidad

Costo total=54,860,000

EL VACIO DE TANQUES

Ver especificaciones en equipo auxiliar

Costo total=4,890,000

SITIO DE ALMACENAMIENTO DE PASTA DE SOYA

Costo total=4,000,000

SECADORES AL SOL.

El costo aproximado por unidad es de 50,000. Considerando que para el proceso con harina de papa el no. total de secaderos es de 176 anaquies, el costo es de 8,800,000. Para el caso de no emplear el proceso de harina de papa el costo es de 2,800,000.

EQUIPO DE PROCESO.

I.-Linea elaboradora de harina de papa.

EQUIPO	UNIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Banda transp con sist.de aspersión	1	17,000,000	=
Rebanador	1	97,718,400	=
Tina de inmersión	4	4,000,000	16,000,000
Secador de tunel continuo	2	184,949,606	369,899,612
Turbomolino Pulvex	1	42,299,300	=

II.-Linea de elaboracion de alimento de cabezas de camaron.

EQUIPO	UNIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Secador de tunel continuo	1	158,180,755	=
Turbomolino Pulvex	1	15,000,000	=

111 Línea de alimentos balanceados

EQUIPO	UNIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Bascula			
para ingred	1	2,050,000	=
Mezclador	2	25,000,000	50,000,000
Extrusor	1	90,000,000	=
Secador de			
tunel cont.	2	201,984,657	403,969,313
Triturador	1	25,000,000	=
Alimentador			
de tornillo para			
molino	1	25,636,000	
Molino	1	30,000,000	=
Tamizador	1	13,500,000	=
Resbaladilla para			
alimentacion a			
envasadora	1	500,000	=
Alimentador			
para tamizador		14,800,000	=
Envasadora	1	40,000,000	

Total de costo de equipo para proceso con harina de papa (A):

1,401,555,381 millones de pesos

=1,401.6 millones.

Total de costo de equipo para proceso sin harina de papa (B):

858,636,069 millones de pesos

=858.6 millones.

GASTOS DE INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA.

Se calcula que este rubro abarca un 15% del costo total de los equipos. Incluye montaje, puesta en marcha, instruccion del personal y supervision de la planta durante el periodo de normalizacion de las operaciones productivas.

Costo total:

A= 210.4 millones de pesos.

B= 128.8 millones de pesos.

ADMINISTRACION Y ORGANIZACION INICIAL.

Se calcula un 1% del costo físico de la planta (11.12), es decir:

Para A= (2,597.54 millones)0.01=25.97 millones

Para B= (1,775.94 millones)0.01=17.75 millones

FLETES, SEGUROS E IMPUESTOS.

Correspondientes al traslado de los equipos desde el lugar de compra hasta la microlocalización. Se considera un costo de flete de 2,400 pesos por kilómetro recorrido. Si se prevé que la mayoría del equipo se compra en la Ciudad de México, el recorrido total es de 524 km (ver localización del proyecto). El número de fletes aproximados para el equipo de proceso es de 10 (calculado en base a las dimensiones de los equipos en relación a las dimensiones de un contenedor de carga). Para el resto del equipo y mobiliario se calculan otros diez viajes. En total, el costo aproximado es de 25,000,000 millones de pesos para el proceso A y de 19,000,000 para el proceso B. No se toman en cuenta impuestos ni seguros de carga, ya que no se pretenden importar ningún equipo y el seguro está considerado dentro del costo del flete por la compañía.

IMPREVISTOS.

Este rubro abarca 10% de la inversión total (tangibles e intangibles) (11). El costo es de:

A=(2,918.91)(.1)=291.9 millones.

B=(2001.49)(.1)=200.15 millones.

GASTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO.

En este tipo de industria es indispensable la asignación de un presupuesto anual para la implementación de tecnología destinada a abaratar los costos de manufactura y a implementar mejoras que permitan un mercado más amplio o una diversificación de productos con posibilidades de penetración. Los gastos iniciales (implementación del lugar físico, equipos iniciales necesarios y personal necesario) se incluyen en el resto de los rubros, pero una vez establecida la empresa y sin riesgos financieros, se recomienda desglosar anualmente un presupuesto equivalente al 0.5% de las ventas totales. En este caso no se incluye en los primeros cinco años de la empresa, ya que es el periodo crítico de la misma desde el punto de vista económico. Sin embargo debe considerarse después de este lapso, o si las condiciones

reales de la empresa lo permiten, desde el segundo o tercer año. No se incluye desde el principio puesto que sería arriesgado exponer un capital que puede destinarse a otras áreas de mayor prioridad. El resumen de costos y la clasificación de inversión se muestra en el cuadro 7.1.1.

El Capital de trabajo no se incluye dentro de la inversión inicial total por ser de diferente naturaleza, ya que es un capital de reintegro rápido, aunque es un monto que debe contarse como desembolso inicial. Se recomienda tomar éste como el total de egresos anuales dividido entre el no. de meses de trabajo, de manera que se cuenta como el capital de un mes de trabajo. El total sería de 324 millones de pesos, que sumados a la inversión total da un resultado de 2,525.6 millones de pesos.

7.2.-FINANCIAMIENTO.

La instalación de una empresa de alimentos balanceados implica la aportación de un capital fuerte inicial. Para poder competir en este mercado es necesario reducir al máximo el empleo de financiamientos que en los primeros años pueden repercutir en forma seria en la rentabilidad de la empresa. Por esta razón se considera que un porcentaje adecuado de financiamiento es del 36.4%² de la inversión fija total, mientras que la aportación privada debe ser del 63.6% restante. En base a esto se considera una tasa de interés del 32%³ anual con un plan de pago que permite el pago de intereses al final de cada año y el pago conjunto del último interés más todo el capital al final del quinto año. Esto con la finalidad de que la empresa cuente con mayor número de recursos en los años críticos, pero que no haga crecer tanto su adeudo como otros panes en los que se liquidan intereses y capital al final del período de préstamo.

En el cuadro 7.2.1. se realiza la amortización del crédito

² Este porcentaje se basa en un estudio de factibilidad avalado, por el Banco Nacional de México para una empresa mediana de alimentos balanceados, expuesto en un resumen de empresas apoyadas por éste.

³ Banco Nacional de México. Comunicación personal.

CUADRO 7.1.1.- CLASIFICACION DE INVERSIONES

TIPO DE INVERSION	MANTO DEL BIEN (MILLONES DE PESOS)	
	OPCION A	OPCION B
FIJA:		
EQUIPO DE PROCESO	1.401.6	652.6
EQUIPO AUXILIAR	210.24	224
MOBILIARIO	17.7	17.7
TERRENO Y CONSTRUCCION	946.0	675.6
IMPREVISTOS (10% DE LA INVERSION TOTAL)	291.89	100.15
SUBTOTAL	2.889.4	1.976.05
DIFERIDA:		
ESTUDIO DE FREINVER.	60.0	60.0
INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA	210.4	120.0
ADMIN. Y ORGANIZACION INICIAL DE LA EMPRESA	25.97	17.75
FLETES	25	19
SUBTOTAL	321.37	215.55
TOTAL	3210.8	2.091.6

TABLA DE AMORTIZACION DEL CREDITO REPACCIONARIO OPCION A

FINANCIAMIENTO: 60% SOBRE LA INVERSION FIJA TOTAL

MONTO: 1.167.6 MILLONES DE PESOS

TASA DE INTERES: 32%

PLAZO: 6 PERIODOS ANUALES

PAGOS: INTERES AL FINAL DE CADA AÑO Y CAPITAL+INTERES AL FINAL DEL 5o.

PERIODO ANUAL	MONTO (MILLONES)	INTERES	PAGO O PRINCIPAL	SALDO
0	1.167.6			1.167.6
1	1.167.6	373.632	373.632	1.167.6
2	1.167.6	373.632	373.632	1.167.6
3	1.167.6	373.632	373.632	1.167.6
4	1.167.6	373.632	373.632	1.167.6
5	1.167.6	373.632	1541.232	0

TABLA DE AMORTIZACION DEL CREDITO REPACCIONARIO OPCION B

FINANCIAMIENTO: 60% SOBRE LA INVERSION FIJA TOTAL

MONTO: 600.6 MILLONES DE PESOS

TASA DE INTERES: 32%

PLAZO: 6 PERIODOS ANUALES

PAGOS: INTERES AL FINAL DE CADA AÑO Y CAPITAL+INTERES AL FINAL DEL 5o.

PERIODO ANUAL	MONTO (MILLONES)	INTERES	PAGO O PRINCIPAL	SALDO
0	600.6			600.6
1	600.6	256.192	256.192	600.6
2	600.6	256.192	256.192	600.6
3	600.6	256.192	256.192	600.6
4	600.6	256.192	256.192	600.6
5	600.6	256.192	1056.792	0

funcionario con las consideraciones hechas aquí.

7.3. CLASIFICACION DE LOS COSTOS.

A) COSTOS DE PRODUCCION.

Del nivel que la capacidad de producción llega a su máximo de capacidad en cuatro años, se calcula que estaría trabajando a un menor porcentaje de la planta instalada por penetración en el mercado, entrenamiento de supervisores y personal en general, etc.

Se prevé que la planta funcionaría en la siguiente forma:

AÑO	PRODUCCION (ton-año)	APROVECHAMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA
1	2,100	70%
2	2,400	80%
3	2,700	90%
4	3,000	100%
5	3,000	100%

Por lo tanto, la proyección de los resultados económicos se realizarán para un periodo de cinco años, que son los críticos en la empresa.

COSTOS POR MANO DE OBRA.

El costo incluye un 30% de prestaciones salariales. Para evaluar los costos de producción para las dos alternativas evaluadas (con producción en planta de harina de papa o con compra directa de harina de trigo) se tiene un cuadro que menciona el costo de mano de obra directa e indirecta (Cuadros 7.3.1.A y 7.3.1.B).

MANTENIMIENTO.

Se calcula que el costo de este es aproximadamente un 4% del costo de los equipos (46.45); no se toma en cuenta la mano de obra por contarse dentro de la nómina anual del personal, por lo que el costo se refiere únicamente a las reparaciones necesarias y a recambios de partes gastadas.

TABLA 3.1.4
COSTO DE LA FUERZA DE OBRA

FUERZA DE OBRA	NO. DE PLAZAS REQUERIDO		SUELDO MENSUAL (PES-06)		SUELDO ANUAL (MILES DE PES-06)	
	A	B	A	B	A	B
DIRECTA						
OBREROS PARA LINEA DE FABRICA DE PAPER	14	8	715.000	8	128.120	8
OBREROS PARA LINEA DE ALIPIENTO DE CAREZAS DE CAMARON	8	8	715.000	715.000	57.200	57.200
OBREROS PARA LINEA PRINCIPAL	12	12	715.000	715.000	182.960	182.960
CONTABILISTA	2	2	715.000	715.000	17.160	17.160
SUBTOTAL	36	22			297.400	177.320
INDIRECTA						
SUPERVISOR DE TURNO	2	2	2.000.000	2.000.000	49.920	49.920
JEFE DE MANTENIMIENTO	1	1	1.560.000	1.560.000	19.720	19.720
MECANICO	1	1	1.420.000	1.420.000	17.160	17.160
AYUDANTE	1	1	650.000	650.000	7.800	7.800
ANALISTA DE MATERIAS PRIMAS	2	2	1.560.000	1.560.000	37.440	37.440
TECNICO LABORATORISTA	1	1	1.040.000	1.040.000	12.480	12.480
JEFE DE DESARROLLO DE NUCLEOS PROD.	1	1	2.600.000	2.600.000	31.200	31.200
INVESTIGADOR	1	1	1.950.000	1.950.000	23.400	23.400
AYUDANTE	1	1	910.000	910.000	10.920	10.920
SUBTOTAL	11	11			209.040	209.040
TOTAL	47	33			506.400	386.360

*18 MESES DE TRABAJO

7.1. PERSONAL ADMINISTRATIVO.

CARGO	NO. DE PLAZAS	SUELDO ANUAL (PESOS)	TOTAL ANUAL (MILLONES DE PESOS)
GERENTE GENERAL	1	5.150.000	70.2
GERENTE DE PRODUCCION	1	4.550.000	54.6
GERENTE ADMINISTRATIVO	1	4.550.000	54.6
CONTADOR	1	3.900.000	46.8
AUXILIAR CONTABLE	1	2.240.000	26.1
VENDEDOR	4	2.600.000	124.8
SECRETARIA	3	1.690.000	62.8
POLICIA DE SEGURIDAD	2	780.000	18.7
PERSONA DE LIMPIEZA	1	650.000	7.8
VELADOR	2	780.000	18.7
MEDICO INDUSTRIAL	1	910.000	10.92
ENFERMERA	1	650.000	7.8
			583.62

NOTARSE INCLUYE UN 10% DE PRESTACIONES EN EL SALARIO ANUAL.

PRELUSTRO DE GASTOS GENERALES

(MILLONES DE PESOS)

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
GASTOS GENERALES *	528.22	609.75	701.210	806.390	927.340
GASTOS DE VENTAS Y DISTRIBUCION	14.4	16.7	19.040	21.900	25.190
GASTOS ADMNISTRATIVOS	583.62	593.1	682.2	764.491	902.160

*INCLUYE GASTOS DE OFICINA

**SE INCLUYE UN AUMENTO DEL 15% ANUAL.

COSTO MANTENIMIENTO⁴

MILLONES DE PESOS)	AÑO				
	1	2	3	4	5
PAPA OPCION A:	56.06	64.47	74.14	85.26	98.05
PAPA OPCION B:	34.34	39.50	45.42	52.29	60.07

MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Las materias primas y sus costos se mencionan en el cuadro 7.3.2. Respecto a los insumos, fundamentalmente son las bolsas de papel kraft. Este insumo varía de acuerdo al siguiente cuadro:

	Costo/unidad (pesos)	Unidades empleadas-año				
		1	2	3	4	5
Bolsas de 25 kg	930	57,120	65,280	73,440	81,600	91,500
Bolsas de 40 kg	930	16,800	19,200	21,600	24,000	24,000
TOTAL ANUAL						
MILLONES DE PESOS)		68.75	90.35	114.9	142.4	155.8

SERVICIOS AUXILIARES

AGUA.- En incisos anteriores se realiza el cálculo de los requerimientos de agua para las dos opciones evaluadas. En ambos casos el aumento sería:

$$\text{Costo/M}^3 = \$170.00$$

AÑO	GASTO A	GASTO B	COSTO A	COSTO B
	M ³	M ³	(MILLONES DE PESOS)	
1	13,440	2,124	2.28	0.361
2	15,360	2,427	3.00	0.474
3	17,280	2,731	3.81	0.603
4	19,200	3,034	4.73	0.749
5	19,200	3,034	5.71	0.902

⁴ SE CONSIDERA UN 15% DE INFLACION ANUAL EN EL COSTO DE MANTENIMIENTO

CUADRO 7.3.2.

OPCION A

MATERIA PRIMA	COSTO/KG (pesos)	TONELADAS EMPLEADAS POR AÑO				
		1	2	3	4	5
Pasta de soya	850	465	532	599	665	665
Harina de pescado	1,450	256	293	330	366	366
Cabezas camarón	200	1760	2012	2264	2515	2515
Papa	350	3940	4502	5065	5628	5628
Goma guar	7,000	64	73	82	91.4	91.4
Mezcla vitamínica ⁵	62,700	1.05	1.2	1.35	1.5	1.5
Ac. cítrico	4,900	4.3	4.9	5.5	6.1	6.1
Aceite pescado	750	95.0	97.5	109.7	121.9	121.9
BHT	12,000	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6
TOTAL DE COSTOS M. P.						

(MILLONES DE PESOS ANUALES) ... 3167.5 ... 4075.5 ... 5217.6 ... 6424.4 ... 7026

OPCION B

MATERIA PRIMA	COSTO/KG (pesos)	TONELADAS EMPLEADAS POR AÑO				
		1	2	3	4	5
Pasta de soya	850	454	519	584	649	649
Harina de pescado	1,450	252	288	324	360	360
Cabezas camarón	200	1295	1480	1665	1850	1850
Harina de trigo	784	941	1076	1210	1344.5	1344
Goma guar	7,000	64	73	82	91.4	91
Mezcla vitamínica ⁶	62,700	1.05	1.2	1.35	1.5	1.5
Ac. cítrico	4,900	4.3	4.9	5.5	6.1	6.1
Aceite pescado	750	95	97.5	109.7	121.9	121.9
BHT	12,000	0.43	0.49	0.55	0.61	0.6
TOTAL COSTOS M. P.						

(MILLONES ANUALES DE PESOS)⁷ ... 2351 ... 3493 ... 4381 ... 5375 ... 5879

⁵ las cantidades corresponden al uso de la mezcla en forma concentrada (900g/ton). Colizado en BASF MEXICANA; agosto, 1994.

⁶ las cantidades corresponden al uso de la mezcla en forma concentrada (900g/ton). Colizado en BASF MEXICANA; agosto, 1994.

⁷ SE CONSIDERA UNA INFLACION DEL 15% ANUAL EN BASE A LAS PREDICCIÓN ECONÓMICAS DEL GOBIERNO ACTUAL Y A LA DEVALUACIÓN DEL PESO FRENTE AL DÓLAR ANUAL.

ELECTRICIDAD.

En base a los calculos realizados en la seleccion del equipo de servicios auxiliares se obtuvo el costo de este rubro, considerando un costo de \$49.5 por kw/hr^B y un incremento del 15% anual. Se resumen los datos obtenidos.

ARO	COSTO A (millones de pesos)	COSTO B
1	45.367	43.517
2	59.625	57.194
3	75.827	72.736
4	93.270	90.144
5	108.070	103.665

7.4. -DETERMINACION DE LA PRODUCCION MINIMA ECONOMICA.

En base al estudio de mercado realizado se fija el costo de alimento en el costo siguiente por tonelada.

ARO	COSTO P35%	COSTO P30%	COSTO P25% ^C
1	2,300,000	2,155,000	2,000,000
2	2,645,000	2,478,250	2,300,000
3	3,041,750	2,849,988	2,645,000
4	3,498,013	3,277,485	3,041,750
5	4,022,714	3,769,108	3,498,013

Debe hacerse notar que el costo del alimento en el año 1 es superior al costo actual de la competencia debido a que se estima que el proyecto tardaria un año en arrancar (año 0), por lo que se ha aumentado un 15% al costo de la competencia. Por otra parte se puede

^B cotizacion en base a recibo industrial

^C EL COSTO SE CALCULO EN BASE AL PRECIO DE LA COMPETENCIA Y A LOS COSTOS DE PRODUCCION OBTENIDOS EN EL PROYECTO. ANUALMENTE SE AUMENTA UN 15% EN EL COSTO POR TON. LOS ALIMENTOS DIFIEREN EN COSTOS DEPENDIENDO DEL CONTENIDO DE PROTEINA EN CADA UNO DE ELLOS.

observar que el costo para el alimento con harina de papa sería muy superior en relación a los costo de producción, pero se estima que un aumento en el costo del producto dejaría fuera de competencia al mismo con respecto a los ya existentes. El presupuesto de ingresos por ventas es el siguiente:

ANO	PRONOSTICO DE VENTAS (TONO)	INGRESOS POR VENTAS (MILLONES)
1	2,100	4,391
2	2,400	5,771
3	2,700	7,339
4	3,000	9,095
5	3,000	14,553

Los cuadros 7.4.1 , 7.4.2, 7.4.3 y 7.4.4. resumen las condiciones en las cuales se basa el calculo de la producción mínima económica. En estos puede observarse lo siguiente:

En la opción A los egresos superan a los ingresos aproximadamente en 1,000 millones de pesos, lo que implica una perdida en vez de una ganancia. Esta situación prevalece hasta el año 5, en el que empiezan a generarse ganancias. En base a estas observaciones puede desprenderse que esta opción es antieconómica y poco recomendable, ya que aunque el financiamiento fuera 0, no se obtendrían ganancias en los primeros años. Fundamentalmente, la nula funcionalidad económica de la opción A se debe a los siguientes factores:

- La formulación implica un mayor porcentaje de las materias primas más costosas, como la harina de pescado y la pasta de soya.
- El costo del equipo es grande respecto a la inversión total, debido a que el proceso de deshidratación de la papa implica equipos con altas capacidades de secado, aun cuando se realice un presecado del producto al sol. Aun cuando la papa es un insumo relativamente barato, su deshidratación eleva el costo en forma significativa.
- La mano de obra se incrementa al doble de los requerimientos del proceso sin elaboración de harina de papa.
- El terreno requerido para secar las hojuelas aumenta el costo de la inversión fija.

En suma, el proceso empleando como ingrediente ligante harina de papa es sumamente caro en relación a la opción B. Bajo esta perspectiva,

Tabla 7.4.1.-PRESUPUESTO DEL COSTO DE PRODUCCION OPCION A
(MILLONES DE PESOS)

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
VOLUMEN DE PRODUCCION (TON)	2.100	2.400	2.700	3.000	3.000
MATERIA PRIMA	3.167,5	4.075,5	5.217,6	6.424,4	7.826,8
INSUMOS (BOLSAS)	68,75	98,35	114,9	142,4	155,8
ELECTRICIDAD	45,37	59,63	75,83	93,97	106,27
AGUA	2,28	3,28	3,81	4,73	5,71
COMBUSTIBLE	36,8	41,4	47,61	54,75	62,96
MANO DE OBRA DIRECTA	297,44	342,86	393,36	452,37	528,22
COSTOS DIRECTOS	3.617,34	4.611,94	5.853,11	7.178,62	7.878,76
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	298,7	298,7	298,7	298,7	298,7
MANTENIMIENTO	56,86	64,47	74,14	85,26	98,85
SEGUROS E IMPUESTOS *	29,19	33,57	38,68	44,39	51,85
MANO DE OBRA INDIRECTA	289,4	248,81	276,93	318,47	366,24
COSTOS INDIRECTOS	388,25	629,55	690,77	736,82	806,84
COSTOS DE PRODUCCION	4.005,59	5.241,49	6.543,88	7.915,44	8.684,80
COSTO UNITARIO (PESOS/TON)	1.907,42	2.183,95	2.423,66	2.638,48	2.894,93

OPCION B. (MILLONES DE PESOS)

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
VOLUMEN DE PRODUCCION (TON)	2.100	2.400	2.700	3.000	3.000
MATERIA PRIMA	2.351,4	3.433,2	4.381,6	5.375,4	5.879,3
INSUMOS (BOLSAS)	68,75	98,35	114,9	142,4	155,8
ELECTRICIDAD	43,52	57,19	72,74	90,14	103,67
AGUA	0,34	0,47	0,60	0,75	0,90
COMBUSTIBLE	28,8	33,8	36,45	40,41	44,96
MANO DE OBRA DIRECTA	177,32	283,92	334,31	369,68	418,13
COSTOS DIRECTOS	2.661,25	3.868,13	4.930,66	5.988,78	6.604,78
DEPRECIACION Y AMORTIZACION	165,5	165,5	165,5	165,5	165,5
MANTENIMIENTO	34,34	39,58	45,42	52,23	60,87
SEGUROS E IMPUESTOS *	28,81	33,82	36,47	40,44	45,88
MANO DE OBRA INDIRECTA	289,4	248,81	276,93	318,47	366,24
COSTOS INDIRECTOS	429,25	468,83	514,32	566,64	636,81
COSTOS DE PRODUCCION	3.090,50	4.336,96	5.445,18	6.555,42	7.241,59
COSTO UNITARIO (PESOS/TON)	1.471,71	1.807,06	2.016,73	2.185,14	2.413,86

* SE CALCULA COMO LA 1% DE LA INVERSION TOTAL, CON UN AUMENTO ANUAL DEL 10%.

TABLA 7.4.2.-DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE LA INVERSION.OPCION A.

CONCEPTO	INVERSION INICIAL (MILLONES DE PESOS)	TASA DE DEPRECIACION ANUAL	DEPRECIACION O AMORTIZACION ANUAL					US PERIODO ANUAL \$*
			1	2	3	4	5	
EQUIPO Y MAQUINARIA	1.551.8	10%	155.2	155.2	155.2	155.2	155.2	216
NOBILIARIO	17.7	10%	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	6.85
GASTOS DE INSTALACION Y PRUEBAS DE ARRANQUE	218.4	10%	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	105.2
OBRA CIVIL	948.0	5%	94.80	94.80	94.80	94.80	94.80	47.4
FLETES, SEGUROS E IMPUESTOS	25.0	5%	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	6.15
ESTUDIOS DE PREINVERSION	60.0	10%	6	6	6	6	6	30
ADMINISTRACION PARA ORGANIZACION DE LA EMPRESA	25.97	10%	2.597	2.597	2.597	2.597	2.597	13.0
TOTAL	2,918.87		290.7	290.7	290.7	290.7	290.7	1,453.3

DEPRECIACION Y AMORTIZACION DE LA INVERSION.OPCION B.

CONCEPTO	INVERSION INICIAL (MILLONES DE PESOS)	TASA DE DEPRECIACION ANUAL	DEPRECIACION O AMORTIZACION ANUAL					US PERIODO ANUAL \$*
			1	2	3	4	5	
EQUIPO Y MAQUINARIA	1001.64	10%	100.2	100.2	100.2	100.2	100.2	341.5
NOBILIARIO	17.7	10%	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	6.85
GASTOS DE INSTALACION Y PRUEBAS DE ARRANQUE	120.0	10%	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	64.4
OBRA CIVIL	675.6	5%	33.78	33.78	33.78	33.78	33.78	168.9
FLETES, SEGUROS E IMPUESTOS	23.8	5%	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	4.75
ESTUDIOS DE PREINVERSION	60.0	10%	6	6	6	6	6	30
ADMINISTRACION PARA ORGANIZACION DE LA EMPRESA	17.71	10%	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	6.85
TOTAL	2,001.45		165.5	165.5	165.5	165.5	165.5	807.80

*US SE REFIERE AL VALOR DE SACAMENTO FISCAL O VALOR EN LIBROS.

7.4.B. CLASIFICACION DE COSTOS Y GASTOS. OPCION A.

(MILLONES DE PESOS)

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
BATERIA FRIDA	2.167.5	4.875.5	5.217.6	4.424.4	7.824.8
INSURAN	48.75	98.33	114.1	142.4	155.8
ELECTRICIDAD	45.37	59.63	75.83	92.97	100.87
AGUA	2.28	3.00	3.61	4.73	5.71
COMBUSTIBLE GASOLINA PARA CALDERAS	36.00	41.40	47.61	54.75	63.00
SUB-TOTAL	3.319.9	4.269.9	5.459.8	6.720.3	7.350.6
R. DE B. DIREC.	257.44	342.85	293.36	452.37	528.22
R. DE B. IMBIB.	306.48	582.45	669.62	778.29	885.84
DEPREC. Y AMORT.	298.7	298.7	298.7	298.7	298.7
MANTENIMIENTO	56.86	64.47	74.14	85.24	98.85
SEGUROS E IMP.	29.19	33.57	38.68	44.39	51.85
GASTOS GENERALES (GASTOS OFICINA Y OFICINAS)	538.22	609.73	701.21	804.39	927.24
GASTOS FINAN.	373.622	373.622	373.622	373.622	373.622
SUB-TOTAL	2,883.78	3,296.62	3,941.46	4,823.08	4,314.43
TOTAL DE INGRESOS	5,489.62	6,366.52	8,081.26	9,543.33	11,673.03

PRODUCCION MINERA ECONOMICA. OPCION A

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
VALOR DE LA PRODUCCION PROGRAMADA (MILLONES DE PESOS)	4,291.1	5,771.2	7,329.4	9,895.85	14,553.26
INGRESOS TOTALES	5,489.62	6,366.52	8,081.26	9,543.33	11,673.03
COSTOS VARIABLES	3,319.9	4,269.9	5,459.8	6,720.3	7,350.6
COSTOS FIJOS	2,883.72	2,296.62	2,541.46	2,823.85	4,314.43
CAPITAL NOMINAL TOTAL	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
% UTILIZADO	78	88	98	100	100
PRODUCCION PROGRAMADA	2,100	2,400	2,700	3,000	3,000
PRODUCCION MINERA ECONOMICA	4,884.96	5,671.4	7,658.74	9,885	1,731
EFICIENCIA PRODUCCION	0.51	0.65	0.74	1	1.66

PRODUCCION MINERA ECONOMICA = VALOR DE LA PRODUCCION PROGRAMADA - COSTOS FIJOS

7.4.4. CLASIFICACION DE COSTOS Y GASTOS. OPCION B.

(MILLONES DE PESOS)

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
MATERIA PRIMA INSUMOS ELECTRICIDAD AGUA COMBUSTIBLE GASES Y OXIGENOS CALDERAS	2.351.4	2.493.2	4.381.6	5.275.4	5.579.2
	68.75	58.35	114.3	142.4	155.2
	43.52	57.15	72.74	98.14	103.67
	8.24	8.47	8.68	8.73	8.98
	28.00	22.00	26.45	38.42	34.34
SUB-TOTAL	2,804.00	3,664.2	4,569.29	5,629.11	6,176.7
MANTENIMIENTO N. DE O. DIREC. N. DE O. INDIV. DEPREC. Y AMORT. PARTICIPACION SEGUROS E IMP. GASTOS VEHICULOS (AGUIEROS, PE- TAS Y OFICINA) GASTOS FINAN.	177.92	285.92	224.51	249.66	218.13
	209.48	248.91	276.93	318.47	364.24
	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5
	24.24	22.5	45.42	52.23	68.87
	28.81	22.82	26.47	28.44	25.00
	528.11	689.75	781.21	886.39	1027.24
	256.192	256.192	256.192	256.192	256.192
SUB-TOTAL	1,893.06	1,530.69	1,788.23	1,898.98	2,921.07
TOTAL DE INGRESOS	3,877.09	5,000.89	6,275.52	7,528.01	9,095.77

PRODUCCION MINERA ECONOMICA. OPCION B

CONCEPTO	PERIODO ANUAL				
	1	2	3	4	5
VALOR DE LA PRODUCCION PROGRAMADA (MILLONES DE PESOS)	4,291.1	5,771.8	7,329.4	9,095.85	14,553.26
EGRESOS TOTALES	3,877.09	5,000.89	6,275.52	7,528.01	9,095.77
COSTOS VARIABLES	2,464.83	3,664.2	4,569.29	5,629.11	6,176.7
COSTOS FIJOS	1,193.06	1,538.69	1,786.23	1,898.98	2,921.07
CAPACIDAD NOMINAL TOTAL	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
% UTILIZADA	78	58	38	198	180
PRODUCCION PROGRAMADA	2,100	2,400	2,700	3,000	3,000
PRODUCCION MINERA ECONOMICA	1,532.98	1,752.66	1,662.06	1,608.00	1,000
PROD. PROD. PROD. MIN. EC.	1.37	1.37	1.62	1.82	2.87

PROD. PROD. PROD. MIN. EC. = VALOR DE LA PRODUCCION PROGRAMADA - COSTOS FIJOS - VALOR DE LA PRODUCCION PROGRAMADA - COSTOS FIJOS

las opciones para incrementar la rentabilidad del proceso serian:

-Emplear mezclas de harina de papa y harina de trigo, de forma que el equipo de secado fuera de menor capacidad o utilizar el equipo instalado para el proceso de extruidos en diferentes turnos o los fines de semana.

-Emplear unicamente secado solar. Sin embargo, las dificultades tecnicas descritas en el capitulo de Ingenieria de Proyecto harian un tanto insegura esta opcion.

Por ultimo, aunque desde la planeacion de Ingenieria se observó un incremento de costos en la opcion A era necesario comprobarlo evaluando la totalidad de los costos y llegar hasta este punto.

Para el proceso B se presenta un panorama alentador de inversion: la produccion minima economica para el primer año es de 1,534 toneladas, mientras que el estimado es de 2,100 ton. empleando el 70% de capacidad instalada. Esto significa que la planta estaria produciendo alrededor de un 40% arriba del punto de equilibrio (donde las ganancias son iguales a las pérdidas), por lo que el año critico es superado ampliamente. En el resto de los años proyectados la relacion produccion programada-produccion minima economica es igual o superior a esta cifra. En el ultimo año proyectado, aun pagando la totalidad del adeudo más los intereses de ese año, se estaria por arriba del 180% del punto de equilibrio. Esto implica que se podría optar por un porcentaje de credito más elevado del que se ha planteado para este estudio, obteniendo aun ganancias. Otra ventaja seria que se podría soportar vender menos de la produccion realizada mientras el consumidor conoce la marca y comprueba la eficiencia del alimento. En base a los resultados obtenidos hasta este inciso, se determina continuar con el estudio para la opcion B y rechazar la opcion A.

7.5. -ESTADO DE RESULTADOS.

En el siguiente cuadro se muestra el estado economico general de la empresa con financiamiento y los flujos netos de efectivo. Las cifras se expresan en millones y redondeadas al entero más cercano. Como puede verse, el flujo neto de efectivo se incrementa sustancialmente en el ultimo año. Comparando contra la inversion

inicial total, en cuatro años se recupera ésta mas una ganancia de 200 millones de pesos y las ganancias del quinto año son libres.

CONCEPTO	AÑO				
	1	2	3	4	5
Ventas (ton)	2,100	2,400	2,800	3,000	3,000
+Ingresos/ventas	4,331	5,771	7,339	9,096	14,553
-Costos de prod.	3,091	4,337	5,345	6,475	7,112
=Utilidad marginal	1,300	1,434	1,994	2,594	7,441
-Costos generales	530	610	701	806	927
-Costos financieros ¹⁰	256	256	256	256	1,057
=Utilidad bruta	514	568	1,037	1,532	5,457
-I.S.R. 42% ¹¹	216	239	436	643	2,292
-R.U.T. 12% ¹² 10%	51	57	104	153	548
=Utilidad neta	247	272	497	736	2,619
+Depreciación/amortización	166	166	166	166	166
=Flujo Neto de Efectivo	413	438	663	902	2,785

7.6. - RENTABILIDAD DEL PROYECTO.

Para evaluar este parámetro se procede a calcular la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento, que es la tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta. Se ha decidido que la TMAR sirva de referencia al valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) en vez de tomar el valor máximo que ofrecen los bancos por una inversión a plazo fijo, ya que puede resultar un índice poco confiable en situaciones económicas

¹⁰ se incluye pago de intereses y pago a principal.

¹¹ IMPUESTO SOBRE LA RENTA

¹² REPARTO DE UTILIDADES

anormales como la vivida en 1960-1965 en la que el índice inflacionario era cercano al 90% y en comparación al rendimiento bancario siempre había pérdida (11).

La TMAR se define como la suma del índice inflacionario más un premio al riesgo. Cuanto más difícil es entrar en un mercado, mayor riesgo se tiene y mayor es la tasa de rendimiento. En este caso se considera un valor aproximado al que se tiene en el mercado de valores para empresas alimenticias y a la información recolectada en la primera fase (Estudio de Mercado). Por lo tanto se fija un 15% para el capital invertido por accionistas privados. Para el capital de financiamiento se fija la tasa de interés (32%). La TMAR total se calcula en base a una ponderación entre los porcentajes aportados por el inversionista privado y el aportado por el banco:

$$\begin{aligned} \text{TMAR inv. privado} &= 15\% \text{ inflación} + 25\% \text{ premio al riesgo} = 40\% \\ \text{TMAR Banco} &= 32\% \end{aligned}$$

	% aportación		TMAR	Ponderación
Inversionista privado:	0.6	X	0.40	= 0.24
Banco:	0.4	X	0.32	= 0.128
			TMAR Global =	0.368

Por lo tanto el rendimiento mínimo que deberá ganar la empresa es del 36.8%, que es superior a la tasa del 32% ofrecida por los bancos.

La ecuación seguida para el cálculo de la TIR es la siguiente:

$$P = \text{FNE}_1/(1+i)^1 + \text{FNE}_2/(1+i)^2 + \text{FNE}_3/(1+i)^3 + \text{FNE}_4/(1+i)^4 + \text{FNE}_5/(1+i)^5$$

Donde P = Inversión total - Cantidad prestada = 2,201.6 - 800.6 = 1,401 y FNE = flujos netos de efectivo del año 1 a 5.

El porcentaje que satisface la igualdad:

$$1,401 = 413/(1+i)^1 + 438/(1+i)^2 + 663/(1+i)^3 + 902/(1+i)^4 + 2,785/(1+i)^5$$

es 0.435 = 43.5%. Esto constituye un valor más alto que la tasa de rendimiento mínimo expuesta, por lo que el proyecto se acepta como rentable. Debe hacerse notar que el proyecto acepta una variación en el monto del préstamo expuesto, aumentando la TIR respectiva.

VIII.CONCLUSIONES

Del trabajo realizado pueden desprenderse las siguientes conclusiones y recomendaciones:

-Aun cuando en las primeras etapas del proyecto (abastecimiento de materias primas, Ingeniería del Proyecto) la utilización de harina de papa no representó ningún problema, el análisis económico determinó poco rentable el proyecto empleando esta materia prima. Esto significa que en la bibliografía existen numerosas materias primas que pueden emplearse para la elaboración de alimento para tamarón, pero cuyos alcances económicos pueden ser limitados. Por esta razón el balance técnico-económico resulta de relevancia primordial para poder establecer una dieta artificial con verdaderas posibilidades de uso a nivel industrial.

-Los alimentos experimentales diseñados tuvieron resultados positivos respecto al desarrollo de la especie estudiada. Sin embargo, esto no significa que las formulaciones sean las óptimas; sobre todo teniendo en cuenta el aspecto integral que se ha pretendido seguir a lo largo del trabajo. Se requieren un mayor número de estudios para la obtención de dietas artificiales acordes a las materias primas, tecnologías y equipos existentes en el país, de forma que se otorgue la importancia necesaria a cada punto del desarrollo y obtención de un producto para acuicultura.

-Un "estudio de escritorio" no hubiera revelado si el alimento diseñado tenía oportunidad de competencia a nivel de crecimiento de la especie. En el caso especial de alimentos para acuicultura el estudio de rentabilidad debe estar respaldado por pruebas a nivel laboratorio y si es posible en planta piloto, que aporten evidencia del valor biológico del alimento en el desarrollo de la especie estudiada, a fin de validar ante el acuicultor la efectividad de la dieta.

-Es notoria la carencia de información respecto al desarrollo del proceso a nivel industrial en este campo, por lo que se requieren mayores estudios de Ingeniería para determinar posibles alternativas

al proceso planteado. La herramienta de la Ingeniería de Calidad puede dar un avance significativo en pruebas a nivel planta piloto para la minimización de costos y la obtención de los parámetros de proceso óptimos. Por el momento ya se han determinado las operaciones más importantes involucradas en las variables de respuesta señaladas en el capítulo de Adaptación del Proceso, por lo que se recomienda seguir con la misma línea de investigación a fin de evaluar la curva de secado del producto, la reología de la mezcla de polvos y su importancia dentro de la homogeneidad del producto, la relación ingrediente ligante-temperatura de secado y el resto de la caracterización formal de la tecnología empleada.

-Respecto al estudio económico, se recomienda probar con otras alternativas de financiamiento que aumenten la Tasa de Retorno sin que deterioren demasiado las ganancias anuales. Este estudio preliminar demuestra flexibilidad a ese respecto, por lo que la evaluación se puede someter a diferentes niveles de financiamiento para verificar si los resultados siguen siendo positivos. Por otra parte se recomienda realizar el análisis de sensibilidad respecto al volumen de ventas para dar un intervalo de confianza que permita determinar las condiciones mínimas de ventas.

-El beneficio social obtenido de la construcción de una planta de este tipo, más que repercutir a nivel local, tendría un efecto favorable para el cultivo de camarón a nivel nacional. Ya se ha discutido la necesidad de alimentos balanceados que permitan mejores resultados en la acuicultura. Por otra parte, al existir infraestructura de apoyo como la fácil adquisición de dietas artificiales de buena calidad, se motivaría a los ejidatarios a abrir o ampliar las hectáreas de producción en el Estado.

-Debe pensarse en diversificar los productos manufacturados para intervenir en alimentos balanceados destinados a otras especies de acuicultura que, según el panorama observado, tendrán demanda en los próximos años. Pueden mencionarse los alimentos para langostino, trucha arcoiris, tilapia y salmón. Estas opciones elevarían las

oportunidades de inversión sin aumentar el costo del equipo, ya que en realidad es el mismo.

- Por último, este estudio permite señalar la importancia de superar las deficiencias en el ramo de alimentos balanceados para especies acuaculturales si se desea que México sea un país con posibilidades de exportación ante naciones que llevan la delantera por una larga tradición de investigación y desarrollo en el rubro de la acuicultura. Es evidente que este esfuerzo debe llevarse a cabo por grupos de trabajo multidisciplinarios para lograr avances lucrativos y el Ingeniero en Alimentos no puede quedar al margen de este hecho.

ANEXOS

ANEXO 3.1.-LOCALIZACION DE LAS POSIBLES EMPRESAS PROVEEDORAS DE
MATERIAS PRIMAS

1) PLANTAS ACEITERAS PRODUCTORAS DE PASTA DE ACEITE

RAZON SOCIAL	LOCALIZACION
Aceitera El Salto, S.A.	El Salto, Jal.
Aceitera La Junta, S.A. de C.V.	Guadalajara, Jal.
Fabrica de Aceites La Central, S. A.	Guadalajara, Jal.
Aceitera Tapatia.	Guadalajara, Jal.
Grasas Vegetales, S.A.	Guadalajara, Jal.

2) PLANTAS ELABORADORAS DE HARINA DE
PESCADO

RAZON SOCIAL	LOCALIZACION
Alimentos Concentrados de Guaymas, S. A. de C.V.	Guaymas, Son.
Harina y Aceite de Pescado de Occidente	Mazatlán, Sin.
Industrializadora de Productos Marinos, S.A.	Guaymas, Son.
Industrias Marítimas de Baja California, S.A. de C.V.	Ensenada, B.C.N.
Pescados Industrializados, S.A.	Mazatlán, Sin.
Pesquera del Pacifico.	Ensenada, B.C.N.

3) PLANTAS QUIMICAS DE
ADITIVOS

RAZON SOCIAL	LOCALIZACION
Quimica Hercules.	Guadalajara, Jal. Monterrey, Nvo. Leon.
Complex Quimica, S.A.	San Luis Potosí, S.L.P. Monterrey, Nvo. Leon.

4) COMPARTAS ELABORADORAS DE PREMEZCLAS
VITAMINICAS

RAZON SOCIAL	LOCALIZACION
VIMISON, S. A. de C. V	Cd. Obregón, Son.
VIMCO, S. A.	Distrito Federal.
PREVIMEX	Guadalajara, Jal.
MERCK DE MEXICO, S. A.	D. F.
BASF DE MEXICO.	D. F.

5) CONGELADORAS DE CAMARÓN (CABEZAS DE CAMARÓN)

RAZON SOCIAL	LOCALIZACION
S. C. P. P. Ignacio Comonfort, S. CL.	Mazatlán, Sin.
Copropiedad Coop. Planta Reno	Mazatlán, Sin.
F. R. S. C. I. P. Norte de Sinaloa.	
Sur de Sonora I y II, F. C. L.	Los Mochis, Sin.
S. C. P. P. El Brinco, S. C. L.	El Castillo, Sin.
S. C. P. P. Isla de Venados, S. C. L.	Mazatlán, Sin.
Congeladora RAMSA	Guaymas, Son.
Productos Congelados	Guaymas, Son.
Guaymas Copropiedad	Guaymas, Son.

6) HARINERAS (TRIGO)

RAZON SOCIAL	LOCALIZACION
Molinera del Fuerte, S. A.	Los Mochis, Sin.
Harinera de Culiacan, S. A.	Culiacan, Sin.
Molino Los Vascos, S. A.	Tlalnepantla, Edo. de Méx.
Harinera Nacional, S. A.	D. F.

ANEXO 6.1.- MEMORIA DE CALCULO PARA SELECCION DE EQUIPO.

ESASA DE XARSA DE SASA

Tiempo de inmersión.-

Capacidad= 1200 lts.

No. requerido: litros de solución por día=66,000 lts

$66,000/7 \text{ hrs} = 9428.6 \text{ lts./hr}$ (0.5 hrs^8) = $4714 \text{ lts./1,200 lts tina} = 4$

El no. de tinas es de 4.

Secado al sol.-

El espacio requerido para los secadores es:

Densidad de acomodo= 5 kg/m^{10}

Capacidad diaria requerida= 22,200

$$22,200(1 \text{ m}^2/5 \text{ kg})=4,440 \text{ m}^2$$

$$4,440 \text{ m}^2/3 \text{ niveles}=1,480 \text{ m}^2=38.5 \times 38.5 \text{ mts.}$$

Para una unidad de $2 \times 2 \text{ mts}$ el número total de anaqueles es:

$$1,480/4(3 \text{ niv})=124 \text{ unidades.}$$

Se calcula que para el acomodo de una unidad una persona requiere de 10-15 minutos. Para el acomodo de 124 unidades se necesitan:

$$124 \text{ unidades}(0.17 \text{ hrs/unidad})=21 \text{ horas/hombre.}$$

Secado en túnel.-

Debido a que no se cuentan con especificaciones de tiempo de secado para este producto, se procede a calcular el mismo para obtener un aproximado de la longitud del túnel necesaria para las capacidades requeridas.

Segun datos de Van Arsdel (81) el tiempo de secado en un secador por lotes para papa en rebanadas con un contenido inicial del 5% y un contenido final del 15%, temperatura de 80°C y una carga de 7 kg/m^2 es de 1 hora. Según datos de diseño (76) el secador de túnel continuo reduce los tiempos de secado a aproximadamente la mitad del tiempo. De esta forma el tiempo de secado se reduciría a 0.5 hrs. Tomando estas referencias como base, el área requerida de secado es:

$$1,276.5 \text{ kg/hr}(1 \text{ m}^2/7 \text{ kg})(0.5 \text{ hrs})=91.18 \text{ m}^2.$$

¹⁰ tiempo de inmersión+ tiempo de descarga

¹¹ Dato experimental

¹⁰ PARA LOS CALCULOS NECESARIOS EN LA SELECCION DE EQUIPO CONSULTAR EL ANEXO 6.2 DENOMINADO MEMORIA DE CALCULO.

¹¹ VEASE ANEXO 6.2.

Si se divide el area en dos secadores:

$$A = 45.6 \text{ m}^2 \text{ por secador.}$$

Los anchos de banda mas usuales van de 1 a 12 fts (0.3 a 3.7 mts).

Empleando una banda de 3 mts de ancho:

$$45.6/3 = 15.2 \text{ mts de longitud.}$$

Sumando a la longitud 3 mts como espacio de antecámara para el acomodo del producto en la banda:

$$15.2 + 3 = 18.2 \text{ mts. longitud.}$$

El largo es aceptable, puesto que las longitudes comerciales van de 9 a 32 mts. La velocidad de la malla debe ser de:

$$15.2 \text{ mts} / 0.5 \text{ hrs} = 30.4 \text{ mts/hr.}$$

SISTEMA DE SECAJATO DE PASADIZO DE CARBON

Secado al sol. -

Espacio Requerido:

$$9,250 \text{ kg} (1 \text{ m}^2 / 5 \text{ Kg}) = 1850 \text{ m}^2$$

$$1,850 / 3 \text{ niveles} = 617 \text{ m}^2 = 38 \times 16 \text{ mts}$$

El total de unidades requeridas es de:

$$617 / (3 \times 4) = 52 \text{ anaqueles.}$$

Secado en horno. - Para el calculo aproximado del tiempo de secado deben emplearse algunas ecuaciones, ya que no se cuenta con los datos experimentales por haberse realizado el secado empleando unicamente energia solar:

$$a = 4(0.5D_0 + (1-F)/D_0)Z \dots\dots\dots (\text{Ec. para partículas cilíndrica ref. 76})$$

Donde a=area de transmisión de calor ($\text{ft}^2 / \text{ft}^2$ de lecho)

F=fracción de vacío

D₀=diam. del cilindro, ft.

Z=altura del cilindro, ft.

NOTA: el término 0.5D₀ se omite cuando las partículas son largas en comparación a su diámetro.

Considerando la forma de la cabeza como un cilindro con diámetro de 2

cm y largo de 5 cm¹².

Densidad de producto fresco=85.013 lb/ft³

Densidad del producto seco=19 lb/ft³13

$$a=4(0.5(0.78/12))+(1.96/12)(1-(85.0139-19)/100)/0.78/12(1.96/12)$$

$$a=17.47$$

Para obtener el coeficiente convectivo se propone una velocidad superficial de 150 ft./min -promedio de velocidad en secadores comerciales de tipo continuo (76)-, una temperatura de 176°F (80°C) y una viscosidad del aire correspondiente a esa temperatura de 0.022 cp (0.0532 lb/ft hr). Considerando una esfera que tiene la misma área superficial que la cabeza, el Dp=0.1128 ft¹⁴. El No. de Reynolds es igual a:

$$Re=0.1128 \text{ ft}^2(150(60)/19)/0.05322=1003.97 > 350$$

Para Re>350 la ecuación empleada para el coeficiente convectivo es:

$$hc=0.11G^{0.99}/Dp^{0.41}=0.11(9000/19)^{0.99}/(0.051)^{0.41}=14.11$$

Omitiendo la transmisión de calor por radiación y conducción, la temperatura de los sólidos es igual a la temperatura de bulbo húmedo.

El tiempo total de desecación se da entonces por la ecuación:

$$B=(Wc-We)\rho_s \lambda d/G C_s(t_1-t'_s)(1-e^{-(hc d/\rho_s C_s)})^{15}$$

B= Coeficiente para el tiempo total de desecación.

Wc=contenido crítico de humedad promedio, lb H2O/lb sólido seco

We=Contenido de humedad de equilibrio promedio, lb h2o/lb ss

hc= coef. convectivo, BTU/hr ft² °F

t1=temperatura del aire de entrada, °F

t's=temperatura de los sólidos=Tb. h. °F

ρ_s =Densidad del sólido seco, lb/ft³

λ =Calor latente de vaporización del agua, BTU/lb

G=velocidad masica del aire, lb/hr ft²

12 dato experimental.

13 *ibid.*

14 El area del cilindro es de $2\pi rh + \pi d^2/4 = 2\pi(0.78/2)(1.96/12) + \pi(0.78/2)^2$.

$a = 0.08098$. El area de una esfera es de $4\pi r^2$; $0.08098 = 4\pi r^2$;

$r = 0.0506$, $d = 0.1012$ ft¹⁵.

15 ref. Biblioteca del Ing. Químico, Vol 9, pag. 20-25.

La relación volumen: peso es de 1:2²⁰. Por lo tanto, para una capacidad como la requerida se recomiendan 2 mezcladoras de 200 galones=400 Kg, para que funcionen en forma alterna como sistema semicontínuo:

$$400 \text{ Kg}(2 \text{ ciclos}/1 \text{ hr})=800 \text{ kg} \times 2 \text{ mezcladores}=1,600 \text{ Kg/hr}$$

Las especificaciones para las mezcladoras de 200 gal. son:

Capacidad de trabajo=200 gal.

Capacidad máxima=300 gal

HP para espas sigma=75 HP

Secado en túnel. - En base al procedimiento descrito y a las ecuaciones empleadas en el dimensionamiento anterior, se procede a calcular el de los extruidos.

$$s=4(1)(1-(48.8-17.68)/100)/2.604 \times 10^{-3}=478.03 \text{ ft}^2/\text{ft}^3$$

$$Re=0.051 (9000/19)/0.0532=6935.5 > 350$$

$$hc=0.11(9000/19)^{0.59}/(0.051)^{0.41}=14.11$$

Considerando un valor de 0.5 para la humedad crítica -que es un valor promedio para alimentos (81)- y una humedad de equilibrio de 0.02048 -valor experimental correspondiente al 2% de humedad-, con una humedad del aire de 0.04 -valor típico,(76)- para un lecho de 2 pulgadas:

$$B=\frac{(0.5-0.02048)(17.68)(1027)(2/12)}{(7234.7)(0.2578)(176-109)(1-e^{-\frac{14.11(478.03)(2/12)}{7234.7(0.2578)}})}$$

$$B=0.026$$

$$\theta_T=0.026(1-0.5/0.5-0.02048)+\ln 0.5-0.02048/0.0525-0.02048 \\ =0.098 \text{ hrs}=5.88 \text{ min.}$$

Se recomienda elevar este valor al triple para asegurar el dimensionamiento del túnel (76); por lo tanto, el tiempo de secado se considera de 17.64 min. Es un valor que cae dentro de la gama expuesta para diversos materiales orgánicos en las tablas de selección (76)

Cálculo de la malla transportadora:

Capacidad a cubrir: 1,688 Kg/hr

Densidad del producto=6.1 Kg/m²²¹

$$1688 \text{ kg/hr}(1 \text{ m}^2/6.1 \text{ Kg})(0.294 \text{ hrs})=81.3 \text{ m}^2$$

²⁰ IBID

²¹ Datos experimental

Dividiendo el área entre dos secadores, el área respectiva es de 40.65 m².

Ancho de banda=3 mts

40.65/3=13.6+3 mts para antecámara de acomodo=16.6 mts.

~~QUISPO, ALXSSS~~

Densidad a granel del producto: 625 kg/m³.

Volumen requerido:

$$50,000 \text{ kg} (1 \text{ m}^3 / 625 \text{ kg}) = 80.0 \text{ m}^3$$

Considerando un diseño de cilindro y fijando una altura:

$$h = 4 \text{ mts.}$$

$$\text{Area} = 80.0 / 4 = 20.0 \text{ m}^2$$

$$A = 2\pi r(h+r)$$

$$A/2\pi = r(h+r)$$

$$5r = A/2\pi$$

$$r = 0.713 \text{ m}; d = 1.43 \text{ m}$$

A la altura señalada debe agregarse 0.5 mt para la tolva

²² Dato experimental

ANEXO B.1.

LISTADO DE REFERENCIAS EN EL TEXTO

- 1.-Lovell,T. *Nutrition and Feeding of Fish*.1989
- 2.-Redmayne,C. *World Aquaculture Developments*.1989
- 3.-Jiménez,D.V. *Análisis y Evaluación de Alternativas Para Incrementar la Producción de Camarón en México*.1988
- 4.-Teshima et al. *Requirements of the Larval Prawn P.japonicus for Cholesterol and Soybean Phospholipids*.1982
- 5.-Tacon,A. *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp*.1987
- 6.-Balazs,G. et al.*Preliminary Studies on the Preparation and Feeding for Crustacean Diets*.1973
- 7.-Cosio,I. et al. *Conversion of the Enzymatic Hydrolysate of Shellfish Waste Chitin to Single-Cell Protein*.1981
- 8.-Contreras,L. *Comunicación Personal*.Secretaría de Pesca,1990
- 9.-Estrada,S.L. et al. *Estudio de Factibilidad Técnico Económica para una Granja Y Congeladora de Camarón en el Estado de Veracruz*.1989
- 10.-New,M. *Giant Prawn Farming*.1982
- 11.-Baca,U. *Evaluación de Proyectos*.1989
- 12.-Soto,R. *La Formulación y Evaluación Técnico-Económica de Proyectos Industriales*.1981
- 13.-Wheaton,F. *Acuacultura. Diseño y Construcción de Sistemas*.1982
- 14.-Considine,D. et al. *Food and Food Production Encyclopedia*.1982
- 15.-Maya,R. *Las Cooperativas de Puerto Peñasco*. 1985
- 16.-FONDEPESCA. *Guía Para la Formulación de Proyectos de Camaronicultura*.1988
- 17.-García,M.H. *El Cultivo del Camarón en el Japón*. 1987
- 18.-Juárez,P. *Acuacultura*.1987
- 19.-Rodríguez de la C. *Manual Técnico Para la Operación de Granjas Camaroneras*.1988
- 20.-INEGI. *Boletín de Información Oportuna del Sector Alimentario*.1987-1990.
- 21.-Dugger,D. *Shrimp Farming in Mexico: Yesterday, Today and Tomorrow*.1990
- 22.-Moreno,L. *El Cultivo del Camarón en México*.1985
- 23.-García, M.H. *La Camaronicultura en México*.1985.

- 24 -Rodriguez, C. *La Aeroindustria de Alimentos Balanceados en Mexico*. 1986
25. -Anonimo. *Panorama Camaronero*. 1986
- 26 -Blancarte, E. *Los Recursos Pesqueros en el Desarrollo Nacional: el caso del camaron en Mexico*. 1979
- 27 -Kortbech, O. *El Mercado Mundial de Camarones esta Creciendo en Europa Occidental*. 1988
28. -Anonimo. *Shrimp Market Trends and Characteristics U.S.A. and Europe*. 1986.
29. -Centro de Comercio Internacional. *Estudio del Mercado Mundial de Camarones, Gambas y Langostinos*. 1983
30. -Grover, J. *Revision de las Actividades Acuaculturales en Mexico*. 1985
31. -Booz-Allen et al. *Estudio Preliminar de la Camaronicultura en Mexico*. 1988
32. -Lovell, T. *Nutrition and Feeding Highlights from the World Aquaculture Society Meeting*. 1990
33. -Rosenberry, B. *World Shrimp Farming: Can the Western Hemisphere Compete with the Eastern?* 1990
34. -Varios. *Aquaculture Magazine Buyer's Guide*. 1991
35. -Gómez, C. et al. *Tendencias y Opciones de la Producción de Carne en México*. 1990
36. -Varios. *Nutrient Requirements of Domestic Animals*. 1977
37. -Sandifer, P. et al. *Growth Responses and Fatty Acid Composition of Juvenile Prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) Fed a Prepared Ration Augmented with Shrimp Head Oil*. 1978
38. -Conrad, J. *A Rainbow Trout Farm in Central Mexico's Highlands*. 1991
39. -Echeverría, R. *Transnacionales, Agricultura y Alimentación*. 1982
40. -Kanazawa, A. *Studies on the Nutrition Requirements of the Larval Stages of *P. japonicus* using Microencapsulated Diets*. 1979
41. -Boonyatparalin et al. *Diet Preparation for Aquarium Fishes*. 1977
42. -Hastings, W. et al. *A Commercial Process for Water Stable Fish Feeds*. 1982
43. -Jaswani, H. *Formulation of Cheaper Artificial Feeds for Shrimp Culture: Preliminary Biochemical, Physical and Biological Evaluation*. 1979

44. -Papies, S. *Producción de Algas y Textiles*. 1980
45. -Varios. *II Taller Nacional de Cultivo de Camarón*. 1983
46. -Ojeda P. *Informe de Labores*. 1985
47. -Javier, L. *Obtención de Harina de Papa*. 1985
48. -Murillo, G. *Obtención de Almidón de Papa*. 1990
49. -INEGI. Sinaloa: *Cuadernos de Información Para la Pinnacator*. 1990
50. -Revah-Moiseev, S. *Conversion of the Enzymatic Hydrolyzate of Shellfish Waste Chitin to Single-Cell Protein*. 1981
51. -Knorr, D. *Use of Chitinous Polymers in Food*. 1984
52. -Benita, S. *Microencapsulation*. 1980
53. -Rodríguez, F. *El Cultivo del Camarón Azul*. 1984
54. -Pruginin, Y. *Cultivo de Peces Comerciales*. 1989
55. -Ross, J. *Taguchi Techniques for Quality Engineering*. 1989
56. -Robinson, E. *Design and Evaluation of Practical Feeding Studies*. 1990
57. -Lovell, T. *Critical Review of Nutrition Research Methods*. 1989
58. -Arredondo, F. *La Acuicultura en México: de los Conceptos a la Producción*. 1990
59. -Perry et al. *Biblioteca del Ingeniero Químico*. 1988
60. -Kuri-Nivón, E. *Instructivo para la Determinación del Factor de Conversión Alimenticia*. 1979
61. -Dziezak, J. *Food Extrusion*. 1980
62. -Rosenstein, E. *Diccionario de Especialidades para la Industria Alimentaria*. 1980
63. -Anónimo. *En Sinaloa, 98% de la Producción de Camarón Cultivado*. 1990
64. -Anónimo. *Ningún Daño con la Colecta de Larvas Silvestres*. 1990
65. -Van Arsdel, W. *Food Dehydration*. 1967
66. -Huner, J. *Crustacean and Mollusk Aquaculture in the U.S.A.* 1985.
67. -García, M.H. *La Acuicultura en México*. 1987

BIBLIOGRAFIA

1. - Anónimo. Panorama Camaronero. En: Pesca Marina. Nov-Dic 1986. Vol. 3R. Págs. 5-17.
2. - Anónimo. Shrimp Market Trends and Characteristics U.S.A. And Europe. Infofish, Nov-1986. 30 p.
3. - Anónimo. En Sinaloa, 98% de la producción de camarón cultivado. En: Evaluación de los avances del programa de acuicultura en Sinaloa. El Universal. 15 nov 1990. P.14.
4. - Anónimo. Ningún daño con la colecta de larvas silvestres. En: Evaluación de los avances del programa de acuicultura en Sinaloa. El Universal. 7 nov 1990. P.13.
5. - Arredondo, F. J. L.; Et al. La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Instituto de Biología, U.N.A.M. 1990. 315 p.
6. - Balazs, G. H; Ross, E; Brooks, C. G. Preliminary Studies on the Preparation and Feeding for crustacean Diets. Aquaculture. 2(55-56): 369-377. 1973.
7. - Baca, U. G. Evaluación de Proyectos. Ed. Mc Graw Hill, 1989. 251 p.
8. - Benita, S. Et al. Microencapsulation. J. Coll. Interface Sci. Vol. 77. Págs. 102-109. 1980
9. - Blancarte, E. S. Los Recursos Pesqueros en el Desarrollo Nacional: El Caso del Camarón en México. Cuadernos del Centro de Relaciones Internacionales. F.C.P.S. U.N.A.M. 1979. Págs. 27-57, 96-124.
10. - Boonyatparalin; Lovell. Diet Preparation for Aquarium Fishes. En: Aquaculture. Vol. 12. No. 1. 1977. Págs. 53-62.
11. - Booz-Allen Et al. Estudio Preliminar de la Camaronicultura en México. Banco Nal. de Comercio Exterior. 1988. 60 p.
12. - Centro de Comercio Internacional U.N.C.T.A.D. G. A. T. T. Estudio del Mercado Mundial de Camarones, Gambas y Langostinos. Ginebra, Suiza. 1983. 120 p.

13. - Contreras, L. Comunicación Personal. Dirección General de Acuicultura, Secretaría de Pesca, junio de 1990.
14. - Considine, D. M; Considine, G. D. Food and Food Production Encyclopedia. Van Nostrand Reinhold, Pub. Co. 1982. Pags. 509-520, 1756.
15. - Conrad, J. A. A Rainbow Trout Farm in Central Mexico's Highlands. Aquaculture Magazine. Vol.16, No.1, Pags.28-32, 1991.
16. - Cosío, I. G; Fisher, R. A; Carrood, F. A. Conversion of the Enzymatic Hidrolisate of Shellfish Waste Chitin to Single-Cell Protein. Biotechnology and Bioengineering 23: 1067, 1981.
17. - Dugger, D. Shrimp Farming in Mexico: Yesterday, Today and Tomorrow. Aquaculture Magazine. Jul-Ago 1990 Vol.16, No. 4. P.38-53.
18. - Dziejak, J.D. Food extrusion: Equipment and Characteristics. En: Food Technology. Abril 1989. p.164-174.
19. - Echeverría, R.Z. Transnacionales, Agricultura y Alimentación. Ed. Nueva Imagen. Col. Nal. de Economistas, A.C. 1982. 372 p.
20. - Estrada, F. S; Estrada, S. L; Estudio de Factibilidad Técnico-Económica Para una Granja y Congeladora de Camarón en el Estado de Veracruz. Proyecto de la materia: Ing. de Costos y Admón. Fac. de Estudios Sup. Cuautitlán. U.N.A.M. 1989. 159 p.
21. - FONDEPESCA. Guía para la Formulación de Proyectos de Camaronicultura. Secretaría de Pesca. 1988. 107 p.
22. - García, M. H. El Cultivo de Camarón en el Japón. En: Técnica Pesquera. Vol.20. No.229. Feb-Mar 1987. Pag.20-23.
23. - García, M.H. La Camaronicultura en México. En: Técnica Pesquera. Vol.18, No.206. Marzo 1985.

- 24 - Garcia M.H. La Acuicultura en México.
En: Técnica Pesquera Vol 27, No. 230, Mar-Abr 1987.
Pags. 10-15.
25. - Gómez, C. M. A. Et al. Tendencias y opciones de la
Producción de Carne en México. En: Revista de
Comercio Exterior. Vol. 40 No. 9, Sept 1990.
BANCOMEXT Pags. 876-886
26. - Goswami, U. Formulation of Cheaper Artificial Feeds
For Shrimp Culture: Preliminary Biochemical, Physical
and Biological Evaluation. En: Aquaculture. Vol. 16.
No. 4, Pags. 309-318. 1979.
27. - Grover, J. H. Et al. Revisión de las Actividades
Acuiculturales en México. Centro Internacional
Para Acuicultura. Universidad de Auburn. Alabama.
E. U. Abril, 1985. 83 p.
28. - Hastings, W. Et al. A Commercial Process for Water
Stable Fish Feeds. En: Feedstuffs. Vol. 43. No. 47.
Pág. 39.
29. - Huner, J. V. et al. Crustacean and Mollusk Aquaculture
in the U. S. A. AVI Pub. Co. 1985. 463 p.
30. - INEGI. Boletín de Información Oportuna del Sector
Alimentario. No. 24, Dic 1987.
No. 36, Dic 1988
No. 48, Dic 1989.
No. 52, Abr 1990.
- PRONAL.
31. - INEGI. Sinaloa: Cuaderno de Información Para La
Planeación. 1990. 290 p.
32. - Javier, L. Obtención de harina de papa. Tesis.
Facultad de Química. U. N. A. M. 1985. 200 P.
33. - Jimenez, D. V. Análisis y Evaluación de Alternativas
Para Incrementar la Producción de Camarón en Mexico.
Tesis; Facultad de Economía. U. N. A. M. Mexico, 1988.
200 p.
34. - Juárez, P. J. Acuicultura. Ed. C. E. C. S. A. ;

35. - Kanazawa, A. Studies on the nutrition requirements of the larval stages of *P. japonicus* using microencapsulated diets. En: Marine Biology Vol. 54 No. 3. 1979. Pags. 261-268.
36. - Knorr, D. Use of Chitinous Polymers in Food. Food Technology. Vol. 38, No. 1. 1984. Pags. 85-95.
37. - Kornberh, O. R. El Mercado Mundial de Camarones está Creciendo en Europa Occidental. G. A. T. T., 1988. 20 p.
38. - Kuri-Nivón, E. Instructivo para la Determinación del Factor de Conversión de Alimento (FCA). Manuales Técnicos de Acuicultura. Depto. de Pesca. México, 1979. 34 p.
39. - Lovell, T. Nutrition and Feeding of Fish. AVI, Pub. 1989. 280 p.
40. - Lovell, T. Nutrition And Feeding Highlights from the World Aquaculture Society Meeting. En: Aquaculture Magazine. Vol. 16, No. 6. Nov-Dic, 1990. págs. 70-73.
41. - Lovell, T. Critical Review of Nutrition Research Methods. En: Aquaculture Magazine. Nov-Dic. 1989. Vol. 15, No. 6. Págs. 57-59.
42. - Maya, R. Las Cooperativas de Puerto Penasco. En: Técnica Pesquera. Vol. 18, No. 207. Abril, 1985. P. 21-25.
43. - Moreno, L. El Cultivo del Camarón en México. En: Técnica Pesquera. Vol. 22, No. 216. Marzo 1985. Pags. 12-15.
44. - Murillo, G. M. Et al. Obtención de Almidón de Papa. Fac. de Estudios Sup. Cuautitlan. U. N. A. M. 1990. Tesis Ing. en Alimentos. 99 p.
45. - New, M. Giant Prawn Farming. En: Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Vol. 10. Elsevier Scientific Pub. Co. 1982. 532 p.
46. - Ojeda, P. P. Informe de Labores. Sept. 1984-ago. 1985. Secretaría de Pesca. 113 p.

47. - Pruginin, Y. Et al. Cultivo de peces Comerciales. Ed LIMUSA, 3a ed. 1989. 316 p.
48. - Revah-Moiseev, S. Et al. Conversion of the Enzymatic Hydrolysate of shellfish Waste Chitin to Single-Cell Protein. En: Biotechnology and Bioengineering . Vol. 23. 1981. Págs. 1067-1069.
49. - Redmayne, C. P. World Aquaculture Developments. Food Technology. 11(43) 80-83. 1989.
50. - Robinson, E. Design and Evaluation of Practical Feeding Studies. En: Aquaculture Magazine. Jul-Ago 1990. Vol. 16, No. 4. Págs. 80-85.
51. - Robies, S. R. Producción de Oleaginosas y Textiles. Ed. LIMUSA, 2a. ed. 1982. 675 p.
52. - Rodríguez de la C. M. C. Manual Técnico para la Operación de Granjas Camaroneras. Secretaría de Pesca. 1988; 152 P.
53. - Rodríguez, F. El Cultivo del Camarón Azul (*Penaeus stylirostris* Stimpson). CICTUS, México. 1984. 126 p.
54. - Rodríguez, C. P. Et al. La Agroindustria de Alimentos Balanceados en México. Cuadernos del Instituto de Investigaciones Económicas. P. U. A. L. 1989. 56 p.
55. - Posenberry, B. P. World Shrimp Farming: Can the Western Hemisphere Compete with the Eastern? .En: Aquaculture Magazine. Vol. 16, No. 5. Sept-Oct. 1990. Págs. 60-65.
56. - Rosenstein, E. Diccionario de Especialidades para la Industria Alimentaria. 1a ed. Ed. PLM. 1989, 351 p.
57. - Ross, J. P. Taguchi Techniques for Quality Engineering. Ed. Mc Graw Hill Int. 1989. 279 p.
58. - Sandifer, P. Et al. Growth Responses and Fatty Acid Composition of Juvenile Prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) Fed a Prepared Ration Augmented with Shrimp Head Oil. En: Aquaculture. No. 8. Año 1978. Págs. 129-138.

59. - Soto, R. H; Espejer, Z. A.; Martinez, F.H.
La Formulación y Evaluación Técnico-Económica
de Proyectos Industriales. 3a. ed. Escuela
de Ingeniería Química, Instituto Politécnico
Nacional. 1981. 304 p.
60. - Tacon, A. The Nutrition and Feeding of Farmed
Fish and Shrimp -A Training Manual-. Vol. 2.
Nutrient sources and composition. FAO-ONU.
1987. 128 p.
61. - Teshima, S; Kanazawa, A. Requirements of the Larval
Prawn *P. japonicus* for Cholesterol and Soybean
Phospholipids. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.
31(0): 193-200. 1982.
62. - Varios. Aquaculture Magazine Buyers Guide 1991.
Feed Formulations. 250 p.
63. - Varios. Nutrient Requirements Of Domestic
Animals. National Academy of Sciences.
Washington, D.C. 1977. National Research Council.
30 p.
64. - Varios. II Taller Nacional de Cultivo de Camarón.
Manual de la Unidad Experimental Puerto Peñasco.
CICTUS. Sept. 1983. 161 p.
65. - Van Arsdel, W.B. Food dehydration. Mc Graw Hill, 420 p.
1967. 2a. ed.
66. - Wheaton, F. W. Acuicultura. Diseño y Construcción de
Sistemas. A. G. T. Editor, S. A. 1982. 703 p.