

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

**Factibilidad técnico-económica de elaborar concentrados  
para la alimentación de salmones en base a ingredientes  
vegetales**

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de  
Licenciado en Agronomía

María Pía Contreras Morales

VALDIVIA-CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE

Juan Lerdon F.

Ing. Agr., Dr. Econ. Rural.

---

PROFESORES INFORMANTES

Maria Angélica Carrasco

Ing. Agr., Ms. Sc.(c)

---

Maruja Cortes B.

Ing. Agr., Ms. Sc.

---

**INSTITUTO DE ECONOMIA AGRARIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar este trabajo, es importante agradecer la colaboración, apoyo y consejos de mis profesores, Maruja Cortes, Mana Angélica Carrasco y Juan Lerdón.

También quiero agradecer a mis padres el incondicional apoyo, pilar fundamental para lograr este ansiado sueño, los quiero mucho y a mis hermanos María Paz y Carlos Christian.

Por último la luz de mi vida mi hijo Tomas quien me dio la fuerza y su tiempo, junto con mi esposo, quienes me han acompañado durante este camino que recién comienza una nueva etapa, los amo y gracias a Dios.

## ÍNDICE

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Situación de mercado internacional	3
2.1.1	Situación y proyección mundial de la demanda de salmón	5
2.2	Producción nacional de salmón	7
2.3	Requerimientos nutricionales de los peces	10
2.3.1	Requerimiento y esencialidad de los lípidos	11
2.3.2	Requerimiento de proteínas	12
2.3.3	Carbohidratos	13
2.3.4	Vitaminas	14
2.4	Insumos utilizados en la formulación de dietas para salmones	15
2.4.1	Potencialidades de las fuentes de origen animal	17
2.4.1.1	Disponibilidad de Aceite y Harina de pescado	19
2.4.2	Potencialidades de las fuentes de origen vegetal	25
2.4.2.1	Situación actual, evolución y producción de raps ( <i>brassica napus</i> )	26
2.4.2.1.1	Fundamentos técnicos de incorporar raps	30
2.4.2.2	Situación actual, evolución y producción de lupino( <i>lupinus albus</i> )	31
2.4.2.2.1	Fundamentos técnicos de incorporar lupino	33
2.4.3	Disponibilidad de soya y trigo	34
2.4.3.1	Aceite de soya	34
2.4.3.2	Trigo ( <i>Triticum aestivum</i> )	39
2.5	Policap	44
2.5.1	Métodos generales de encapsulación	45

2.5.2	Materiales de encapsulación	48
2.6	Criterios de evaluación	48
2.6.1	Valor actual neto	49
2.6.2	Tasa interna de retorno	49
2.6.3	Análisis de sensibilidad	49
2.7	Evaluación de impacto ambiental	50
3	MATERIAL Y MÉTODO	53
3.1	Material	53
3.1.1	Unidad de estudio	53
3.1.2	Antecedentes generales	53
3.1.3	Fuentes de información	53
3.1.4	Otros materiales	53
3.1.5	Financiamiento	54
3.2	Método	54
3.2.1	Tipo de estudio	54
3.2.2	Recolección de información	54
3.2.3	Fases del estudio	54
3.2.3.1	Análisis de mercado	54
3.2.3.1.1	Definición del producto	55
3.2.3.1.2	Comportamiento del mercado	55
3.2.3.1.3	Proyección de la demanda	55
3.2.3.1.4	Proyección de la oferta	55
3.2.4	Procesos tecnológicos	55
3.2.5	Inversiones	56
3.2.6	Determinación de costos	56
3.2.6.1	Costos fijos	56
3.2.6.2	Costos variables	56
3.2.7	Determinación de ingresos	56

3.2.8	Estudio económico financiero	57
3.2.8.1	Evaluación económica	57
3.2.8.2	Evaluación financiera	57
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
4.1	Disponibilidad de raps y lupino en el mercado	58
4.1.1	Raps canola ( <i>Brassica napus</i> )	58
4.1.2	Lupino ( <i>Lupinus albus</i> )	62
4.2	Análisis de mercado	67
4.2.1	Definición de producto	67
4.2.2	Proyección de la demanda	68
4.2.3	Proyección de la oferta	69
4.2.4	Procesos tecnológicos	71
4.2.4.1	Policap	73
4.3	Estudio técnico	74
4.3.1	Identificación del proyecto	74
4.3.2	Descripción de la unidad física del proyecto	74
4.3.3	Justificación de la inversión	76
4.3.3.1	Ventajas de la inversión	77
4.3.4	Descripción del proceso productivo	78
4.3.5	Inversiones	81
4.4	Estudio financiero	82
4.4.1	Análisis de costos	82
4.4.1.1	Tendencia de los precios	87
4.4.2	Proyección cuadro fuente y uso de fondos	88
4.4.3	Flujo de ingresos y costos	90
4.5	Evaluación	93
4.5.1	Valor actual de los beneficios netos (VANB)	93
4.5.1.1	VABN marginal	95
4.5.2	Tasa interna de retorno (TIR)	96
4.5.3	Criterio razón beneficio-costo	97

4.5.4	Punto de equilibrio	99
4.5.5	Análisis de riesgo	100
4.5.5.1	Análisis de sensibilidad	100
5	CONCLUSIONES	102
6	RESUMEN SUMMARY	106
7	BIBLIOGRAFÍA	107
	ANEXOS	114

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro		Página
1	Proyección de demanda mundial 2010	5
2	Exportaciones de salmónidos de acuerdo al mercado	6
3	Composición por mercados	6
4	Participación de Chile en la demanda mundial	9
5	Ácidos grasos esenciales para peces	12
6	Requerimiento nutricional del salmón	16
7	Aceite de pescado (Cualquier origen CIF)	24
8	Composición nutricional (%) (base húmeda)	32
9	Producción mundial de aceite de soya	35
10	Costo de importación trigo argentino	41
11	Precios de trigo reales con IVA	43
12	Tipos de cobertura utilizadas en microencapsulación	46
13	Estimación de la demanda mediante el método de regresión	69
14	Precios de los insumos usados en Industria Bilbao S.A.	79
15	Precios de los insumos a utilizar en Industria Bilbao S.A.	80
16	Detalle de la inversión sin proyecto	81
17	Detalle de la inversión con proyecto	82
18	Evolución de los precios de los insumos	83
19	Cantidad de insumos utilizados y sus precios	83
20	Detalle de los costos sin proyecto	84
21	Precio de la Harina de Lupino y Aceite de Raps	85
22	Costos de los insumos de la nueva ración	85
23	Detalle de los costos con proyecto	86
24	Tendencia de los precios	87
25	Tabla de amortización	88

26	Fuente y uso de fondos	89
27	Proyección de costos variables para situación sin proyecto	90
28	Proyección de costos e ingresos sin proyecto	91
29	Proyección de costos variables para situación con proyecto	92
30	Proyección de costos e ingresos con proyecto	93
31	Total de inversiones con proyecto	94
32	Flujo de caja con proyecto	94
33	Beneficios actualizados netos con proyecto	95
34	Flujo de caja sin proyecto	95
35	Flujo anual marginal	96
36	Calculo TIR total de la empresa	96
37	Relación beneficio / costo de la actividad con proyecto	97
38	Precios reales de los principales insumos	100
39	Análisis de sensibilidad	100
40	Precio de insumos calculado para la situación sin proyecto	101
41	Precio de insumos calculado para la situación con proyecto	102
42	Costos totales calculados en ambas situaciones	102

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Crecimiento de la producción del salmón	3
2	Producción de salmón en Chile y Noruega	8
3	Producción de alimentos para peces en Chile	10
4	Producción mundial de Harina de pescado	19
5	Precios internacionales de harina y sucedáneos	20
6	Producción de harina de pescado con promedios por ciclo	21
7	Comportamiento de precios FOB nacionales por tipo de harina	22
8	Producción mundial de Aceite de pescado	23
9	Comparación de precios de aceites usados en Chile por la salmonicultura	25
10	Raps evolución de la superficie y del precio	59
11	Evolución de la producción mundial australiana y chilena de lupino	62
12	Evolución del área de siembra y de la producción de lupino	65

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Localización de la planta de alimentos	115
2	Diagrama del proceso del pellets en etapa final	116
3	Diagrama del proceso de extrusión	117
4	Tendencia Ingreso Bruto	118
5	Desglose costo total con proyecto	119

## 1 INTRODUCCIÓN

Dentro de la industria acuícola la producción de salmones se vislumbra como una de las alternativas más rentables de cultivo. La creciente demanda de este producto por parte de países desarrollados ha hecho que este sector de la industria haya crecido explosivamente durante los últimos años transformándose en uno de los rubros más productivos del país.

De manera complementaria al crecimiento del sector salmonicultor del país ha aumentado la demanda por bienes y servicios para esta industria, tal como el alimento que se compone básicamente de harina y aceite de pescado donde se ha evidenciado una fuerte dependencia de estos insumos, la pesca pelágica de donde proviene la harina y el aceite, es fuertemente influenciada por factores climáticos que afectan el precio de estos insumos, por otro lado la mantención de la producción de salmones no es sostenible basada en harina y aceite de pescado ya que son recursos finitos y su disponibilidad esta llegando a su aparente límite máximo.

La creciente demanda de alimentos para el mercado de salmones implica la constante búsqueda de alternativas económicas y sustentables que permitan seguir con el crecimiento de la industria en forma amigable con el medio ambiente. Es así como la agricultura y la acuicultura se han unido ya que en condiciones de complementariedad funcional y nutricional las fuentes vegetales pueden reemplazar las fuentes de origen animal, así una buena alternativa es la incorporación de ingredientes como lupino y raps canola como fuentes vegetales de proteína y energía en reemplazo de la harina y aceite de pescado respectivamente.

Por lo anteriormente expuesto, Chile presenta condiciones muy favorables para llevar a cabo este tipo de explotaciones, lo que sumado a la posibilidad de aplicar tecnología de punta, permite procesos productivos muy eficientes.

Ante esta situación se deduce la necesidad de efectuar estudios específicos que permitan determinar la incorporación de fuentes vegetales en el proceso de pelletizado para la alimentación de salmónidos envuelto en policap en reemplazo parcial de las fuentes animales, para lo cual la hipótesis planteada en la presente investigación es: la elaboración de concentrado para alimentación de salmónes en base a ingredientes vegetales es técnica y económicamente factible en la Industria BILBAO S.A., localizada en la comuna de San José de la Mariquina, sector Pelchuquín, Décima Región.

El objetivo general de la investigación es evaluar técnica y económicamente la factibilidad de elaborar alimento para la industria del salmón basado en fuentes vegetales para la etapa de engorda.

Objetivos específicos:

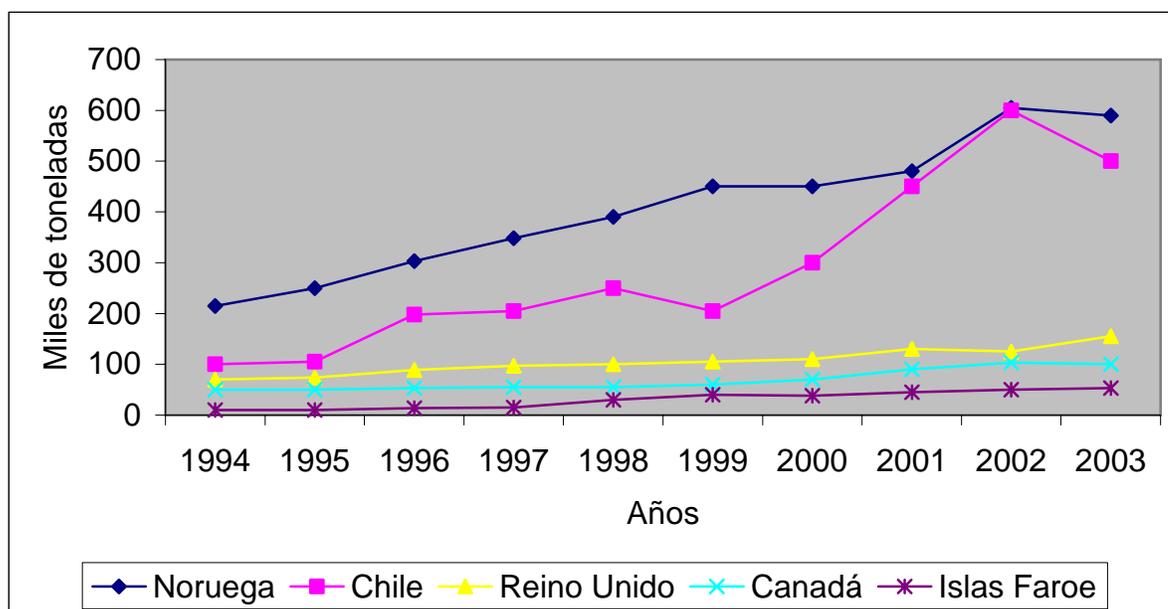
- Analizar la disponibilidad de las materias primas vegetales como son lupino y raps, así como la factibilidad de su uso para la elaboración de concentrado de salmónes en el mercado nacional.
- Comparar económica y financieramente el concentrado con fuentes vegetales con el concentrado basado en fuentes de origen animal.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Situación de mercado internacional.

Se espera que para el año 2010, la producción mundial de salmónidos sobrepasará los 2,6 millones de toneladas, de las cuales más de 2 millones corresponderán a salmónidos de cultivo. En este contexto, es posible que Chile alcance una producción para el 2010 de más de 800 mil toneladas, con un valor total de las exportaciones que sería alrededor de los US\$ 2.500 millones (WIDMER, 2004).

En la siguiente Figura se observa el crecimiento de la producción de salmón en los países tradicionalmente exportadores entre los que destacan Noruega y Chile con la mayor producción a nivel mundial.



**FIGURA 1 Crecimiento de la producción del salmón.**

FUENTE: ALBIAL, (2003).

Por otra parte, se estima el consumo de salmón continuará creciendo en los mercados tradicionales, compitiendo con otros productos cárneos, fruto de la mayor disponibilidad, mejor calidad y precios más competitivos del salmón cultivado, y no como consecuencia de un "marketing" más eficiente de los productos requeridos por el consumidor (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

En el lejano oriente, los noruegos están realizando una campaña para introducir el salmón en el mercado Chino, que es el mercado de crecimiento más rápido para productos pecuarios en general y también para los peces de cultivo (SERRANO, 2004).

En Japón, el mercado más importante para el salmón, se puede esperar un crecimiento más lento para el consumo de salmón y Chile deberá enfrentar una mayor competencia en la medida que Noruega y las Islas Faroe aumenten su producción de truchas. En el futuro, el salmón del Atlántico aumentará la competencia en este mercado (SERRANO, 2004).

El consumo de salmón continuará creciendo en Europa y se abrirán nuevos mercados para el salmón en Europa Oriental y del Sur.

En Estados Unidos, el consumo de salmón per cápita todavía es muy bajo y debería aumentar a un ritmo más alto como consecuencia de la disponibilidad durante todo el año de productos altamente elaborados, seguros, atractivos, de buen sabor, saludables, fáciles de usar y a precios más competitivos (INFANTE, 2003)

En América Latina, Singapur, Taiwán, Hong Kong y Corea, también surgirán nuevos mercados. Estos países tienen una larga tradición de consumo de pescados de especies locales, mientras que el salmón todavía es relativamente desconocido. No obstante, las pruebas realizadas a los

consumidores demuestran que el salmón es aceptado fácilmente en estos mercados (SERRANO, 2004).

**2.1.1 Situación y proyección mundial de la demanda de salmón.** Durante la última década, el mundo ha sido testigo del espectacular crecimiento de la producción comercial de diversas especies de peces carnívoros en sistemas de cultivo intensivo, esto debido (Ver Cuadro 1) a la alta demanda de los países como Japón y Europa donde se estima una tasa anual de crecimiento menor por el gran consumo existente, pero en países como Estados Unidos, donde la demanda aun es baja se proyecta una tasa de crecimiento mayor (INFANTE, 2003).

**CUADRO 1 Proyección de la demanda mundial 2010.**

Mercado	Demanda 2002(t)	Tasa anual de crecimiento 2003-2010	Demanda estimada 2010 (t)
USA	300.000	12%	740.000
JAPON	350.000	5%	520.000
EUROPA	600.000	5%	890.000
Resto Mundo	200.000	10%	430.000
Total Mundial	1.450.000	8%	2.580.000

FUENTE: INFANTE, (2003).

Durante el periodo enero-noviembre 2005, los envíos de salmón y trucha alcanzaron los US\$ 1.509 millones, equivalentes a 337.658 t netas. Esto significó un aumento de un 19% en retornos, un 9% en volumen y un 10% en el precio promedio, en relación con el año 2004. Mientras Estados Unidos y Japón continúan siendo los principales mercados de destino en términos de valor, con una participación de un 36% y 35%, respectivamente, el crecimiento

experimentado por la Unión Europea no ha sido menor, alcanzando el 14% de los envíos UE(25) (AQUA, 2006).

**CUADRO 2 Exportaciones de salmónidos de acuerdo al mercado.**

Años	Japón	Estados Unidos	Unión Europea UE(25)	Latino-América	Otros
2004	130.384	112.774	22.014	20.225	25.674
2005	124.129	108.845	44.051	21.435	39.219

FUENTE: Elaborado por revista AQUA a partir del informe estadístico y de mercado de SalmónChile (2006).

**CUADRO 3 Composición por mercados (Enero-noviembre 2005).**

País de destino	Cantidad (toneladas netas)
Japón	124.129
EEUU	108.943
Unión Europea	44.031
Brasil	13.155
Tailandia	9.480
R. China	4.858
Taiwán	3.945

FUENTE: Elaborado por revista AQUA a partir del informe estadístico y de mercado de SalmónChile (2006).

Para la industria salmonera el costo del alimento representa cerca del 60%, siendo la harina y el aceite de pescado los principales insumos utilizados dentro de la dieta (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

Debido que es una fuente de aminoácidos esenciales y de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, requeridos por los peces (Guillaume & Métailler 1999, citado por SERRANO 2004).

En la actualidad la demanda por harina de pescado se encuentra en aumento, ya que no sólo es utilizada por la industria acuícola, sino que además es incluida en dietas para aves, cerdos, ovejas y vacunos (Windsor & Barlow 1984, citado por SERRANO 2004).

Por otro lado se estima que alrededor de 30 millones de toneladas de pescado se extraen en el mundo cada año para producir harina y aceite de pescado, en volúmenes bastante fluctuantes (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

Chile y Perú son los mayores productores a escala mundial aportando en conjunto casi el 50% de ambas materias primas, condición que favorece a la Salmonicultura Chilena. Sin embargo, debe considerarse que las costas del Pacífico Sur son afectadas cíclicamente por el fenómeno de "El Niño, el efecto de esta situación es una baja en la oferta mundial de estos recursos con una rápida respuesta del mercado que genera alzas significativas en los precios de estos dos commodities (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

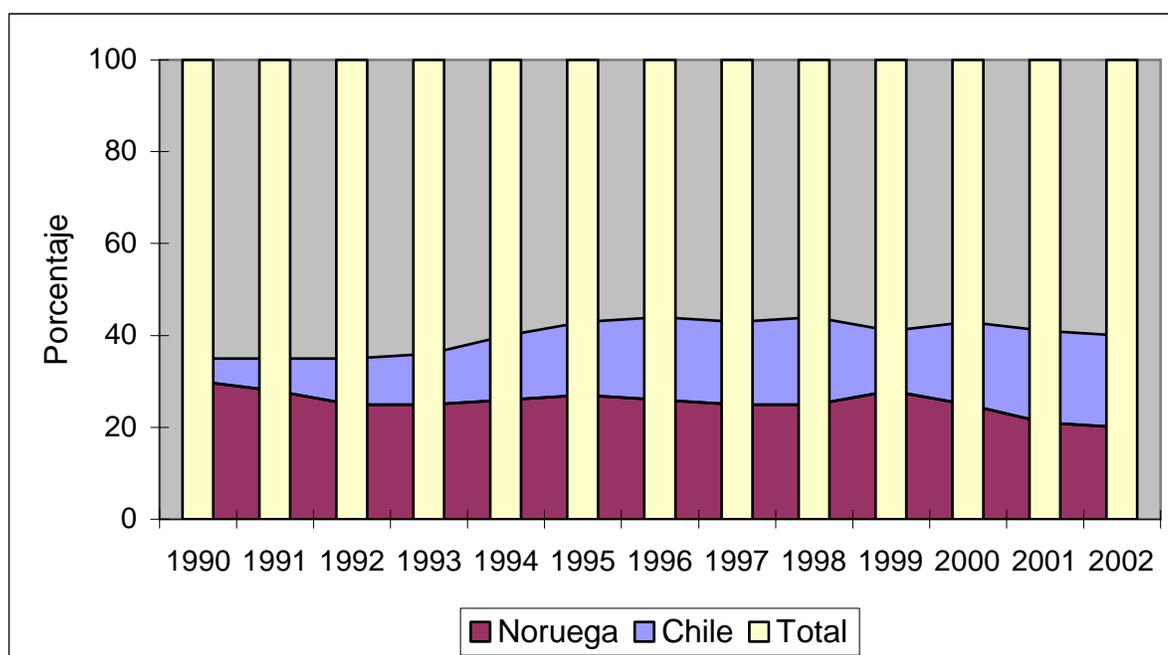
## **2.2 Producción nacional de salmón.**

Según ODEPA, (2004). Chile produjo más de 503.000 toneladas de salmón cultivado en el año 2002, lo que representa el 35% de la producción total mundial de este producto y convierte a nuestro país en el segundo productor mundial.

La producción, se ha desarrollado basada en la industria de la harina de pescado. Si consideramos que la dieta del salmón contiene un 50% de harina de pescado y que cinco toneladas de peces son requeridas para procesar una

tonelada de este insumo, se puede estimar que para sustentar la producción de 400 t de salmón se necesita anualmente, 1,2 millones de toneladas de peces, es decir, se requiere aproximadamente tres kilos de pescados para producir uno de salmón (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

La siguiente Figura muestra cómo, durante el transcurso de la década de los noventa, la acuicultura en general, y la salmonicultura en particular, experimentaron un mayor crecimiento en Chile.



**FIGURA 2 Producción de salmón en Chile y Noruega.**

FUENTE: INFANTE (2003).

Este fenómeno se consolidó el año 2000 cuando las exportaciones de salmónes y truchas generaron retornos por US \$973 millones, muy cercanos a la meta de mil millones prevista por la Asociación de Exportadores de Salmón y Trucha para ese año, lo que significó una exportación de más 206 mil toneladas. Estas cifras propiciaron que a fines del año 2000, y hasta mediados del 2001, se hicieran estimaciones muy auspiciosas para el futuro del sector cuando se

pronosticó que la salmonicultura triplicaría estos envíos e ingresos para el año 2010. El objetivo declarado por los exportadores nacionales es lograr exportaciones por US\$ 3.000 millones anuales hacia el año 2010. Esto significa, a lo menos, triplicar los volúmenes físicos exportados, si es que los precios se mantienen relativamente constantes (INFANTE, 2003).

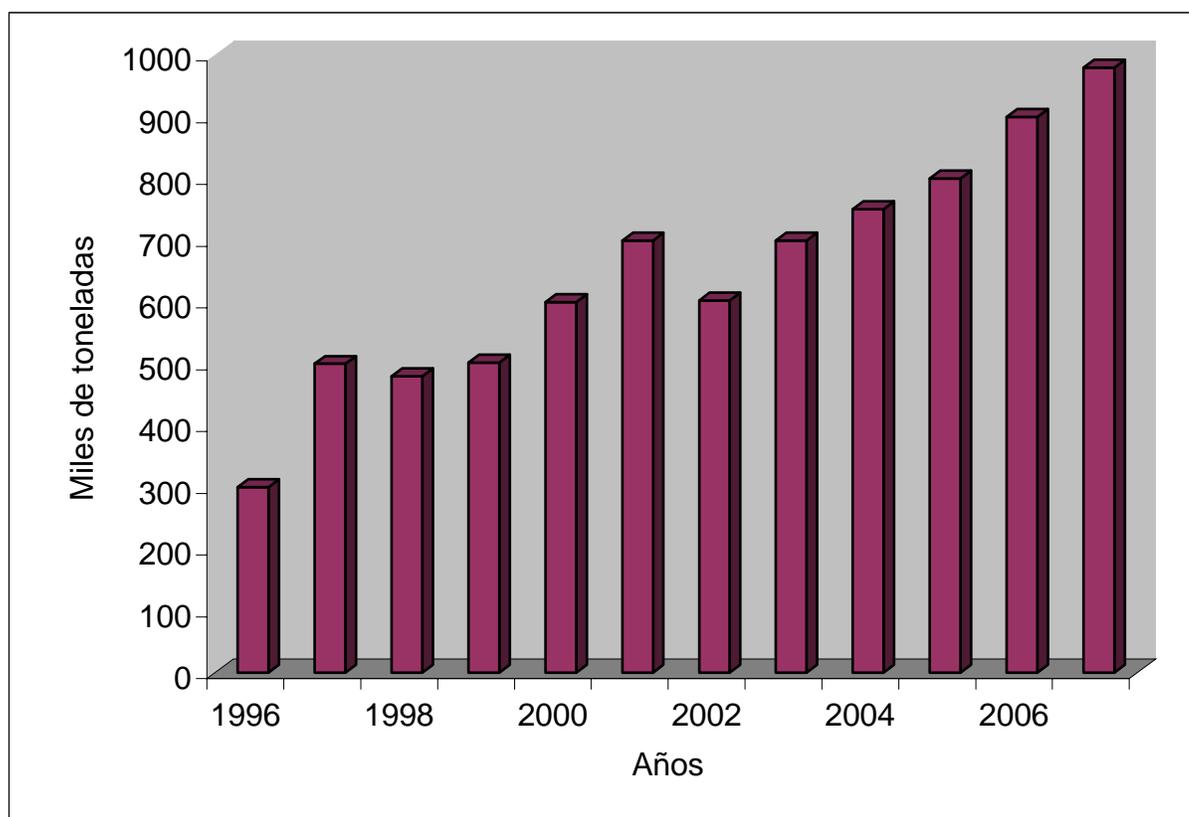
En el Cuadro 4 se observa que la demanda estimada para el año 2010 será 1.020.000 t brutas de salmón lo que significa un crecimiento anual mundial del 7,5% desde el año 2003 al año 2010, por consiguiente se espera que la participación de Chile en la demanda mundial para el año 2010 sea un 40%.

**CUADRO 4 Participación de Chile en la demanda mundial.**

Mercado	Demanda 2002(t)	Participación de mercado 2002	Demanda estimada 2010 (t)	Participación de mercado 2010
USA	180.000	60%	460000	60%
JAPON	220.000	63%	360.000	66%
EUROPA	40.000	7%	70.000	8%
Resto Mundo	70.000	35%	160.000	36%
Total Mundial	510.000	35%	1.020.000	40%

FUENTE: INFANTE: (2003).

La siguiente Figura muestra la producción de alimentos para peces en Chile y esta Industria proyecta una producción de 1.000.000 t al 2007.



**FIGURA 3 Producción de alimentos para peces en Chile.**

FUENTE: JORDAN, 2004 a partir de datos de Nutreco Chile.

La Harina y el Aceite de Pescado, son las principales materias primas utilizadas en la fabricación de alimentos para salmónidos. Problemas de disponibilidad (cuotas capturas y factores climáticos como Fenómeno del Niño (97-98) limitan la oferta y provocan cambios dramáticos en los precios (JORDAN, 2004).

### **2.3 Requerimientos nutricionales de los peces.**

Los alimentos contienen nutrientes y energía que es esencial para el crecimiento, reproducción y salud de los peces. Deficiencias de estas sustancias pueden reducir la tasa de crecimiento o causar enfermedades, en algunos casos

excesos pueden causar una reducción en la tasa de crecimiento (NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1993).

Según ROMERO (1998), los salmones requieren los siguientes nutrientes:

1. Proteína, o mejor dicho, 10 aminoácidos esenciales.
2. Energía, que puede provenir de proteína, grasa o carbohidratos.
3. Lípidos, en la forma de ácidos grasos  $\omega$ 3.
4. Vitaminas, 14 se consideran esenciales.
5. Minerales, bajo ciertas condiciones de alimentación, hay 10 cuya suplementación ha sido esporádicamente demostrada como conveniente.
6. Pigmentos carotenoides.

Puede apreciarse que están excluidos los carbohidratos como nutrientes esenciales, ya que en peces carnívoros como son los salmones, no se ha podido demostrar que sean requeridos (ROMERO 1998).

**2.3.1 Requerimiento y esencialidad de los lípidos.** En general, los lípidos son un importante productor de energía para los peces, además de desarrollar un importante rol en la regulación del metabolismo y la resíntesis de los lípidos, existiendo además ácidos grasos que tienen carácter esencial (Tortensen *et al.* 2000, citado por SERRANO, 2004).

Pareciera ser que el contenido óptimo de lípidos de un alimento para peces depende de muchos factores incluyendo la especie, contenido de proteína y otros nutrientes de la dieta, tipo de lípido, forma física del alimento e ingesta de este. Los productores de alimento para peces consideran que niveles de la dieta entre 20 y 30% son óptimos para los salmónidos (PIKE, 1990).

Los lípidos son importantes fuentes de energía y ácidos grasos esenciales (Acid Fat Esencial (EFA)) como se observa en el Cuadro 5 los mas importantes son Ácido Eicosapentanoico (EPA) y Docosahexanoico (DHA) que son necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de los peces, por esta razón requieren de alimentos con calidad estándar (NRC, 1993).

**CUADRO 5 Ácidos grasos esenciales para peces.**

Ácido graso	Expresión abreviada
Ac. Linoléico	C18:2 n-6
Ac. Linolénico	C18:3 n-3
Ac. Araquidónico	C20:4 n-6
Ac. Eicosapentanoico (EPA)	C20:5 n-3
Ac. Docosahexanoico (DHA)	C22:6 n-3

FUENTE: FUNDACIÓN CHILE (2003).

El medio acuático es especialmente rico en ácidos grasos de cadena larga. Si se mira el tipo de ácido graso, se verá que una abundancia en ácidos grasos de cadena larga sólo se encontrará en el medio acuático de la serie  $\omega$ -3 (GONZALEZ, 2002).

**2.3.2 Requerimiento de proteínas.** Los salmones son peces carnívoros y por tanto, muy eficientes en digerir proteínas animales y utilizarlas tanto como fuente de aminoácidos para reensamblarlos en sus propias proteínas y como fuente de energía. De hecho, la proteína digestible absorbida en el tracto digestivo es utilizada en la generación de nuevos tejidos y todo el exceso es catabolizado prioritariamente sobre los lípidos para satisfacer las necesidades energéticas al no poder ser acumulada como reserva como sucede con los lípidos (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

La cantidad mínima de proteína a suministrar esta determinada por la cantidad de proteína diaria requerida por el pez para realizar el máximo crecimiento, por el perfil de aminoácidos esenciales requerido y disponible en la mezcla de proteína del alimento, de la digestibilidad de las proteínas utilizadas y de las necesidades energéticas no cubiertas por otros nutrientes. Los niveles de proteína hoy en día incluidos en la dieta van de 36 a 45% (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

**2.3.3 Carbohidratos.** Después de las proteínas y lípidos, los carbohidratos representan el tercer grupo de compuestos orgánicos más abundantes en el cuerpo animal. En contraste, los carbohidratos constituyen los nutrientes orgánicos principales del tejido vegetal. El grupo de los carbohidratos incluye importantes compuestos como la glucosa, fructosa, sucrosa, almidón, glicógeno, quitina y celulosa (LOVELL, 1998).

En peces no se ha establecido un requerimiento absoluto de carbohidratos en la dieta. Esto contrasta marcadamente con lo establecido para las proteínas y lípidos, nutrientes para los cuales ya se han establecido requerimientos dietéticos específicos para ciertos aminoácidos y ácidos grasos esenciales. En gran medida esto se debe a los hábitos alimenticios carnívoros de la mayoría de las especies de peces cultivados y la habilidad de los peces para sintetizar carbohidratos (por ejemplo, glucosa) a partir de substratos que no sean carbohidratos, tales como proteínas y lípidos (proceso denominado gluconeogénesis) (GONZALEZ, 2002).

Según TACON, (1987) a pesar de que los carbohidratos pueden ser considerados nutrientes no esenciales en la dieta de peces, su inclusión en las dietas de engorda está garantizada debido a:

- Su uso cuidadoso en dietas para engorda puede representar un ahorro en referente a la utilización de la proteína, insumo más valioso para el

crecimiento en lugar de fuente de aprovisionamiento energético (procedimiento denominado “sustituto proteínico”).

- Al ser empleados como ligantes sirven como constituyentes dietéticos esenciales, para la elaboración de dietas estables en el agua (por ejemplo: almidón gelatinizado, alginatos, gomas).

- Ciertas fuentes de carbohidratos sirven como constituyentes dietéticos que aumentan la palatabilidad del alimento y disminuyen el contenido de polvo en el alimento terminado (por ejemplo, melaza de caña o remolacha).

Dado que la mayoría de los peces cultivados tienen un tracto gastrointestinal corto, que no les permite desarrollar una flora bacteriana abundante (como en los rumiantes), la actividad intestinal de la celulosa, en peces, a partir de las bacterias residentes es muy débil o nula. Consecuentemente la celulosa o “fibra cruda” (por ejemplo, carbohidratos de la dieta que son resistentes al tratamiento químico con ácidos o álcalis diluidos, incluyen a la celulosa y hemicelulosa) no tiene ningún valor energético para los peces, y un exceso en la dieta tiene un efecto deletéreo sobre la eficiencia alimenticia y el crecimiento (Bromley y Adkins 1984, citado por TACON 1987).

**2.3.4 Vitaminas.** Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en la dieta en pequeñas cantidades. Son clasificadas como hidrosolubles y liposolubles. Las vitaminas liposolubles son ingeridas por el animal y se acumulan en el hígado. Su deficiencia se puede encontrar en las primeras fases de vida (GONZALEZ, 2002).

Si consideramos que las vitaminas esenciales para los peces son 15, nos podemos dar cuenta de la dificultad práctica que significa trabajar con ellas por separado. Para aminorar o evitar este problema, se utiliza el sistema de los

premix, mezclas o premezclas vitamínicas, las que están constituidas generalmente por 3 tipos de materias primas: vitaminas, excipientes y antioxidantes (GARRIDO, 1998).

Los peces salmónidos necesitan para su vida y desarrollo el aporte de 15 vitaminas. Generalmente se entregan 13 vitaminas mezcladas como premezcla y en envases aparte y separados se entregan el Cloruro de Colina y el Ácido ascórbico, debido a que son altamente reactivos y capaces de perder rápidamente su actividad cuando se encuentran en mezclas. Algunas veces se adicionan minerales traza a las mezclas vitamínicas pero, en general, esta no es una buena práctica debido a que estos minerales son capaces de inactivar ciertas vitaminas (GARRIDO, 1998).

Las vitaminas hidrosolubles se acumulan en hígado y riñón, cuando se eleva uno, el otro se excreta y puede dar sintomatología de deficiencia, sobre todo cuando la tasa de crecimiento es rápida, en las fases jóvenes. Desde la práctica, normalmente no hay problemas. No se controla la cantidad de vitaminas e ingredientes. Se hace una sobredosificación para disminuir las deficiencias de vitaminas (TACON, 1987).

## **2.4 Insumos utilizados en la formulación de dietas para salmones.**

Los ingredientes de origen animal son la base de la dieta alimenticia para salmones, pues aportan un alto porcentaje de proteínas de buena calidad, vitaminas y minerales. Harina y aceite de pescado representan en general un 70% del alimento (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

Dentro de las características nutricionales más relevantes de la harina de pescado, se encuentran su elevada concentración proteica, rica en aminoácidos esenciales, además de un alto contenido de ácidos grasos polinsaturados de la

serie  $\omega$ -3. Es también, fuente de vitaminas del complejo B y ácido fosfórico. Todas estas cualidades le confieren un importante rol en el mercado mundial de alimentos para peces, aves, cerdos, vacas y mascotas (Robaina 1998, citado por SERRANO, 2004).

Para salmones en etapa de crecimiento los ingredientes seleccionados más usados en la formulación, son harina de pescado, aceite de pescado, harina de soya, gluten de trigo, trigo, sub-productos de molinería de trigo y maíz, premezcla de vitaminas y sales minerales, ácido ascórbico, antioxidantes, astaxantina y/o cantaxantina.(FUNDACIÓN CHILE, 2003).

Como se observa en el Cuadro 6, según la NRC, (1993) el requerimiento nutricional del salmón en cuanto a aminoácidos esenciales, energía digestible, fibra cruda y nutrientes, además debe considerar las siguientes restricciones:

- CHO digestibles: no más de 12 % ración.
- Ácido Linolénico: superior a 1.0 % de la ración

#### **CUADRO 6 Requerimiento nutricional del salmón.**

Estado	ED Kcal/Kg	PC %	Arg %	Lis %	Met+ Cis %	Ac. linolénico %	FC %	Ca %	P %	CHO %
Salmón	3600	38	2.04	1.7	1.36	>1.0	<5	2	0.6	<12

FUENTE: NRC, 1993.

La formulación de una ración alimenticia adecuada para un animal es un proceso complejo en el cual deben ser considerados un conjunto de factores como la especie, ciclo de vida y finalidad comercial del o los productos que se quieren obtener (LOVELL, 1998).

Dentro de la amplia gama de alimentos disponibles hoy en día, potencialmente utilizables para confeccionar una ración determinada, la elección de aquellos que finalmente integraran la mezcla, debe considerar que a parte de cumplir los requerimientos nutricionales del animal y generar una dieta balanceada, también es fundamental tanto el precio como la disponibilidad de cada uno ellos (FIGUEROLA, 2005)<sup>1</sup>.

FIGUEROLA (2005), manifiesta que una de las metas es lograr sustituir sólo un 50% de harina de pescado que se utiliza actualmente por la industria acuícola en Chile. “Ello porque la proporción que queda de harina de pescado posee ácidos grasos vitales para el pez. Además tiene aminoácidos que son complementarios con cualquier harina vegetal”, Sin embargo, cabe señalar que la fibra presente en los alimentos de origen vegetal, es un problema para los peces, ya que con este producto no engordan debido a que aumenta la velocidad del tránsito intestinal, por otra parte, los estudios realizados en Noruega, ya se ha reemplazado hasta un 50% de la harina de pescado por harina de lupino sin mayores efectos en el crecimiento de los peces, pero se están probando otras harinas con mayor contenido proteico, como el algarrobo, aunque aún se esta investigando.

Para el año 2010 se estima que la alimentación para la industria salmonicultora superará el millón de toneladas y estará compuesta por 28% de harina de pescado, 21,5% de harina vegetal, 16% de aceite de pescado, 10% de aceite vegetal, y el resto de otros insumos. Aceites alternativos al aceite de pescado serían los de soya, girasol, raps, palma y lino (IGLESIAS, 2005).

**2.4.1 Potencialidades de las fuentes de origen animal.** Tradicionalmente los peces han sido alimentados con ingredientes de origen marino que contienen un

---

<sup>1</sup> Fernando Figuerola, 2005. Académico UACH. Comunicación personal.

alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados y con un alto contenido de ácidos grasos  $\omega$ -3 (Tortensen *et al.* 2000, citado por SERRANO 2004).

Las razones para la toma de esta decisión son entre otras las siguientes:

La principal fuente de proteína en las dietas de salmónidos es harina de pescado. El uso de otras proteínas animales es menos frecuente. Si bien son capaces de utilizar las proteínas como fuente de energía en forma más eficiente que los animales terrestres, los lípidos de la dieta no hacen necesaria la utilización de las proteínas como fuente de energía. Los salmónidos tienen un requerimiento de ácidos grasos de cadena mas larga (SERRANO, 2004).

La harina de pescado tiene proteínas de alto valor biológico y constituye además un buen aporte de vitaminas y minerales. Sin embargo, algunas harinas de pescado por su alto contenido de aceite tienden a sufrir rancidez por oxidación en el almacenamiento lo que disminuye su valor nutritivo (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

La digestibilidad del producto es elevada y en muchos casos superior al 90% calculado en visones (in vivo). Su contenido de vitaminas sobre todo de vitamina del complejo B es muy conveniente, además de ser la única que contiene cantidades importantes de vitamina D (ZALDIVAR, 2004).

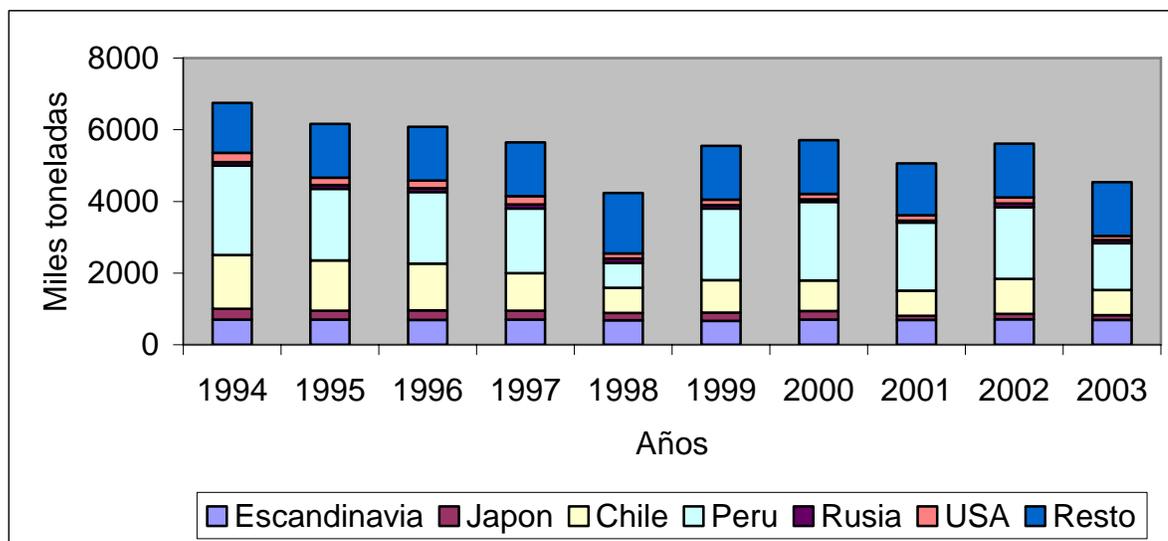
Las harinas de pescado poseen cantidades importantes de elementos minerales como el selenio y otros, que actúan como elementos coadyudantes en los procesos enzimáticos (ZALDIVAR, 2004).

Finalmente, tanto las harinas como los aceites de pescado contienen ácidos grasos del tipo Omega-3 poliinsaturados y de elevados número de átomos de

carbono. Los ácidos grasos de cadena larga más importantes son el EPA y DHA, sustancias que solo se encuentran en los aceites de pescado y no se encuentran en otros aceites animales y vegetales (ZALDIVAR, 2004).

El aceite de pescado representa un 96% de la fuente lipídica, además es rico en ácidos grasos  $\omega$ -3 que se depositan en el músculo de los peces permitiendo un óptimo crecimiento y desarrollo, un alto índice de sobrevivencia y una buena conversión del alimento debido a una alta digestibilidad en los peces, la cual es mayor al ser más insaturados los ácidos grasos (HIGGS Y DONG, 2000).

2.4.1.1 Disponibilidad de Aceite y Harina de pescado. Como se observa en la siguiente Figura la producción Mundial de harina de pescado ha oscilado en los últimos diez años, desde valores equivalentes de 7,6 millones a 5,3 millones de toneladas (este último valor se produce en período de corriente del Niño de 1998); haciendo un promedio, el valor para los diez años es de 6,4 millones de toneladas (ZALDIVAR, 2004).

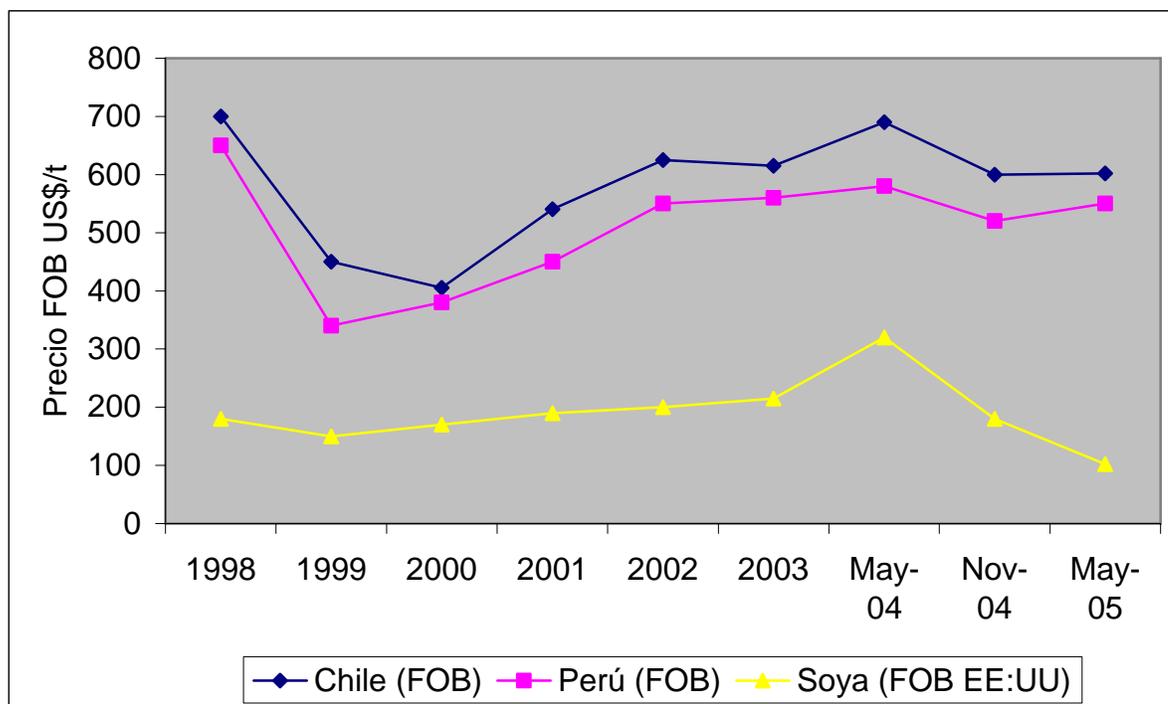


**FIGURA 4 Producción mundial de harina de pescado 94/03.**

FUENTE: ZALDIVAR, (2005).

Nuestro país es un importante productor de aceite y harina de pescado. La disponibilidad de estos insumos, al igual como sucede con otros insumos alimenticios que tienen varios usos alternativos, depende del comportamiento de los precios en el mercado externo de los commodities. Cuando por ejemplo el precio del aceite y de la harina de pescado adquieren valores más altos en el mercado externo, nuestras exportaciones aumentan considerablemente, disminuyendo la disponibilidad de ella para uso nacional en la alimentación de salmones (CAMPOS, 2003).

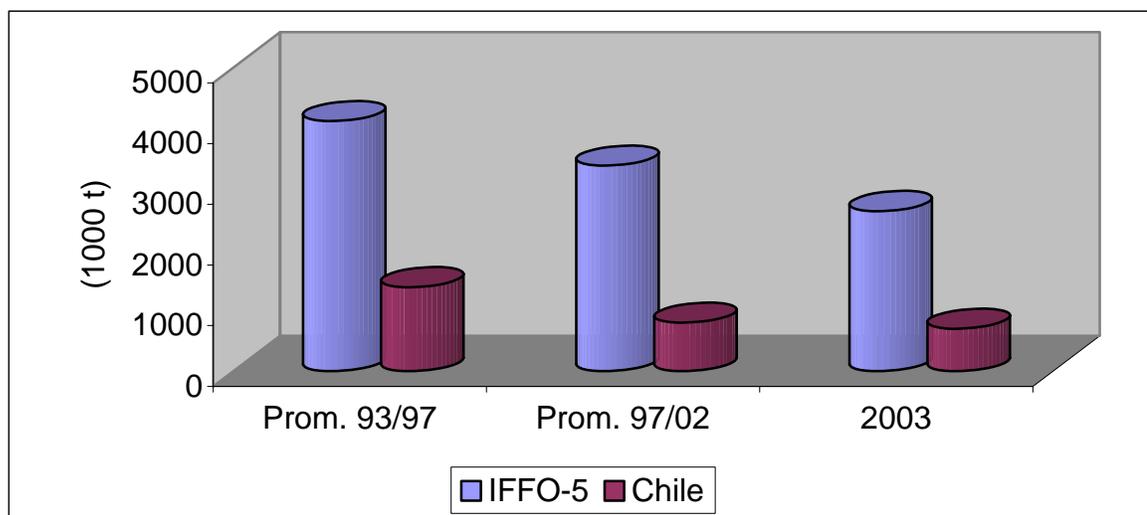
La Figura 5 muestra las variaciones en el precio de Harina de pescado en Perú y Chile, ya que en estos últimos años se han generado problemas en el incremento de los precios, debido a un mejoramiento sustancial de los precios de la soya, del aceite de soya y de otras oleaginosas lo que conlleva al aumento de precios en las harinas y aceites de pescado, que tienen una correlación con los productos anteriores (SUBSECRETARIA DE PESCA, (SUBPESCA), 2005).



**FIGURA 5 Precios Internacionales de Harina y sucedáneos.**

FUENTE: SUBPESCA, (2005).

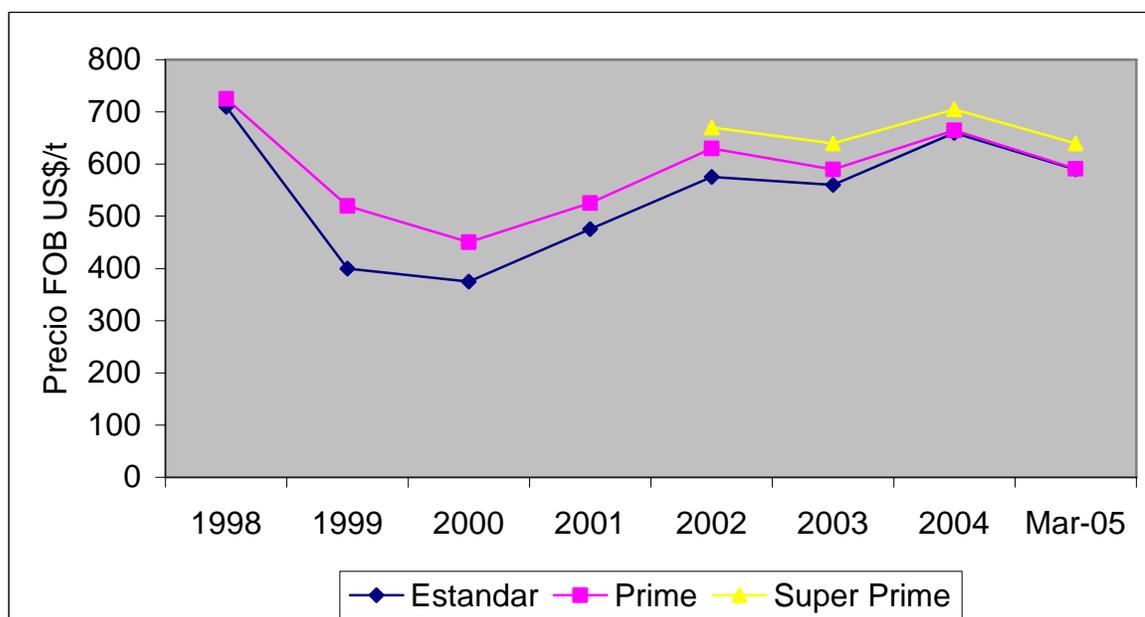
En la Figura 6 se puede notar que los últimos años se ha ido produciendo un descenso en la elaboración de aceites y harinas, debido principalmente a problemas climáticos y en el caso de Chile a la tendencia que se observa en la zona centro sur, de cambiar el destino del jurel desde la harina de pescado a la producción de filetes y pescados congelados (ZALDIVAR, 2004).



**FIGURA 6 Producción de harina de pescado con promedios 93/97, 97/02 y 2003.**

FUENTE: ZALDIVAR, (2004).

Respecto a la composición en valor como se puede observar en la Figura 7 por tipo de harina, se tiene que la principal componente fue la prime, que representó el 44,6%, le sigue la súper prime con el 44% y la estándar con el 9,4%. Los precios promedio a marzo indican que la súper prime obtiene los valores más altos (637US\$/t.), relegando a lugares secundarios a la prime y estándar con precios cercanos a los 583US\$/t. y 558US\$/t. Respectivamente (SUBPESCA, 2005).



**FIGURA 7 Comportamiento de precios FOB nacionales por tipo de harina.**

FUENTE: SUBPESCA, (2005).

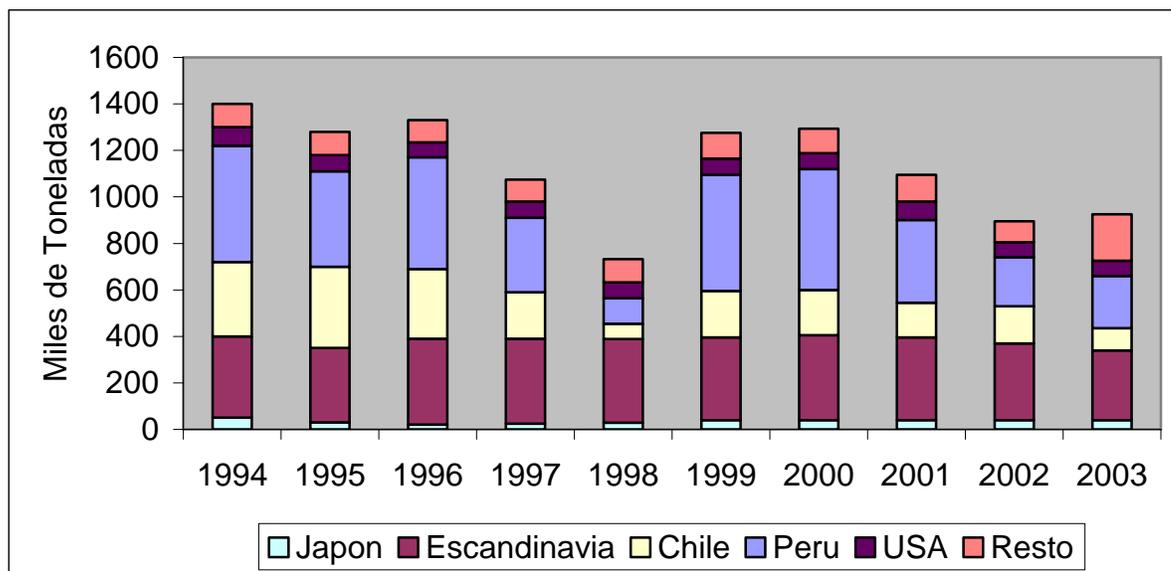
El precio promedio sectorial acumulado a marzo fue de 606,3US\$/t, valor inferior al precio del año anterior, el cual alcanzó los 656 US\$/t. A fin de mantener la consistencia con los informes anteriores, el precio mensual de la harina esta referenciada al logrado por la totalidad de la línea, es decir su componente extractiva y la originada por el sector acuicultor. Así entonces, el precio promedio en marzo 2005 fue de 608US\$/t (SUBPESCA, 2005).

Los precios de las harinas de pescado han tenido un crecimiento muy importante debido al incremento de los precios de la soya, pudiendo deducirse que este crecimiento a incidido en una baja de la relación, harina de pescado / soya, que en Noviembre del año 2002 era de 3,1 y en Noviembre del año 2003 era 2,1 (ZALDIVAR, 2004).

Se estima que, a nivel mundial, la producción de harinas de pescado se estabilizaría en el futuro en torno a 6,5 millones de toneladas. Asimismo, las proyecciones señalan que, dentro de la disponibilidad total de harina de pescado, el uso en la acuicultura aumentaría de 34% en 2002 a 48% para el año 2010. Se ha considerado en estas estimaciones la incidencia del reemplazo de parte de este producto por harinas de colza y de soja (IGLESIAS, 2004).

Según VIDAL (2004), el uso total de harina y aceite de pescado para la acuicultura en el mundo en el año 2001 fue de 3,2 millones de toneladas, equivalente a 20 millones de toneladas de pesca, con los cuales se elabora unos 18 millones de toneladas de alimentos para la salmonicultura. A nivel global el 65% del aceite de pescado se destina al cultivo del salmón, por lo que "no hay duda que el aceite de pescado es un ingrediente crítico en la salmonicultura".

En la Figura 8, se observa la producción mundial de aceite de pescado en los que destaca Escandinavia, Perú y Chile con la mayor producción a nivel mundial, se puede ver también la baja producción el año 1998 en que Chile y Perú fueron afectados por el fenómeno climático "El Niño".



**FIGURA 8 Producción mundial de Aceite de pescado 94/03.**

FUENTE: ZALDIVAR, (2004).

Se estima que, a nivel mundial, la producción de aceite de pescado, se estabilizaría en el futuro cerca de 1,2 millones de toneladas. Por otra parte, la participación de este sector en el consumo de aceite de pescado aumentaría de 54% en 2002 a 97% en 2010. Se ha considerado en estas estimaciones la incidencia del reemplazo de parte de este producto por aceite de lino y canola (IGLESIAS, 2004).

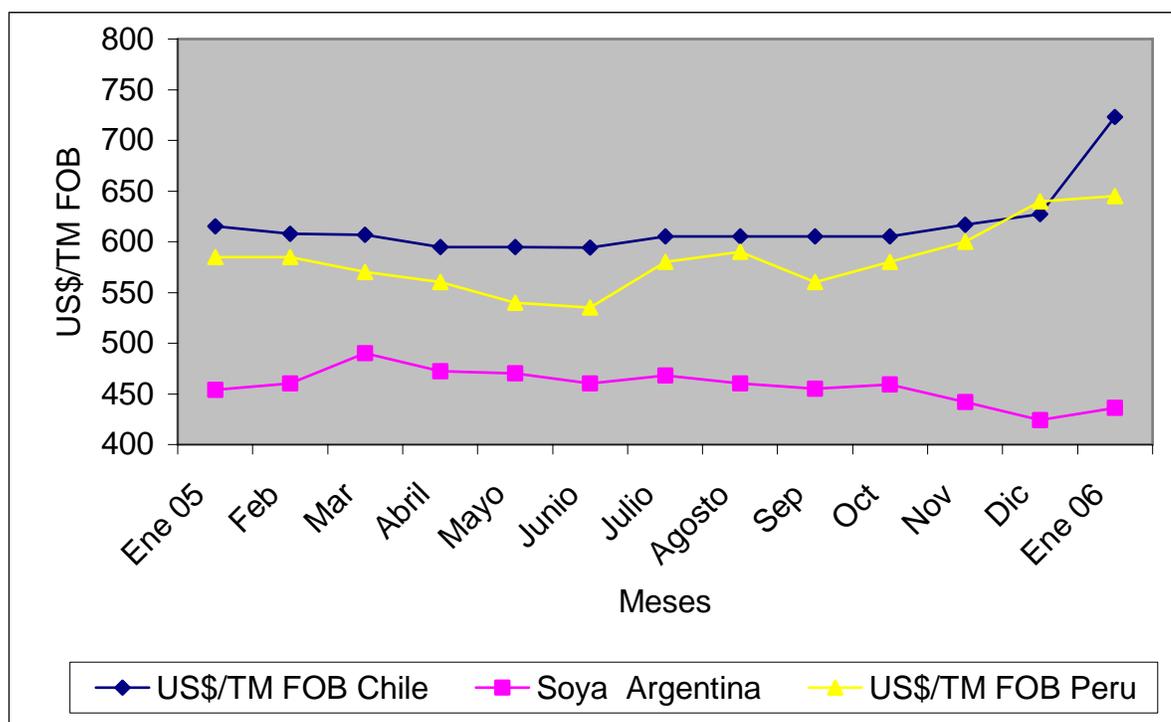
En el Cuadro 7 se observa el significativo aumento de precios por tonelada desde el año 2000 al año 2004.

**CUADRO 7 Aceite de pescado (Cualquier origen, CIF Europa Noroeste).**

<b>Año</b>	<b>dólares EE.UU./tonelada</b>
2000	262.42
2001	450.75
2002	586.58
2003	562.08
2004	681.58

FUENTE: Oil World (2004), citado por FAO, 2005.

La siguiente Figura muestra una comparación de precios de los distintos aceites utilizados en alimentación de salmones durante los meses del 2005 y enero 2006, de aquí se rescatan los precios inferiores de la soya Argentina y el menor precio de los aceites de Perú con respecto a Chile.



**FIGURA 9 Comparación de precios de aceites usados en Chile por la salmonicultura.**

FUENTE: AQUA, (2006).

**2.4.2 Potencialidades de las fuentes de origen vegetal.** El constante desarrollo de la producción de salmones y truchas en cautiverio, ha hecho que exista una búsqueda constante de componentes alternativos para la elaboración de alimentos económica y nutricionalmente competitivos. Ello ha llevado en los últimos años a reiterar las investigaciones respecto del poder alimenticio de algunos vegetales disponibles en Chile, considerando que pueden constituir en el tiempo un aporte confiable y seguro para los peces. Las investigaciones efectuadas en alimentación animal, especialmente de peces, han entregado la evidencia de las cualidades nutritivas de diversas fuentes proteicas y energéticas vegetales, entre ellas trigo, avena, lupino dulce y raps canola (IGLESIAS, 2005).

Dentro de las alternativas de proteína vegetal las más usadas por la industria son el trigo, el gluten de trigo y la harina de soya desgrasada y una tercera fuente la constituye el lupino, que tiene un alto potencial para ser utilizado en la alimentación. Se ha reportado que la calidad del lupino es igual o superior a la de la soya, el contenido proteico para la harina descascarada va desde un 38 a 52%, además presenta niveles bajos de elementos antinutricionales, como son ácido fítico, saponinas, lecitinas e inhibidores de la tripsina, presentes en la harina de soya (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

Por otra parte la harina de soya desgrasada es importada y se usa en alta concentración proteica y con un bajo contenido de fibra. El lupino es adquirido principalmente como grano descascarado. Las tortas de oleaginosas, subproductos de la extracción de aceite se utilizan pero en baja proporción, presentando como limitante el alto contenido de fibra, como sería el caso de las tortas desgrasadas de maravilla o raps (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

A diferencia de las fuentes proteicas vegetales, las alternativas utilizadas por la industria para la sustitución del aceite de pescado son bastante más reducidas. No obstante dado los problemas de disponibilidad de este insumo, se estima una rápida y creciente demanda por aceites vegetales. Los que aparecen con mayores posibilidades de utilización para Chile son el aceite de canola y lino. Pero el lino es utilizado por otras industrias y es necesario realizar mayor investigación a nivel agrícola y de tecnologías, ya que las investigaciones disponibles no son concluyentes (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

Por esta razón los ingredientes seleccionados para el reemplazo parcial de harina y aceite de pescado es lupino y raps respectivamente.

2.4.2.1 Situación actual, evolución y producción de Raps (*Brassica napus*). Un análisis de la evolución del cultivo de raps canola en el país que sólo incluyera a

su producción de grano, aceite y afrecho sería incompleto. La evolución que ha tenido el cultivo y la que tendrá en los años venideros, se debe en gran parte a la interrelación que necesariamente tienen las cadenas de producción del sector agrícola con otras cadenas industriales de alimentos (IGLESIAS, 2004).

Hace un par de décadas, el raps en Chile se industrializaba en volúmenes importantes, pero perdió importancia como cultivo a partir de la apertura económica que permitió la importación de aceites vegetales crudos como soya y maravilla desde países que tienen ventajas comparativas y competitivas para la producción de oleaginosas, como es Argentina y Brasil (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

En el mercado interno, la compra reciente de la única empresa extractora de aceites vegetales que existía en la Región Metropolitana, por parte de una importante empresa agroindustrial, y la instalación de una planta elaboradora de aceite de raps canola en el sur del país, con una capacidad de proceso anual equivalente a 10.000 hectáreas, dan cuenta de los cambios importantes que tendrá el sector oleaginoso en el país (IGLESIAS, 2005).

Según la información obtenida de diversas fuentes, la cosecha se destinó en un 76% para la elaboración de aceite; en 13% para la alimentación animal (peces, bovinos, aves y cerdos) y un 8% para la alimentación de aves en la Región Metropolitana. Es decir, se habrían utilizado 14.000 toneladas de raps canola para la elaboración de 5.880 toneladas de aceite y 7.200 toneladas de afrechos en la planta industrial de Talca; 2.300 toneladas de grano en las raciones de alimentos animales, y cerca de 1.500 toneladas de grano para la elaboración de alimentos en la industria avícola (IGLESIAS, 2005).

Según CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA, 2004). Las potencialidades del raps canola se deben principalmente a las características nutritivas de su grano, del aceite y el afrecho producidos en el proceso industrial. Comparado con otras fuentes de proteína o de energía vegetal o animal, el raps tiene algunas ventajas que lo hacen competitivo al momento de evaluar económicamente su inclusión en las raciones animales.

El aporte de grasa es un importante factor en la alimentación. Debido a su elevado contenido energético, siendo además un importante componente del alimento de los peces. Como fuente de grasas se utilizan los aceites vegetales y aceites de pescado, principalmente, y también determinadas grasas de animales, sebos, etc. Las fuentes de grasa vegetal la constituyen principalmente, los aceites de semillas oleaginosas o de cereales como el maíz (Coll 1991, citado por SERRANO 2004).

Salmones y truchas requieren sobre 1-2% de ácido graso  $\omega$ -3 y trazas de ácidos grasos  $\omega$ -6 en la dieta para prevenir signos de deficiencia de ácidos grasos (Watanabe *et al.* citado por LOWELL, 1998). Se ha demostrado según estudios realizados en truchas, que el EPA (ácido eicosapentaenoico 20:5  $\omega$ -3) y DHA (ácido docosahexaenoico 22:6  $\omega$ -3) son más efectivos que el  $\alpha$ -linolénico y que sus efectos son acumulativos, siendo suficiente 0,25% de cada uno para cubrir los requerimientos de ácidos grasos esenciales. En consecuencia la recomendación para asegurar un equilibrio balanceado es niveles de 20% para el  $\alpha$ -linolénico o 10% de lípidos de ácidos grasos de cadena larga (EPA y DHA), cuando son alimentados con dietas ricas en grasas (Heen *et al.* 1993, citado por SERRANO 2004).

Según JORDAN (2003), la reciente incorporación del raps como aceite vegetal en la elaboración de dietas posee buenas características para el

reemplazo parcial del aceite de pescado (adecuado perfil de ácidos grasos del tipo  $\omega$ -3). La torta o harina semi desgrasada, como subproducto de la extracción con bajo contenido de fibra podría tener un uso potencial como fuente proteica.

Aún cuando es posible valorizar algunos atributos de calidad del raps canola en sus componentes principales, la proteína o sus ácidos grasos que aportan energía, el mayor beneficio que tendría el raps nacional en estos momentos como fuente alimenticia animal es el hecho de ser un producto obtenido de semillas convencionales, no transgénicas, cualidad de suma importancia para la industria salmonídea orientada a la exportación (IGLESIAS, 2004).

Bajo condiciones de complementariedad nutricional, funcional y de costo, se tiene que en una situación de reemplazo de sólo el 20% del aceite de pescado por aceite de canola se podría cultivar hoy 24.000 ha. Pudiendo aumentar a 70 mil con un 30% de sustitución para una demanda de aceite que perfectamente podría duplicarse en 10 años. La canola tiene un rendimiento industrial de aceite 42% y rendimiento agrícola de 3,5 t/ha (FUNDACIÓN CHILE, 2003).

La producción total alcanzó entre 18.000 y 18.500 toneladas de grano y, al igual que en años anteriores, tuvo diferentes destinos, alcanzando el producto precios que fluctuaron entre US\$ 205 y US\$ 210/t (BANFI, 2004).

De acuerdo a estimaciones preliminares, la industria acuícola, sería capaz de demandar una cifra considerable de aceites vegetales y de afrecho de oleaginosas, como fuente de proteínas, complementaria a la soya, que pudieran representar cerca de 50 mil ha de cultivo de raps en el país (IGLESIAS, 2004).

2.4.2.1.1 Fundamentos técnicos de incorporar raps, sustitución parcial de aceite de pescado en el período de crecimiento avanzado puede ser posible con poco efecto en el crecimiento. En el período “finalizador”, sustitución probablemente reduciría valiosos ácidos grasos de cadena larga omega-3 en el pescado además de calidad de la carne. También probablemente introduciría niveles de ácidos grasos  $\omega$ -6 los cuales no son apropiados del punto de vista de nutrición humana. Se debe conservar niveles de  $\omega$ -3 y/o proporción de  $\omega$ -3:  $\omega$ -6 baja como se encuentra en peces silvestres (INTERNACIONAL FISHMEAL AND FISH OIL ORGANIZATION (IFFO), 1990).

Las investigaciones realizadas en el país y en el extranjero señalan que el grano de raps canola (con un contenido de ácido erúxico inferior al 5% del total de ácidos grasos) y el afrecho de raps canola (con menos de 30 micromoles de glucosinolatos) reúnen buenas propiedades nutricionales. El primero, con altos contenidos de ácidos oleico, linoléico y linolénico, y el afrecho, con un muy buen balance de aminoácidos, con cantidades de lisina y metionina superiores a las presentes en el afrecho de soya, con un contenido de proteína entre 31% y 38% (IGLESIAS, 2002).

El aceite de raps canola es el más indicado para sustituir al aceite de pescado, pues reúne condiciones de composición de ácidos grasos que otros aceites no tienen (IGLESIAS, 2004).

Según VALDIVIA (2006), Science reporta que un equipo de investigadores de Canadá ha demostrado que es posible suplir en un 75% o más los requerimientos de aceites del salmón con aceite de raps canola, sin que se produzca ninguna consecuencia adversa en su desarrollo. Lo que debe

garantizarse son los requerimientos de ácidos grasos omega-3 del salmón, los que provienen de aceite de pescado. Satisfechos estos requerimientos, el resto de las necesidades de aceite de estos peces puede ser cubiertos con aceite de raps.

Varios trabajos realizados en nutrición de peces, incluyendo especies salmónideas, muestran un requerimiento en la dieta de ácidos grasos  $\omega$ -3, pudiendo crecer sin problemas con dietas bajas en ácidos grasos  $\omega$ -6. experimentos realizados en trucha arcoiris, muestran la capacidad de crecer y llevar a cabo en forma correcta su ciclo de vida, lo que no ocurre si son alimentadas con dietas que sólo poseen ácidos grasos  $\omega$ -6 (Heen *et al.* 1993, citado por SERRANO, 2004).

2.4.2.2 Situación actual, evolución y producción de lupino (*Lupinus albus*). A nivel mundial una de las leguminosas de mayor potencial como fuente de proteína vegetal alternativa a la harina de pescado es el lupino (*Lupinus spp*), también conocido como altramuz o lupini. En el Cuadro 8 se presenta la composición nutricional de los granos de las especies domesticadas del género *Lupinus*, las que incluyen al lupino dulce (*Lupinus albus*), lupino amargo (*Lupinus angustifolius*) y el lupino amarillo (*Lupinus luteus*), presentan una alta calidad nutricional frente a el grano de soya.

**CUADRO 8 Composición nutricional (%) ( base húmeda).**

Componentes	L. Albus	L. angustifolius	L. Luteus (%)	L. Mutabilis	Soya (%)
Humedad	10-12%	12-13%	10.0	7- 13%	9.2
Carbohidratos	25-27	35-40	30.0	28.0	35.5
Proteína	35-37	28-30	44.4	44-49	33.0
Grasa	12-14%	5-6%	54.0	13-23	16.4
Fibra	10-12%	14-15	16.8	7.1	5.7
Ceniza	2,2-3	2.5-3	3.9	3.3	5.5
Alcaloides	0.001-0.8	0.02-2	0.001-0.2	0.01-3	0.0

FUENTE: VON BAER (2004).

La evolución que el lupino ha sufrido desde el año 2000 en que el 76% era destinado a alimentación animal, un 20% alimentación de salmones y 4% humanos. A el año 2002 en que el 90% es destinado a alimentación de salmones, un 9% alimentación animal y 1% alimentación humana (VON BAER, 2004).

La causa de esta mayor demanda por lupino dulce es la creciente escasez de harina de pescado, lo que está repercutiendo directamente en la evolución de su precio, así como en el de sus sustitutos, tales como la soya en sus diversas formas utilizadas en alimentación animal, y también sobre el propio lupino dulce (BANFI, 2006).

A consecuencia de lo anterior, debido al aumento del precio de otras materias primas utilizadas en alimentación animal y al incremento del interés por utilizar lupino dulce, su precio de mercado ha estado incrementándose considerablemente, alcanzando valores de más de \$ 115 por kilo durante la última temporada (BANFI, 2004).

2.4.2.2.1 Fundamentos técnicos de incorporar lupino. La totalidad de las proteínas presentes en la harina de lupino son relativamente ricas en lisina, aunque deficientes en aminoácidos azufrados, como metionina y cistina, fenómeno que limita su inclusión en la formulación de alimentos (Pettersen, 1997, citado por SERRANO, 2004).

Según el CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, (INE), 2005. "La harina de lupino dulce posee niveles de proteína, que van de 36 a 46%, por lo que constituye una excelente alternativa de proteína, que adquiere mayor relevancia frente a la escasez y el aumento en el costo de la harina de pescado".

Además de las deficiencias en los aminoácidos azufrados que se mencionó anteriormente, otra de las complicaciones que presenta la utilización del lupino en la alimentación animal, es su contenido de alcaloides, que hacen de su semilla un alimento no palatable e incluso en algunos casos tóxico. Sin embargo, a través del mejoramiento genético se han obtenido variedades dulces con un contenido de alcaloides inferior al 0.05%, de las cuales son bien aceptadas por los peces (SERRANO, 2004).

Sin embargo, se ha comprobado que la incorporación de altos niveles de inclusión de lupino (superiores al 50%) en dietas extruídas provocarían en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), un aumento en la deposición de grasas, además de una reducción en el crecimiento (Burel *et al.* 1998, citado por SERRANO, 2004).

En el Laboratorio de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, se formularon las dietas con distinto porcentaje de inclusión de harina de lupino dulce. Los alimentos fueron elaborados con materias primas actualmente utilizadas en la fabricación de alimentos comerciales para peces. Al analizar y comparar los parámetros de crecimiento en truchas y salmón Coho alimentados

con harina de lupino dulce y con el alimento comercial, fue posible observar que los parámetros de crecimiento no se vieron afectados. Además el contenido aminoacídico fue similar entre los alimentos y superó en todos los casos los requerimientos mínimos de los salmónidos (FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA), 2005).

Respecto a la digestibilidad, que corresponde al grado de “aprovechamiento” por parte del pez, se observó una digestibilidad total de 75 a 85%, considerada aceptable en alimentos para truchas y salmones (FIA, 2005).

**2.4.3 Disponibilidad de Soya y Trigo.** De los insumos utilizados en la producción de alimento para salmones se vera la disponibilidad de la soya y el trigo por ser los de mayor importancia en la actualidad.

2.4.3.1 Aceite de soya. La soja (*Glycine max L*) es actualmente la semilla oleaginosa de mayor importancia en el mundo. Estados Unidos, Brasil y luego Argentina son los principales productores (FRANCO, 2004).

El aceite de soya es el de mayor producción mundial, superando a los de colza, palma y girasol. En la última década, la producción y el comercio mostraron una sostenida tendencia creciente (FRANCO, 2004).

En el Cuadro 9 se observa la producción mundial de aceite de soya, dentro de los cuales destaca Estados Unidos, Brasil, Argentina y China son los mayores productores.

**CUADRO 9 Producción mundial de aceite de soya.**

	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
Total Mundial (miles de t)	24.640	26.750	28.870	30.490	32.010
Estados Unidos	8.090	8.360	8.570	8.360	7.430
Brasil	4.030	4.320	4.710	5.250	6.040
Argentina	3.120	3.190	3.850	4.390	4.740
China	2.480	3.240	3.580	4.730	5.300
Unión Europea	2.510	2.980	3.110	2.810	3.110

FUENTE: Datos de la SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos), citado por FRANCO (2004).

El comportamiento del mercado internacional de los aceites ha evolucionado hacia el alza de los precios, debido a las consecuencias que han tenido en la producción de soya las condiciones meteorológicas y de enfermedades del cultivo en los principales países productores, y al aumento del intercambio comercial y del consumo de oleaginosas. En Estados Unidos, la sequía afectó a la producción, disminuyéndola en nueve millones de toneladas. En América Latina se estimaba a comienzos de la temporada producciones récord de soya en Argentina y Brasil. Con el transcurrir de los meses, las condiciones meteorológicas fueron adversas lo que hizo caer las estimaciones originales en 5 millones de toneladas (IGLESIAS, 2004).

Los precios de los aceites vegetales mostraron en los últimos años una tendencia cambiante. Durante 1998, el aceite de soya promediaba los 600 dólares por tonelada. En los años siguientes se produjo un incremento en la oferta de mundial de aceites. Los factores que originaron esta situación fueron por un lado la política de subsidios al agro mediante precios sostén, aplicada por Estados

Unidos (EE.UU.), que alienta su producción independientemente de los precios internacionales. A este hecho se le sumó una gran producción de aceite de palma, sustituto del aceite de soja, en países como Indonesia y Malasia (FRANCO, 2004).

Durante la última década en Argentina su producción creció en forma sostenida, la principal razón de este incremento fue la adopción de la semilla genéticamente modificada. La semilla no transgénica solo es empleada en la elaboración de productos específicos como bebidas a base de soja o alimentos proteicos, en consonancia con la imagen natural que caracteriza a estos productos (FRANCO, 2004).

El afrecho o torta de soja es, lejos, la principal fuente de proteína vegetal a escala mundial. Estados Unidos siembra 40% de la superficie mundial de soja y cosechan 47% de la producción mundial de este 'commodity'. Sudamérica reúne 21,9 millones de hectáreas, equivalentes a 31% de la superficie mundial, y cosecha 34% de la producción global. Un 35% del afrecho de soja es producido en Estados Unidos y 28% en Sudamérica. La exportación de torta de soja, en cambio, es liderada por Sudamérica, con 58% del mercado mundial, seguida por un 19% de participación de los Estados Unidos. Asia no participa significativamente en las exportaciones de grano o torta (MERA, 2000).

Estados Unidos y Brasil se destina al consumo interno una importante cantidad del aceite de soja elaborado. Por el contrario, Argentina destina casi la totalidad de su producción al mercado externo (FRANCO, 2004).

En suma, la existencia de una clara concentración de la oferta de soja en

básicamente 3 países (Estados Unidos, Argentina y Brasil), unida a una fuerte y creciente demanda internacional, mucho menos concentrada que la oferta, genera un panorama de alta probabilidad de aumento en los precios internacionales de estos productos y/o el surgimiento de fuentes alternativas que apunten a prevenir dicha situación (D.I.G. 2001, citado por HETTICH 2004).

La demanda chilena de proteína vegetal está siendo cubierta mayoritariamente con importaciones. Chile importa anualmente cerca de 200 mil toneladas de proteína en la forma de concentrados vegetales. Las importaciones de soya han aumentado notablemente en la última década y la tendencia es claramente al alza (MERA, 2000).

En Chile se importa mayoritariamente el afrecho o torta de soya siendo el líder en Sudamérica de este subproducto Argentina con un 58% de exportación. Actualmente la industria avícola y porcina son fuertes demandantes y sobre un 50% de su consumo (sumado al de la industria acuícola) es abastecido por soya importada, lo que ha generado un debate sobre los riesgos políticos y económicos que representa dicha dependencia (HETTICH, 2004).

La harina de pescado ocupa el lugar numero uno como fuente proteica para peces en cultivo, no obstante, puede ser sustituida por proteínas de origen animal o vegetal (HETTICH, 2004).

Entre las alternativas, los más utilizados son los subproductos de la soya (harina o afrecho). Especie vegetal parecida al poroto, alcanza digestibilidades cercanas al 90%, cuando está procesada adecuadamente. Si bien, los niveles de proteína no son altos, pues se mueven en rangos inferiores al 50%, su precio es muy competitivo (HETTICH, 2004).

Este potencial se origina en las proyecciones de mayor escasez de la proteína animal en el mercado mundial (harina de pescado, entre ellas), que hace ya tiempo ha desplazado parte creciente de la demanda hacia fuentes vegetales de proteína, donde el afrecho de soya es el principal componente, además de otros eventuales como la harina de maní. Pero las perspectivas de alza de precio de la soya hacia el futuro, además de las resistencias que están generándose en el mercado internacional por contemplar líneas transgénicas, hacen necesario también caminar hacia su reemplazo. De hecho, existe una opinión unánime de la necesidad de sustituir la proteína animal en la industria de alimentos para peces, así como de ir caminando hacia la sustitución de la soya y sus derivados, siendo en general el lupino una de las opciones que ven como primera opción (HETTICH, 2004).

En la alimentación de peces, el lupino tiene atractivos adicionales. Como ingrediente proteico, podría reemplazar ingredientes no aceptados por los consumidores de mercados como el europeo, categoría en la que cae el afrecho de soya transgénica. Por otro lado, el lupino aporta lípidos, particularmente la especie *albus*, y podría sustituir en parte al aceite de pescado en la dieta de los mismos, elemento cuya oferta está en declinación (MERA, 2000).

Durante la última década (1990-1998), Chile ha importado torta de soya a un precio promedio de 275 dólares la tonelada (FAO, 2000). En el país, este producto ha alcanzado en los últimos cinco años un precio promedio de \$162 el kilo (\$ julio 2000), sin IVA (ODEPA, 2000). Asumiendo un tenor proteico promedio de 46% para el afrecho de soya, se desprende que el precio promedio del kilo de proteína importada ha sido aproximadamente \$352. El equivalente en términos de proteína de lupino sería \$120 por el kilo de grano entero de *L. albus* (34% de proteína). Si el kilo de proteína de lupino se cotizara a \$300, el precio de un kilo de lupino *albus* dulce sería \$102 y un rendimiento de 1470 kilos de grano por

hectárea cubriría un costo de producción promedio estimado en \$150.000 por hectárea (MERA, 2000).

2.4.3.2 Trigo (*Triticum aestivum*). La producción mundial del año 2004/2005 subió en 70 millones de toneladas, un 12,8%, con respecto al año anterior. Esta variación productiva, bastante fuerte e inusual entre un año y el siguiente, provocó una baja significativa de los precios, un debilitamiento del comercio y una recuperación de los stocks, aunque éstos están muy lejos del nivel que tenían al inicio del año 2003/2004, cuando alcanzaron a 165,78 millones de toneladas. Para el año 2004/2005 se visualiza en estos momentos que el nivel de las existencias remanentes alcanzaría a 149,55 millones de toneladas, casi un cuarto del consumo anual (OCHAGAVÍA, 2005).

Los principales exportadores mundiales de trigo: Estados Unidos, Canadá, Australia, Unión Europea y Argentina, han volcado sus estrategias de mercado a cumplir con los mayores requerimientos de calidad y especificidad exigidos hoy por el mercado, aunque con diferente rapidez y eficiencia (CARBONELL, 2006).

Últimamente, exportadores no tradicionales, como Rusia, Ucrania y algunos países del centro y sur de Asia, han incrementado su participación en el mercado, con ventajas tales como bajos costos de producción, abundante tierra para dedicar al cultivo, facilidades portuarias y apoyo gubernamental, pero aún con infraestructura deficiente y altos costos de transporte (CARBONELL, 2006).

El mercado exportador está siendo influido por el incremento en la demanda por atributos específicos de calidad orientados al uso final, además de los requisitos de uniformidad y certificación de sanidad (micotoxinas, residuos de pesticidas, etc). En la actualidad la comercialización de trigo en el mercado

internacional se hace sobre la base de contenido de proteína. No obstante, las clasificaciones más modernas incluyen otras características, tales como estabilidad, extensibilidad, color y propiedades del almidón, que son determinantes en el potencial de uso final (CARBONELL, 2006).

En el plano nacional en su inicio, el año triguero 2004/05 mostró una gran similitud con el año anterior (2003/04), en que se obtuvo un volumen de cosecha récord, muy cercano al autoabastecimiento del país (OCHAGAVÍA, 2005).

Si bien es cierto que los problemas de precios de la temporada 2004/05, a los que se sumaron muy malas condiciones meteorológicas al momento de la siembra de la temporada 2005/06, hicieron disminuir drásticamente la superficie de siembra (318 mil hectáreas frente a 420 mil hectáreas), con la consiguiente reducción de la producción, la posibilidad de una producción excedentaria en años posteriores continúa latente (CARBONELL, 2006).

Dada la amenaza de importación de harina Argentina elaborada con trigo artificialmente barato, la Comisión Nacional de Distorsiones acogió una denuncia en relación a impuestos de exportación diferenciados entre los productos de la cadena del trigo en Argentina y estableció una salvaguardia provisoria de 17% a la importación de harina Argentina. Ésta fue ratificada en forma definitiva el 4 de marzo de 2005 y estará vigente hasta diciembre, con la posibilidad de ser prorrogada por un año. No obstante no influyó mayormente ya que se observó un aumento en el precio del trigo argentino, de manera que desde abril 2005 ya no existen derechos específicos a la importación. Al momento actual (fines de mayo), el trigo argentino presenta como se observa en el Cuadro 10 el siguiente costo de importación, por tonelada métrica (OCHAGAVÍA, 2005).

**CUADRO 10 Costo de importación trigo Argentino US\$/t.**

FOB puerto argentino	135
Flete y seguro	30
Valor CIF	165
Gastos de aduana (0.2% CIF)	0.33
Arancel: 6% sobre CIF	9.9
Derecho específico	0
Descarga nave	3.2
Flete al molino en Santiago	9
<b>Costo de importación base Santiago</b>	<b>187,43</b>

FUENTE: ODEPA, citado por OCHAGAVIA, (2005).

El precio interno se ha acercado bastante a un costo de importación como el citado, pues en el 2005 el precio del trigo fuerte (con un contenido de gluten húmedo superior a 28%) llegó a \$ 10.500 por quintal, en tanto el trigo con gluten entre 25 y 28% se transó en \$ 10.300; con 22 a 25%, alrededor de \$ 9.600, y el débil, con menos de 22% de gluten húmedo, en \$ 9.000 por quintal (OCHAGAVÍA, 2005).

En el Sur, sin embargo, la situación fue diferente. A medida que el precio se alejaba de Santiago se iba generando una brecha mayor que el solo costo del flete, de manera que en la IX Región llegó a alrededor de \$ 7.000 por quintal. Ante esto COTRISA intervino abriendo poderes compradores por cuenta de molinos de regiones más al norte, con precios levemente mayores que los vigentes en los mercados locales (OCHAGAVÍA, 2005).

Por otra parte, se aprecia una fuerte contracción en la superficie cultivada con trigo (24,2 %). esta fluctuación obedece a los bajos precios obtenidos en la cosecha pasada lo que sumado a adversas condiciones climáticas que prevalecieron durante la época de siembra, en la zona predominantemente triguera (zona sur y centro sur) (INE, 2005).

La situación actual hace pensar en la posibilidad de profundos cambios en este cultivo, los que pueden ir desde una reducción drástica de la superficie de producción, motivada especialmente por la desaparición del sistema de banda de precios, hasta una readequación productiva liderada por el ingreso del componente calidad a la cadena. Esto implica la necesidad de contar con variedades que presenten la calidad necesaria para generar productos de mayor valor agregado y que además tengan como alternativas la exportación y la utilización como alimento para salmones, junto con otros usos en desarrollo (CARBONELL, 2006).

La calidad aparece como la clave para enfrentar de manera estructural el problema que generan los ciclos de precios. Es preciso *descomoditizar* el trigo y las harinas chilenas, para así acceder a circuitos comerciales de mayor valor. Este desafío es de magnitud, considerando que, hasta donde sabemos, esta cadena genera poco valor agregado en Chile y en todas partes del mundo (CARBONELL, 2006).

En el siguiente Cuadro se presenta el precio real de trigo importado desde Argentina por industria Bilbao S.A. desde el año 1997 hasta 2005.

**CUADRO 11 Precios de trigo reales con IVA (miles de pesos/t).**

<b>Año</b>	<b>Promedio</b>
1997	109
1998	107
1999	122
2000	129
2001	120
2002	133
2003	127
2004	139
2005	150

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de Industrias BILBAO S.A. (2006).

El trigo es un *commodity*, por lo que el nivel de precios de este cereal en el mercado interno está estrechamente relacionado con lo que ocurra en el mercado internacional, en términos de producción, demanda y stock mundial. Los productores trigueros están expuestos a los ciclos de precios que se derivan de estos equilibrios, lo cual constituye un factor relevante que se debe tomar en cuenta en el diseño de estrategias de gestión de sus explotaciones en el mediano y largo plazo (CARBONELL, 2006).

La importancia social asociada a este cultivo hace que sea uno de los escasos productos que son objeto de una política especial. El mecanismo de banda de precios, tiene como objetivo principal atenuar el efecto de las fluctuaciones de precios existentes en los mercados internacionales, con el objeto de dar estabilidad al mercado nacional en el período de comercialización. Este sistema fue cuestionado por Argentina, resultado de lo cual se solicitó

oficialmente que Chile adecuara la metodología de cálculo a un mecanismo más predecible y transparente. Básicamente el sistema cuenta con un "piso" y un "techo", de manera tal que, si el precio internacional del mercado de referencia establecido en el reglamento es inferior al piso de la banda, se establece un derecho específico que debe ser sumado al arancel general y que permanece fijo por dos meses. De modo contrario, si el precio internacional es mayor que el techo se aplica una rebaja arancelaria, que alcanza como máximo hasta el monto del arancel general ad valórem (CARBONELL, 2006).

Por otra parte, el trigo está sujeto a un cronograma de desgravación arancelaria dentro del TLC con Estados Unidos, fijado a partir del arancel máximo consolidado de 31,5%. De este modo, hasta 2007 la carga arancelaria total estará sujeta al arancel consolidado. A partir del 1 de enero de 2008 se inicia una reducción de 8,3% anual no acumulativo, que dura cuatro años, y desde el 1 de enero de 2012 esta reducción sube a 16,7% anual, de manera que a contar de 2015 el trigo proveniente de Estados Unidos queda libre de aranceles. Aún está pendiente el cronograma correspondiente al MERCOSUR, pero debería ser similar (CARBONELL, 2006).

## **2.5 Policap.**

Se trata de una capa comestible, es una capa delgada que se deposita en la superficie de un alimento y se consume. Se utiliza tradicionalmente para mejorar la manipulación de las características de los alimentos, para prevenir la pérdida de humedad (capas de cera en las frutas y los vehículos). Puede también ser utilizada como pegamento en los alimentos, como esmalte (evitando los problemas microbianos), aumentando la vida útil y así reducir la necesidad del material de empaquetado. Las capas comestibles se pueden dividir en dos grupos: biopolímeros (proteínas y polisacáridos) y lípidos. Los ejemplos de

biopolímeros son gluten, proteínas de la leche, gelatina, almidón, pectinas y eter-celulosa. Los biopolímeros son generalmente hidrofílicos y son, por lo tanto, buenas barreras contra compuestos hidrofóbicos como los lípidos, oxígeno y ciertos aromas. Lípidos, como las grasas y las ceras son buenas barreras hidrofóbicas contra el agua y compuestos solubles en agua (UNIVERSIDAD DE WAGENINGEN, 2001).

La encapsulación es un proceso mediante el cual ciertas sustancias bioactivas (sabores, vitaminas o aceites esenciales) son introducidas en una matriz o sistema pared con el objetivo de impedir su pérdida. Una ventaja adicional es que un compuesto encapsulado se liberara gradualmente del compuesto que lo ha englobado o atrapado y se obtienen productos alimenticios con mejores características sensoriales y nutricionales (YÁÑEZ *et al*, 2002).

La mayoría de la investigación sobre capas comestibles se ha hecho con los éteres de la celulosa, almidón, hydroxypropyl de almidón, el zein del maíz, el gluten del trigo, la proteína de soja y la proteína de la leche (UNIVERSIDAD DE WAGENINGEN, 2001).

**2.5.1 Métodos generales de encapsulación.** Diversos métodos han sido propuestos para la producción de microcápsulas, en general, estos métodos pueden ser divididos en dos grupos:

- Procesos físicos: secado por aspersión, extrusión y recubrimiento por aspersión
- Procesos fisicoquímicos: coacervación simple o compleja y atrapamiento en liposomas.

La selección del proceso de encapsulación para una aplicación considera el tamaño medio de la partícula requerida y de las propiedades fisicoquímicas del

agente encapsulante y la sustancia a encapsular, las aplicaciones para el material microencapsulado, el mecanismo de liberación deseado y el costo (YÁNEZ *et al*, 2002).

En el Cuadro 12 se observa los tipos de cobertura utilizadas en microencapsulación y a que cobertura específica corresponde.

**CUADRO 12 Tipos de cobertura utilizadas en microencapsulación.**

Tipo de cobertura	Cobertura específica
Gomas	Goma arábica, agar, alginato de sodio, carragenina
Carbohidratos	Almidón, dextranos, sacarosa, jarabe de maíz
Celulosas	Carboximetil-celulosa, metilcelulosa, etilcelulosa nitrocelulosa, acetilcelulosa
Lípidos	Ceras, parafinas, tristearina, ácido esteárico monoglicéridos, diglicéridos, aceites, grasas
Proteínas	Gluten, caseína, gnetina, albúmina
Materiales inorgánicos	Sulfato de calcio, silicatos

FUENTE: YÁNEZ *et al*, (2002).

Varios métodos han sido desarrollados para encapsular y utilizarlos en la industria del alimento, a continuación se describen algunos, como el secado por aspersión que es el que más se utiliza.

El secado por aspersión es un método económico y efectivo en la protección de materiales, en particular empleado en la deshidratación de la leche. Almidones modificados, maltodextrinas y gomas son empleadas como acarreadores o material pared. El material a encapsular es homogenizado con el acarreador, la mezcla es alimentada al secador por aspersión y se atomiza por medio de una boquilla o disco. Desarrollos recientes se han hecho con nuevos

acarreadores, incluyendo coloides y gomas naturales, para la obtención de mezclas que permitan incrementar la retención de compuestos volátiles y la vida de anaquel de las microcápsulas (YÁNEZ *et al*, 2002).

Aspersión por enfriamiento o congelamiento es una variante del secado por aspersión, donde el material a encapsular es mezclado con el acarreador y es atomizado por medio de aire frío. Las coberturas empleadas usualmente son aceites vegetales en el caso de aspersión por congelamiento; así pueden encapsularse líquidos sensibles al calor y materiales que no son solubles en disolventes convencionales. La reducción de la temperatura produce una solidificación del lípido pared y el atrapamiento de la sustancia activa en el centro de la cápsula. La aspersión por enfriamiento es usualmente empleada para encapsular sulfato ferroso, vitaminas, minerales o acidulantes (YÁNEZ *et al*, 2002).

Otro método es la microencapsulación por extrusión que involucra el paso de una emulsión del material activo y el material pared a través de un dado a alta presión. Un proceso típico involucra la mezcla de sabores con jarabe de maíz o almidón modificado caliente, extrudiendo la mezcla en forma de esferita (pellets) dentro de un baño con un disolvente frío como el isopropanol. El disolvente frío solidifica el jarabe en un sólido amorfo, bañando los sabores. La vitamina C y los colorantes pueden tener una vida de almacenamiento superior a dos años. Además, la forma sólida de los sabores es más conveniente para su uso (YÁNEZ *et al*, 2002).

Otra técnica usada es la de cobertura por lecho fluidizado que consiste en suspender partículas sólidas en aire a alta velocidad dentro de una cámara con temperatura y humedad controlada, donde el material pared es atomizado. La cantidad de partículas cubiertas depende de la longitud de la cámara y del tiempo de residencia dentro de esta. La técnica es aplicable a coberturas que funden

fácilmente (como aceites vegetales hidrogenados, estearinas, ácidos grasos, emulsificantes, ceras) o coberturas solubles (como almidones, gomas y maltodextrinas) (YÁNEZ *et al*, 2002).

**2.5.2 Materiales de encapsulación.** Existe una amplia variedad de materiales para cobertura que pueden ser usados para encapsular ingredientes alimentarios, donde se incluyen aceites hidrogenados, ceras, maltodextrinas, almidones y gomas; algunos de los más efectivos son los aceites hidrogenados como el aceite de palma, algodón y soya, que son excelentes formadores de películas capaces de cubrir las partículas individuales, proporcionando una encapsulación uniforme. Otros materiales estudiados son los almidones de papa, maíz, trigo y arroz principalmente. Las dextrinas son formadas por el calentamiento de almidón, las maltodextrinas son obtenidas a partir de una hidrólisis parcial del almidón de maíz por vía ácida o enzimática; los alginatos son hidrocoloides extraídos de algas, los cuales reaccionan con iones calcio para la formación de geles estables; estos son utilizados para atrapamiento de sabores a temperatura ambiente, el potencial para reaccionar con grupos carbonilos y su alto costo limitan su uso potencial (YÁNEZ *et al*, 2002).

## **2.6 Criterios de evaluación.**

La evaluación económica se realiza para determinar la factibilidad del proyecto, en base a las características del mercado, para lo cual se comparan los beneficios asociados a la decisión de inversión con su flujo proyectado de desembolsos (SAPAG y SAPAG, 2000).

Tradicionalmente las iniciativas de inversión son sometidas a evaluaciones técnico-económicas para estimar su factibilidad y conveniencia. Estas evaluaciones usualmente se basan en un estudio del flujo de efectivo que se generará por la inversión (VIDAL y MELO, 1999).

Según LERDON (2004), la evaluación de proyectos consiste básicamente en la comparación de los costos y beneficios asociados a la instalación y operación de las inversiones. Cada inversión genera flujos financieros característicos que determinan su perfil o flujo de caja que representa la distribución temporal de los costos y beneficios que se originan a lo largo de la vida del proyecto.

**2.6.1 Valor actual neto.** El criterio del valor actual neto (VAN) plantea que el proyecto debe aceptarse si este valor es igual o superior a cero, siendo el VAN la diferencia entre los ingresos y egresos de inversión, expresados en moneda actual. Si el resultado es igual a cero, no indica que la utilidad proyectada sea nula, sino que es igual a la utilidad generada por la mejor inversión alternativa, debido a que la tasa de descuento utilizada incluye el costo implícito de la oportunidad de inversión (SAPAG y SAPAG, 2000).

**2.6.2 Tasa interna de retorno.** Según SAPAG Y SAPAG (2000), la tasa interna de retorno evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento anual, en donde la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

A su vez, LERDON (2004), define la TASA INTERNA DE RETORNO (TIR), como la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios sea exactamente igual al valor presente de los costos, es decir, la TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios netos sea igual a cero, o sea aceptar todo proyecto en el cual la tasa interna de retorno sea mayor que la tasa pertinente de interés.

**2.6.3 Análisis de sensibilidad.** Según VIDAL y MELO (1999), una forma tradicional de incorporar el riesgo es mediante el denominado análisis de

sensibilidad en que se visualiza el efecto de eventuales cambios en una o más variables y ver como responde frente a los cambios.

La importancia de este análisis se manifiesta en el hecho que los valores de las variables, que se utilizarán en la evaluación del proyecto, pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados y en la toma de decisiones (SAPAG y SAPAG, 2000).

## **2.7 Evaluación de impacto ambiental.**

La gestión ambiental moderna sugiere introducir en la evaluación de proyectos, las normas ISO 9000 cuyo objetivo es lograr que una empresa u organización asegure la calidad de sus procesos, productos o servicios según estándares internacionales, los cuales deben mejorarse de manera continua. Lo anterior, a diferencia de las normas ISO 14000, de acuerdo con la normativa internacional de sistemas de gestión ambiental que permite mostrar objetivamente la responsabilidad hacia el cuidado y protección del medio ambiente (FEROSOR, 2005).

Exigencias que se hacen a futuro a las plantas y a los productos (harina y aceite de pescado). Para el manejo de calidad total se hacen en este momento una serie de exigencias. Su propósito es desarrollar y establecer un compromiso de calidad para garantizar la seguridad de los alimentos balanceados. Esto se obtendría por un sistema "manejo de calidad total".

En cuanto a las harinas, se han mejorado los sistemas de control bacteriológicos con el fin de evitar en los productos la presencia de hongos, microorganismos patógenos y toxinas. Al mismo tiempo se controlan la presencia

de metales pesados para cumplir con las exigencias de los reglamentos internacionales.

Finalmente se ha enfrentado el problema de la presencia de dioxinas, llegándose a la conclusión que las harinas del hemisferio sur y en especial las de Chile y Perú contienen muy bajas cantidades de contaminantes, siendo sus máximos inferiores al 10% de las exigencias en picogramos de los países desarrollados.

En efecto, las harinas chilenas contienen menos de 100 PG / Kg. contra 1.250 que es el máximo tolerado por la Unión europea (UE) y en cuanto a los aceites, sus contenidos son inferiores a 400 PG / Kg. contra un valor máximo tolerado de 6.000 PG / Kg.

Esta es una clara ventaja con relación a las harinas y aceites del hemisferio norte, que en algunos casos deben proceder a tratar sus productos, con el fin de rebajar estos contaminantes en las harinas y los aceites.

En Chile el Servicio de Salud, organismo quien vela por el bienestar de las personas, exige la no presencia de malos olores, por lo que la instalación de filtros de aire y desionizadores es fundamental (BILLIARD, 2005)<sup>2</sup>

Las ISO que se suscriben las plantas en forma voluntaria es la 9.000 (Calidad del producto que fabrican) y 14.000 (protección medio ambiente). Pero estas son certificadas por organismos privados, y para la fiscalización del CHILE,

---

<sup>2</sup> Juan Billiard, 2005. Fiscalizador del SAG, Ing. Agrónomo. Comunicación personal.

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG) es meramente una referencia, nada oficial (BILLIARD, 2005).

Para el Instituto Nacional de Normalización (INN), (2006). La Norma Chilena no está diseñada para plantas industriales sino indica los parámetros máximos que deben tener ciertos elementos en ciertos sustratos por ejemplo: Aire, Agua, Suelo, etc.

### 3 MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Material

El material utilizado para el desarrollo del presente estudio, es el siguiente:

##### 3.1.1 Unidad de estudio: Empresa BILBAO S.A.

**3.1.2 Antecedentes generales.** La empresa Bilbao S.A. se ubica en la X Región de Los Lagos, Provincia de Valdivia, en la comuna de San José en el sector de Pelchuquín a 35 kilómetros de la ciudad de Valdivia por la salida Norte de la misma. Las coordenadas geográficas de Pelchuquín: Latitud: 39° 30' / 39° 45' y Longitud: 73° 00' / 73°15' (Véase Anexo 1).

El propietario es el señor Mauricio Bilbao, teniendo su residencia en Pelchuquín. Cuenta con una superficie de 1 hectárea para la planta elaboradora de alimento. Planta que se dedica a la elaboración de alimento para bovinos y concentrado para salmones en forma alternada durante el año. Además posee varios predios agrícolas para la producción de cereales.

**3.1.3 Fuentes de información.** La principal fuente de información fue obtenida de primera mano de informantes calificados y el propietario de la empresa.

Como fuentes de información secundaria se revisó literatura en la Biblioteca Central de la Universidad Austral de Chile, además de la información en Internet.

**3.1.4 Otros materiales:** en forma complementaria se hizo uso de:

1. Computador e Impresora
2. Software procesador de texto Word y planillas electrónicas, Excel
3. Teléfono, Internet
4. Material de oficina

**3.1.5 Financiamiento.** El financiamiento de la presente tesis fue con recursos propios de la investigadora.

## **3.2 Método**

A continuación se presenta la metodología utilizada para el desarrollo del estudio.

**3.2.1 Tipo de estudio.** Es un estudio de tipo exploratorio, transeccional, que recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (HERNANDEZ *et al*, 1991).

**3.2.2 Recolección de información.** La recolección de información primaria se realizó por medio de entrevistas no estructuradas con informantes claves empresarios o investigadores.

Para la recolección de información secundaria se consultó revistas especializadas en el tema y la información oficial de instituciones como INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, (INE), SUBSECRETARIA NACIONAL DE PESCA, (SERNAPESCA), FUNDACIÓN CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS, (ODEPA), etc.

### **3.2.3 Fases del estudio.**

3.2.3.1 Análisis de mercado. El estudio de mercado comprende la definición de producto, análisis del comportamiento del mercado de insumos y producto final, proyecciones de la oferta y demanda de aquellos insumos a utilizar y producto final, los que se desarrollaron de acuerdo a criterios generalmente aceptados, citados por LERDON (2004). A partir de este estudio se determinaron los niveles de precio de materia prima, ubicación geográfica del mercado y las condiciones de comercialización.

3.2.3.1.1 Definición del producto. Se realizó una descripción general del producto, se analizaron las tecnologías de producción que se utilizan.

3.2.3.1.2 Comportamiento del mercado. Se analizó el comportamiento del mercado del salmón en un período de tiempo, estimando luego la posible tendencia o proyección de mercado mediante la producción de salmón y conversión del alimento.

3.2.3.1.3 Proyección de la demanda. Para hacer la proyección de la demanda se analizó la demanda pasada y actual de la producción de alimento, también los factores que han influenciado en su producción.

Para este estudio se utilizó el método de los mínimos cuadrados el cual, consiste en elaborar una curva con datos de la demanda para ocho años (1997-2005), y luego definir el tipo de función matemática al cual corresponde, finalmente para la proyección se utilizó la ecuación determinada para esta función.

3.2.3.1.4 Proyección de la oferta. Para la proyección de la oferta se analizó las producciones pasadas y actuales de salmón y de los insumos a utilizar. Las posibles tendencias futuras se llevarán a cabo mediante el método de los mínimos cuadrados, utilizando datos de ocho años obtenidos de la información recopilada anteriormente. Para realizar este estudio se consideró la oferta a nivel nacional.

**3.2.4 Procesos tecnológicos.** Este estudio consideró el análisis de la tecnología de producción que poseen actualmente las grandes empresas y la actual de esta pequeña empresa con la posibilidad de mejorarla, para lograr un producto de buena calidad que le permita mantenerse en el mercado, para ello requiere productos como policap. En efecto, este ítem tiene importancia en la

comercialización del producto, ya que por exigencia de los clientes se requiere una capa que envuelva al pellets para que no elimine polvo en los alimentadores.

**3.2.5 Inversiones.** Para este ítem se considero las inversiones relacionadas a la alimentación de salmones, los cuales en términos generales son: terreno, construcciones, maquinaria, equipos, camiones, mano de obra, laboratorio e insumos y lo que se requiere para complementar el proyecto.

**3.2.6 Determinación de costos.** Según LERDON (2004), se usan dos criterios: costeo financiero y costeo gerencial, el primero tiene principio orientador, la asignación a cada producto del costo de producción que le corresponde. El segundo, clasifica los costos de acuerdo al plazo de inmovilización de los recursos financieros.

Para este estudio se utiliza el costeo gerencial, que clasifica en: costos fijos y costos variables.

3.2.6.1 Costos fijos. Se agruparon bajo este ítem todos los costos y gastos fijos cuya magnitud no varía frente a cambios en el volumen o cantidad producida. Por ejemplo: electricidad, agua, remuneraciones, teléfono, materiales de oficina, bencina, seguros, contribuciones, depreciación, mantención, etc.

3.2.6.2 Costos variables. Se asoció a este punto todos aquellos costos y gastos variables que cambian en forma directamente proporcional al volumen de operaciones o cantidad producida. Por ejemplo: materia prima, mano de obra ocasional, peajes, etc.

**3.2.7 Determinación de ingresos.** Los ingresos de la empresa provienen de la venta de alimento para salmones, precio que es determinado por el dueño de la

empresa, basado en su experiencia previa y conociendo el precio de la competencia.

**3.2.8 Estudio económico financiero.** El estudio financiero comprende dos etapas, la primera consiste en una evaluación económica y la segunda parte corresponde a algunos instrumentos de análisis financiero.

3.2.8.1 Evaluación económica. El análisis económico comprende el valor actual de los beneficios netos (VABN), la tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio-costos, punto de equilibrio y análisis de sensibilidad.

3.2.8.2 Evaluación financiera. Para evaluar financieramente el proyecto se determinó la proyección de fuentes y usos de los fondos.

## 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

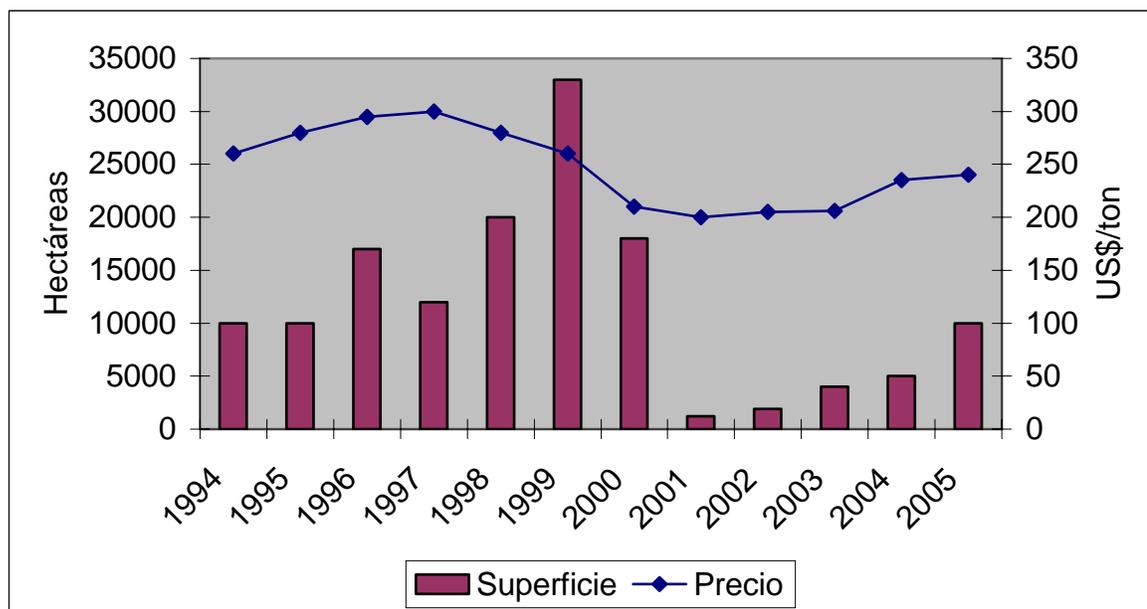
### 4.1 Disponibilidad de Raps y Lupino en el mercado

**4.1.1 Raps canola.** Respecto del aceite de raps, en el Tratado de libre Comercio (TLC) Chile-Canadá, vigente desde julio de 1997, nuestro país dio una cuota conjunta inicial de importación libre de arancel de 3.000 toneladas para aceite de raps en bruto y refinado. Fuera de cupo, las importaciones de estos aceites se clasifican en categoría "C-" (desgravación en once etapas anuales, con un arancel de 3% en 2004, que llegará a 0% a partir de enero de 2007). Desde 1998 está vigente una cuota de 5.000 toneladas libre de aranceles, y sólo se importaron 484 toneladas en 2002 de este aceite en bruto desde Canadá. Durante 2003 no se realizaron importaciones. Las exportaciones del conjunto de aceites refinados en 2003 fueron inferiores a mil toneladas (IGLESIAS, 2004).

En orden de importancia según volumen, los envíos fueron a Brasil, EE.UU., Italia, Alemania, Bélgica, Canadá, Territorio Británico en América, Nueva Zelanda y Suiza. También es posible resaltar las pequeñas exportaciones de 69 toneladas de aceite de raps a Argentina y Perú, por un valor Free On Board (FOB) de 66 mil dólares (IGLESIAS, 2004).

Otro aspecto es la evolución del cultivo de raps canola en el sur del país que ha dependido de múltiples factores, entre los cuales se pueden mencionar el comportamiento de los precios internacionales de los aceites vegetales comestibles y de los precios internos de cultivos competidores en la zona de adaptación, como trigo, avena y lupino, junto a la evolución de la tasa de cambio entre la siembra y la cosecha del cultivo (IGLESIAS, 2004).

La siguiente Figura considera la superficie de raps canola y los precios pagados al productor en el período de cosecha desde 1994 a 2005. La superficie de raps entre 1984 y 2005 fluctuó entre un máximo de 61.120 ha (1988) y un mínimo de 1.200 ha (2001). En cuanto a los precios, éstos descendieron desde US\$ 327/t (1984) a US\$ 195/t (2001) (IGLESIAS, 2004).



**FIGURA 10 Raps evolución de la superficie y del precio.**

FUENTE: ODEPA y poderes compradores, (2005).

En la temporada 2002/03 se sembraron 5.346 hectáreas de raps canola, Las siembras de raps canola alcanzaron a 4.926 ha en la temporada recién pasada, cerca de un 6% menos que en la temporada 2002/03, y se ubicaron principalmente en las regiones VIII y IX (BANFI, 2005).

La temporada 2003-2004 también fue esquiva para el cultivo, ya que solo 680 ha fueron sembradas en la X región, eso sí, con precio pagado a productor del orden de los 260 dólares por tonelada. En el presente periodo 2005-2006 el cultivo no sólo aumento su superficie a mil hectáreas en la X región, sino que su precio experimenta un incremento del 9%, 283 dólares por tonelada como base (BARRIA, 2006).

El raps también es un cultivo tradicional en la región y se espera que en esta temporada podría alcanzar unas 15.000 hectáreas, de las cuales unas 10.000 estarían en la IX región (OCHAGAVÍA, 2005).

Complementariamente, las perspectivas del raps canola para la temporada 2004/05 se han ido consolidando, como opción para ser incorporado en las dietas de salmones y truchas que se producen en el sur de Chile (IGLESIAS, 2004).

De acuerdo a estimaciones preliminares, la industria acuícola sería capaz de demandar en un futuro cercano una cifra considerable de aceites vegetales y afrechos de oleaginosas, como fuentes de energía y proteínas. Si se sustituyera un 20% del aceite de pescado utilizado en la actualidad en la alimentación de salmones por aceite de raps canola, podría representar entre 25.000 y 30.000 ha de cultivo en el país (CAMPOS, 2003).

Debido a lo anterior, las transformaciones que tuvo y está teniendo la cadena productiva del raps canola han sido importantes. En el ámbito industrial, varió la antigua composición de las empresas, tanto en su estructura como en la capacidad utilizada. En la actualidad se extrae aceite de canola nacional en dos

agroindustrias, una ubicada en Talca (VII Región) y la otra en Freire (IX Región), mientras que el resto de ellas refina, ya sea este aceite crudo de canola nacional o los aceites crudos importados, puros o en forma de mezclas. Próximamente se iniciará la construcción de una tercera planta extractora de aceite de raps canola en Gorbea, IX Región. Existe, sin embargo, la suficiente capacidad instalada de extracción de aceite crudo de raps canola, la cual en estos momentos no es utilizada y que podría procesar a corto plazo cerca de 50.000 toneladas de aceite (ODEPA, 2005).

Al analizar los requerimientos del sector acuícola, para dimensionar nuevas superficies de siembra de raps canola, que cumplan con las características necesarias para usarlo como fuente de insumos para la alimentación de los peces se debe considerar:

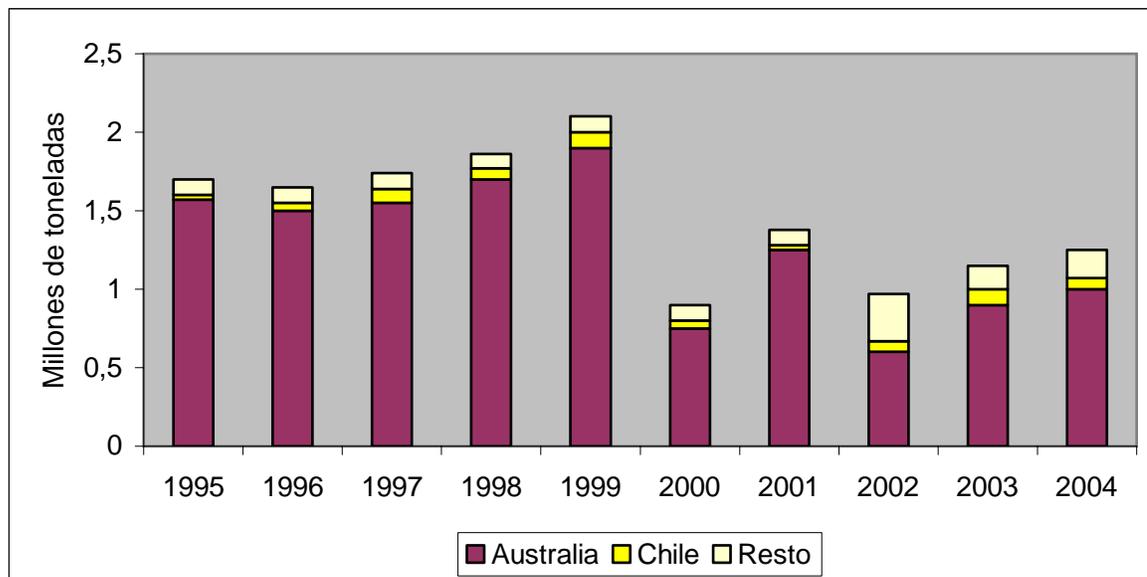
-utilizar la mejor tecnología disponible para aumentar la productividad por hectárea, al menor costo de producción e integrar las buenas prácticas agrícolas como una herramienta de trazabilidad de los productos (IGLESIAS, 2004).

-para la agroindustria, los desafíos son la incorporación de tecnologías de procesamiento y mejoren el valor nutricional de la materia prima; invertir en capacidad de procesamiento y almacenamiento; generar oferta, volumen y producción permanente a precios competitivos (IGLESIAS, 2004).

Para la temporada 2005/06, de manera preliminar, se estimaba que podrían sembrarse alrededor de 15.000 ha con raps canola, distribuidas principalmente a través de contratos de compraventa con Aceites del Maule

(Talca), Oleotop (Freire) y Molinera Gorbea (Gorbea). La información disponible señala que el precio ofrecido para el raps aumentaría a US\$ 248/t puesto en Freire y US\$ 245/t en Gorbea (IGLESIAS, 2005).

**4.1.2 Lupino.** A nivel mundial el cultivo del lupino tiene cierta importancia económica sólo en unos pocos países. Además, esta producción es ampliamente dominada por Australia como se observa en la Figura 11, país que concentra más de 83% del volumen total que se cosecha anualmente. Chile, por su parte, aun teniendo una participación inferior al 5% sobre el total cosechado, aparece en segundo lugar de producción de este grano, destacándose especialmente por sus altos niveles de productividad, que actualmente se están situando en torno a los 27 quintales por hectárea (BANFI, 2006).



**FIGURA 11 Evolución de la producción mundial, australiana y chilena de lupino.**

FUENTE: ODEPA, (2005).

Debe tenerse presente que la mayor parte del comercio internacional de este grano es de lupino amargo para consumo humano, mercado que suele saturarse con relativa facilidad, debido a que el nicho de demanda es más bien restringido (principalmente países ribereños del Mediterráneo con influencia árabe). En consecuencia, si los repuntes productivos que se esperan en Australia se logran, es probable que el mercado manifieste a corto plazo una condición de mayor holgura, con precios algo inferiores a los registrados en estos últimos años (BANFI, 2005).

Es así como en el año 2004 se ha llegado a exportar más de 10 mil toneladas de lupino, un volumen similar al de antes de la contracción. No obstante, lo que es más significativo de esta evolución es que el valor total exportado ha superado por bastante a cualquier otro valor que se haya conseguido durante el actual decenio, llegando a sobrepasar por primera vez los US\$ 5 millones. Esto ha sido el resultado del precio promedio de más de US\$ 500 por tonelada que se alcanzó en el año pasado, cifra que, superando en casi 30% a la ya recuperada del año anterior, triplicó el nivel más deprimido del año 2002 (BANFI, 2005).

De aquí que, a pesar de los buenos resultados conseguidos, parecería altamente recomendable que en Chile las siembras de lupino amargo no excedan de 8.000 hectáreas, de forma de seguir manteniendo un relativo equilibrio en este mercado (BANFI, 2005).

En cuanto a las siembras de lupino dulce, que habían sido bastante fluctuantes y que corresponden a la diferencia entre el total sembrado y lo sembrado con lupino amargo, cabe hacer presente que es un cultivo realizado

principalmente por agricultores comerciales de la IX Región, aunque últimamente este cultivo también se ha extendido hasta la X Región, donde también se está constituyendo en una alternativa productiva para la zona (BANFI, 2005).

El destino básico de esta producción es el consumo animal y se comercializa primordialmente dentro del mercado interno. Es así como el incremento de las siembras totales de estos dos últimos años ha estado vinculado más que nada a una expansión de este cultivo de lupino dulce, que actualmente está contando con una importante y creciente demanda de parte de la industria de alimentos para salmones (BANFI, 2005).

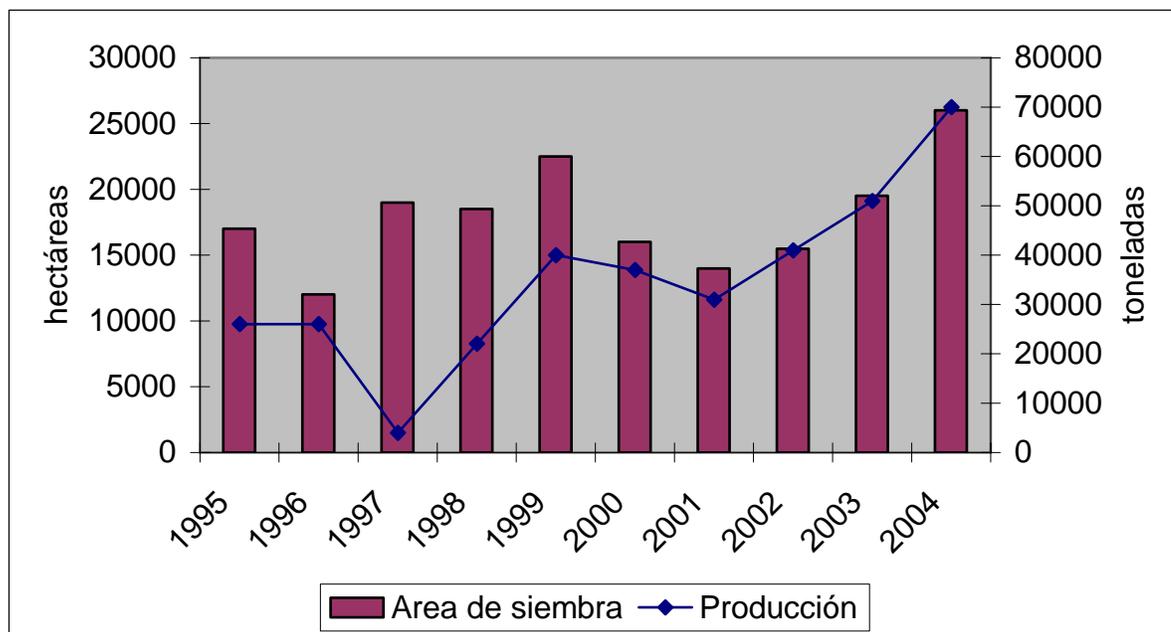
La principal causa de esta mayor demanda por lupino dulce es la escasez que se está observando en el abastecimiento de harina, así como también de subproductos de la soya (harina y afrecho), lo que está repercutiendo directamente en la evolución de los precios de los sustitutos de estos productos, entre ellos los del propio lupino dulce (JORDAN, 2004).

Asimismo, existen estudios que indican que si de las actuales formulaciones de alimentos se lograra sustituir un 15% de la harina de pescado y un 100% de la harina de soya, se requerirían como mínimo 80.000 toneladas al año de harina de lupino dulce, solamente para el sector de salmónidos. Esta demanda potencial abre importantes expectativas para la ampliación del cultivo en el país y de la industria asociada (IGLESIAS, 2005).

En el país, conforme a las cifras de siembra definitivas entregadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el área cultivada con lupino durante la temporada 2004/05 llegó a 25.300 hectáreas, superando en 32,1% al área

cultivada con esta especie en la temporada anterior ratificando el claro proceso de desarrollo que viene experimentando en el último tiempo y estableciendo, de paso, un nuevo récord para este cultivo (BANFI, 2005).

En la Figura 12 se observa la evolución del área de siembra y de la producción de lupino, En relación a la distribución de estas siembras por tipo de producto obtenido (dulce o amargo), cabe hacer presente que habitualmente se cultivan entre 6 mil y 8 mil hectáreas de lupino amargo, área que se concentra básicamente en sectores de pequeños agricultores de la IX Región (BANFI, 2005).



**FIGURA 12 Evolución del área de siembra y de la producción de lupino.**

FUENTE: INE, (2005).

Lo anterior ha constituido un poderoso incentivo para que el cultivo del lupino haya llegado al récord de 25.300 hectáreas totales que se sembraron en la

última temporada, de las cuales unas 18.000 hectáreas correspondieron a lupino dulce. Además se pronostica que en la temporada 2005/06 continuará el incremento de estas siembras, cubriendo parte de lo que dejaría de sembrarse con trigo (BANFI, 2005).

Conforme a las cifras de siembra entregadas por el INE, el área cultivada con lupino durante la temporada 2005/06 llegó a 28.490 hectáreas, superando en 12,6% las siembras de esta especie efectuadas en la temporada anterior. Con ello se concreta el cuarto incremento consecutivo de estas siembras, lo que ha permitido duplicar el área nacional de siembra de lupino durante los últimos cinco años. Así se ratifica el claro proceso de expansión que viene experimentando este cultivo en el último tiempo (BANFI, 2006).

Esto se debe principalmente a una recuperación de la demanda externa de lupino amargo, además de la consolidación de los requerimientos de lupino dulce por parte de la industria salmonera (INE, 2005).

Por otro lado, cabe resaltar que, en la medida que el cultivo del lupino sea efectivamente una real alternativa productiva para la agricultura de la zona sur del país, no sólo beneficiará a sus agricultores, por el aporte directo que hará a sus ingresos, sino también se constituirá en una excelente alternativa para incorporarla a las rotaciones de cultivos de la zona. Esto último es especialmente efectivo si se consideran los efectos benéficos que esta leguminosa genera en la conservación de los recursos edáficos, debido a su capacidad de incorporar nitrógeno al suelo (VON BAER, 2004).

## **4.2 Análisis de mercado**

**4.2.1 Definición del producto.** El producto a comercializar es un concentrado que se basa en: harina de lupino y aceite de raps, con el fin de reemplazar parcialmente en los concentrados actuales, la soya, la harina y el aceite de pescado que serán sometidos al final del proceso a un baño llamado policap para evitar que se pierda entre un 2 a 3% de polvo que bota el alimento pelletizado.

Este concentrado será destinado a la alimentación de salmones en la etapa de engorda con el fin de reemplazar en gran medida las fuentes de origen animal por el uso de fuentes vegetales, además para evitar cambiar la tecnología a extrusión y permitir mantenerse en el mercado con alimento pelletizado, ya que la exigencia es eliminar la mayor parte de polvo que queda en los alimentadores.

El concentrado se venderá en bolsas de 25 kg que se usa actualmente, el costo de la bolsa de 25 kg es de \$125 pesos.

Se reemplazará por 40% de inclusión de grits de lupino con relación al uso de harina de pescado que se incluye entre 60% de la ración, entre 10-30% de aceite de raps dependiendo de los requerimientos y tamaño de los peces, la formulación actual y el nuevo concentrado se muestra a continuación:

### Raciones de salmones en etapa de engorda en Industria BILBAO S.A.

Alimentos	Inclusión (%)	Mín.
Harina de pescado	55-68	50% Proteína
Harina de trigo	25-30	
Afrecho de raps		
Soya		
Aceite de pescado	12-13	22% Lípido.
Colorante	60ppm	
Minerales y vitaminas	1	

### Ración propuesta para la etapa de engorda a la industria BILBAO S.A.

Alimentos	Inclusión (%)	Mín.
Harina de pescado	42	42% Proteína
Grano de trigo	12	
Grits de lupino	20	
Afrecho de raps	5	
Aceite de pescado	12	18-25% lípido
Aceite de raps	6	
Colorante	60ppm	
Minerales y vitaminas	1	

**4.2.2 Proyección de la demanda.** La demanda del concentrado se estimó basándose en la producción de alimento para salmones. En el Cuadro 13 se observa la demanda estimada mediante el método de regresión.

**CUADRO 13 Estimación de la demanda mediante el método de regresión.**

<b>Año</b>	<b>Toneladas de alimento</b>
2005	880112
2006	952797
2007	1025483
2008	1098169
2009	1170854
2010	1243541
2011	1316226
2012	1388912
2013	1461598

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos SERNAP.

**Ecuación de regresión:  $y = -6751895,1 + 72685,78 x$**

La estimación de la demanda muestra que para los crecimientos esperados en producción de salmones se requerirá 1461598 t de alimento, lo que es inviable para sustentar con el 50% de la alimentación con harina de pescado y el 30% de aceite.

**4.2.3 Proyección de la oferta.** JORDAN (2003), señala que la producción de salmones y truchas de Chile ha crecido siete veces desde el año 91, la demanda por alimentos ha crecido desde 50 mil toneladas en 1990 a 700 mil toneladas en el 2003, siendo las expectativas de crecimiento para los próximos 10 años de entre un 5 a 7 % anual, equivalente a 1,1 – 1,4 millones toneladas (2013).

WIDMER (2004), sostiene que “si uno analiza las cifras de captura para hacer harina de pescado y las proyecta, se ve que es una industria no viable, porque las capturas van disminuyendo y el precio esta subiendo, con lo cual la relevancia de reemplazarlos por nutrientes vegetales es latente.

Se espera la sustitución de harina y aceite de pescado por otras de origen vegetal (como Lupino y Canola) (INFANTE, 2003).

Al sustituir la harina de pescado en un 50% por Harina de lupino y el aceite de pescado en un 30% por aceite de raps, el nuevo concentrado tendría un contenido aproximado de 30% de harina de lupino, 11% de aceite de raps, 30% de harina de pescado, 12% de aceite de pescado y el 30% restante corresponde a trigo, gluten de trigo, aminoácidos, vitaminas, minerales y pigmentos.

En la actualidad se usan en la alimentación de salmones aproximadamente 100 mil toneladas de trigo, o su equivalente a 20 mil hectáreas de cultivo. El Ministerio de Agricultura dijo que “la nueva demanda por este insumo se estima en cerca de 250 mil toneladas, lo que representa unas 30 mil hectáreas adicionales de trigo, totalizando 50 mil hectáreas cuya cosecha se destinaría a la alimentación animal” (JORDAN, 2004).

El lupino ha comenzado a ser usado intensamente en la alimentación de salmones en el último tiempo ya que es una fuente proteica de alta calidad (39-42% proteínas) como grano descascarado. Diversas empresas elaboradoras de alimentos de peces tienen proyectado un uso estimado superior a las 10 mil toneladas de lupino dulce, con un potencial de uso total como insumo en la alimentación de salmones de unas 60 mil toneladas en las dietas alimenticias. Esto implicaría aproximadamente unas 30 mil hectáreas adicionales de siembra de lupino (JORDAN, 2004).

Otra de las alternativas es el Aceite de raps, existen variedades no transgénicas, por otro lado el perfil de ácidos grasos más cercano al aceite de pescado tiene un importante aporte de ácidos grasos Omega 3, tiene un uso potencial del subproducto generado (torta de raps), es un cultivo conocido y con las condiciones para su resurgimiento. Para una sustitución máxima según

pruebas de la industria de 40%, se requerirían hoy 70 mil t de aceite de raps, equivalente a 48 mil ha (JORDAN, 2004).

**4.2.4 Procesos tecnológicos.** El sistema de compactación o pelletizado a vapor es de hecho la técnica más común de producción empleada para la manufactura comercial de alimentos para acuicultura (Hastings y Higgs, 1980 y New, 1987). Sin embargo, aparte de los beneficios generalmente reconocidos a los sistemas convencionales de compactación de pellets secos o a vapor, los desarrollos más recientes y la aplicación de las técnicas de pelletizado por extrusión, como por ejemplo la expansión, han ofrecido algunos horizontes nuevos para los fabricantes de alimentos para acuicultura (TACON, 1987).

Como se mencionó anteriormente, existen 2 tipos de tecnología (pellets o extruído), Todo comienza con la llegada de las materias primas. Cada materia prima se procesa individualmente a través de una molidora en que la velocidad cambia según el diámetro necesario. Luego pasa a la mezcladora donde la materia prima después de molida son mezcladas en las proporciones correctas.

Una vez que las materias primas han sido molidas y mezcladas, ellas se envían a una tolva grande para una primera mezcla. De allí, van a un mezclador para obtener una consistencia uniforme. Es durante este paso que se mezcla con vitaminas. Esta operación que está sistemáticamente controlada es importante porque la homogeneidad del producto tiene que ser perfecta. Todos los ingredientes tienen que estar en la mezcla en las proporciones correctas para cumplir los requisitos nutricionales de los peces.

Hasta ahora, las dos tecnologías de la producción compartían los mismos pasos de proceso. Pero después de la mezcla, el proceso es diferente para la extrusión y pellets.

Para los pellets, la harina se mezcla con el vapor 85°C para obtener una pasta. Esta pasta se envía a una prensa y se empuja a través de un anillo de acero perforado donde toma una forma de espagueti que es cortado en partículas del tamaño deseado y enfriado ahí se produce el pellets (Véase Anexo 2).

El pelletizado por expansión o extrusión es un proceso de calentamiento húmedo, por medio del cual los ingredientes premolidos y mezclados secos son primero acondicionados con vapor y/o agua a presión atmosférica (la mezcla de alimentos en esta etapa contendrá 20–30% de humedad; temperatura de acondicionamiento 65–95°C) y luego son llevados a un barril de extrusión presurizado (conocido como extrusor) en donde la mezcla de alimento es cocida a una temperatura de 130–180°C por medio de calor y presión mecánica por 10–60 segundos (el período de cocimiento y la temperatura dependen del tamaño de partícula de los ingredientes, de la composición de la mezcla del alimento y de las propiedades físicas requeridas de la dieta extruída). La harina cocida es entonces extruída por medio de un tornillo ahusado, pasando a través de un dado al final del barril de extrusión presurizado hacia el exterior (Véase Anexo 3), donde el material se expande y es cortado a la longitud o forma física deseados. Durante este proceso, el alimento cocido y extruído emerge del dado con una densidad más baja y con un contenido de humedad de 25–30%, el cual requiere de un secado posterior. El proceso de extrusión requiere de una cierta cantidad de carbohidratos presentes en la mezcla (como almidón); el almidón gelatinizado se vuelve plástico, absorbe agua y en el sobrecalentamiento se vaporiza produciendo la expansión consecuente (TACON, 1987).

Finalmente cualquier pellets sea extruído o pelletizado será tamizado y luego embalado (LE GOUSSANT, 2001).

Las ventajas del pelletizado por extrusión sobre los sistemas convencionales de pelletizado a vapor se pueden resumir como sigue:

- Las altas temperaturas empleadas durante el cocido por extrusión facilitan la ruptura de las membranas de celulosa que rodean a las células vegetales y a los gránulos individuales de almidón de los cereales y las oleaginosas, con la consecuente gelatinización del almidón y el incremento de la biodisponibilidad calorífica de los carbohidratos (TACON, 1987).

- Las altas temperaturas empleadas durante la extrusión facilitan la inactivación y/o destrucción de factores antinutricionales termolábiles que se encuentran normalmente presentes en los cereales y oleaginosas (i.e. inhibidores enzimáticos del crecimiento) y contaminantes exógenos dentro de los subproductos animales (TACON, 1987).

- El cocido por extrusión produce pellets que son extremadamente estables en estado seco y entonces se pueden almacenar por largos períodos de tiempo sin degradación de los nutrientes (R.J. McDonald 1985, citado por TACON, 1987).

4.2.4.1 Policap. Esta capa es importante ya que evitará la eliminación de polvo en los alimentadores el método a utilizar será POLICAP, ha sido desarrollado como un agente encapsulador de aceites en dietas de alta energía en alimentos para salmones. Atendiendo a la necesidad de disminuir el factor de conversión de los alimentos y a la alta concentración de aceite en las dietas, se ha formulado un producto, con alto valor energético que presenta la propiedad de formar una red microscópica de material hidrófobo que encapsula homogéneamente las partículas de aceite en el pellet.

Las ventajas del uso de policap es que elimina considerablemente las pérdidas de aceite en los pellets de alta energía, aporta energía a la dieta y disminuye la tendencia a la rancidez en los pellets.

Se recomienda el uso de POLICAP en la etapa de pre-mezcla o en la etapa de engrase del pellet. Si se prefiere la etapa de engrase la temperatura del baño no deberá ser inferior a 60 °C, para aplicar el producto en estado líquido. La dosificación estará relacionada con la cantidad de aceite a encapsular, pero se recomienda el uso de un 1-2% sobre el aceite.

Para una producción de 1200 t se requerirá de 24 t de policap que puesto en la planta Spes en Santiago tiene un costo de \$545 kg más IVA, en caso de comprar las 24 t se hará un descuento de 2%<sup>3</sup>.

### **4.3 Estudio técnico.**

**4.3.1 Identificación del proyecto.** A continuación se da a conocer las características de la empresa y de la inversión a realizar.

**4.3.2 Descripción de la unidad física del proyecto.** La empresa Bilbao S.A. se ubica en el sector de Pelchuquín en la comuna de San José a 35 kilómetros de la ciudad de Valdivia por la salida Norte de la misma. El propietario es el señor Mauricio Bilbao, teniendo su residencia en Pelchuquín. Cuenta con una superficie de 1 hectárea para la planta elaboradora de alimento, además de 300 hectáreas para otros rubros como: Lechería, Crianza, Engorda, cultivos y exportador de salmón.

Con respecto al título de dominio el predio tiene el Rol 378-85 inscrito en el Conservador de Bienes Raíces de Valdivia.

---

<sup>3</sup> Beatriz Valencia, Depto. de Ventas División Agropecuaria. Spes S.A. Comunicación personal.

La aptitud productiva de la empresa la conforman la dotación de Recursos Físicos y capacidad empresarial del agricultor donde se puede señalar que es una empresa familiar por lo cual la madre del propietario esta involucrada dentro del manejo tanto administrativo como de producción del predio.

El señor Bilbao tiene experiencia en gestión de empresas agrícolas, es Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad Austral de Chile (UACH) mención Administración, por lo cual tiene un amplio conocimiento en cuanto al tema.

La atención de clientes es personalizada caracterizada por la puntualidad de las entregas lo cual funciona mediante pedidos del cliente.

La distancia hasta los lugares de los proveedores y condiciones de vialidad se detallan a continuación:

- Santiago: ciudad ubicada en la región Metropolitana de donde se obtienen los Minerales, vitaminas y policap, se encuentra a una distancia de 804 km a Pelchuquín.
- Concepción: ciudad ubicada en la VIII región de donde se obtiene la harina de pescado prime y el aceite, se encuentra a una distancia de 417 km de Pelchuquín.
- Puerto Montt: ciudad ubicada en la Décima región entrega el concentrado, se encuentra a una distancia de 245 km de Pelchuquín.
- Argentina: se obtiene la harina de trigo y soya.
- Freire: ciudad ubicada en la IX región de donde se obtendrá el aceite de raps y la harina de lupino, ubicada a 127 km de Pelchuquín, alternativa para obtener el aceite de raps en caso de no disponibilidad en Freire, se encuentra el Molino de Gorbea que esta a una distancia de 110 km de Pelchuquín.

**4.3.3 Justificación de la inversión.** La inversión que considera el proyecto es aquella necesaria para formular un concentrado, basándose en ingredientes vegetales, lo que permitirá evaluarlo económicamente, comparado con el concentrado actual que industria Bilbao S.A. produce.

De esta forma para producir este nuevo concentrado se debe implementar los siguientes equipos.

- Adquisición de un silo para el almacenamiento de la harina de lupino.
- Adquisición de un estanque para el almacenamiento del aceite de raps.
- Banda sinfín para la aplicación de policap, en baño con aspersores.

La justificación de esta inversión radica en disminuir los costos de producción del concentrado y permitir una mayor competitividad del producto frente a grandes empresas que venden alimentos extruídos para salmones ya que esta industria debe competir principalmente por la calidad de la ración a la cual debe incrementar los niveles de dos de los insumos principales: la harina y aceite de pescado, que están siendo afectados por dos problemas, primero el aumento de precio creciente y la escasez en el corto plazo de estos ingredientes, ya que provienen de recursos silvestres y no son sostenibles mayores producciones en el tiempo, además los consumidores están exigiendo que la alimentación de los salmones provenga de ingredientes vegetales y no de fuentes de origen animal, para ello la empresa debe invertir en los equipos mencionados anteriormente ya que no cuentan con un silo anexo, pero la conexión dentro de la planta ya esta hecha, por lo tanto no requiere mas que el silo para el almacenamiento de harina de lupino y un estanque de aceite para raps que estará ubicado fuera de la construcción junto al estanque de aceite para pescado, debe considerarse la compra de una manguera de PVC de 2 ½ pulgada y la compra de 2 atomizadores, para el bañado del pellets ya que el uso es exclusivo para el aceite de pescado y otra manguera para el aceite de raps, por otra parte la banda para

el baño con policap del pellets luego del baño con aceite será asperjado el policap, ya que la exigencia de los clientes es que no bote tanto polvo en los alimentadores.

4.3.3.1 Ventajas de la inversión. Diversas investigaciones llevadas a cabo en el uso de la harina de lupino como sustituto de la harina de pescado en la formulación de dietas para Salmónidos han reportado índices de crecimiento superiores a los logrados por aquellas a base de harina de pescado, un porcentaje de inclusión de 40 % no evidencia efectos significativo sobre el crecimiento y trabajos posteriores aumentan el porcentaje de inclusión a 50% de lupino sin evidenciar algún efecto sobre los rendimientos productivos de los peces. Esta clara tendencia a extender el porcentaje de incorporación del lupino se debe al desarrollo de nuevas variedades de semillas más ricas en aminoácidos azufrados y con un menor contenido de alcaloides (Glencross *et al.* 2003, citado por SERRANO 2004)

Chile autoriza la adicción de hasta un 15% de harina de Lupino dulce, con un máximo de 0.05% de alcaloides para alimentación humana, hoy la semilla de Lupino dulce tiene menos de 0.05% de alcaloides (VON BAER, 2004)

La estimación de la demanda muestra que para los crecimientos esperados en producción de salmones se requerirá 1.461.598 t de alimento, lo que es inviable para sustentar con el 50% de la alimentación con harina de pescado y el 30% de aceite.

INFANTE (2004), opina que bajo esa perspectiva las necesidades de harina y aceite de pescado no podrán ser cubiertas dado el carácter no sustentable en el tiempo de estas.

**4.3.4 Descripción del proceso productivo.** A continuación se describe el proceso productivo de la planta:

Con respecto a la recepción de los insumos, la mayor parte son transportados por camiones de la misma empresa sin pagar flete de las ciudades mas cercanas, Puerto Montt y Concepción, los insumos traídos desde Santiago y Argentina son transportados por la empresa a la que se le compra donde se incluye el precio del flete en el valor del producto.

Precio de los insumos utilizados en la fabricación de alimento para salmones:

- Harina de pescado prime = US\$ 814 t, se incluye entre 60-70% de la ración, para lograr como mínimo 50% de proteína
- Aceite de pescado =US\$ 814 t, incluye entre un 12-13% en la ración para tener como mínimo 25% de lípido en la ración
- Harina de trigo =US\$ 306 t, mezclada con harinilla de trigo que tiene mejor contenido de almidón, incluye entre un 10-20% de esta mezcla en la ración.
- Afrecho de raps =US\$ 264 t, se incluye entre un 5-7% en la ración.
- Soya =US\$ 356 t se incluye entre 10-15% en la ración.
- Colorante =\$3.000.000 caja 20 kg, se usa 60 ppm en la ración.
- Minerales y vitaminas (mezcla) =\$20/kg y en la ración se incluye un 1%, por lo tanto, si el concentrado formulado tiene 25 kg solo 0,25 kg serán minerales y vitaminas.

En el Cuadro 14 se calculó el precio de los insumos usados por la empresa Bilbao S.A. de acuerdo a la cantidad utilizada en una bolsa de 25 kg, para poder calcular el costo por bolsa.

**CUADRO 14 Precio de los insumos usados en industrias Bilbao S.A.**

Insumo	Cantidad por Ración	\$ Ración
Bolsa 25Kg	1	125
Policap	0.5 kg	325
Harina de pescado	15 kg	6,300
Aceite de pescado	3 lt	1,260
Harina de trigo	2.5 kg	395
Colorante	60 ppm	63
Minerales y Vit	1 kg	20
Afrecho de raps	1.25 kg	170
Harina de soya	2.5 kg	458

El costo actual de la ración solo en insumos es calculado para una bolsa de 25 kg = \$9.116/ bolsa.

Este costo se calculó en base a los % de inclusión y luego el precio por kilo.

Precio de los insumos a utilizar en la fabricación del nuevo concentrado:

- Harina de pescado prime = US\$ 814 ton, se incluye 32% de la ración, para lograr como mínimo 25% de proteína
- Aceite de pescado =US\$ 814 t, incluye un 12% en la ración para tener como mínimo 12-13% de lípido en la ración
- Harina de trigo =US\$ 306 t, mezclada con harinilla de trigo que tiene mejor contenido de almidón, incluye un 12% de esta mezcla en la ración.
- Colorante =\$3.000.000 caja 20 kg, se usa 60 ppm en la ración.
- Minerales y vitaminas (mezcla) =\$20/kg y en la ración se incluye un 1%, por lo tanto, si el concentrado formulado tiene 25 kg solo 0,25 kg serán minerales y vitaminas.

- Harina de Lupino =US\$ 363 t con 42% de proteína se incluirá en la ración un 30% para obtener alrededor de 15% de proteína.
- Aceite de raps =US\$ 395 t, la inclusión en la ración será 6%.
- Afrecho de raps =US\$ 264 t, la inclusión en la ración será 5%.

**CUADRO 15 Precios de los insumos a utilizar en industria Bilbao S.A.**

Insumo	Cantidad Ración	\$ Ración
Bolsa 25Kg	1	125
Policap	0.5 kg	325
Harina de pescado	10.25 kg	3,465
Aceite de pescado	3 lt	1,260
Harina de trigo	3 kg	474
Colorante	60 ppm	63
Minerales y Vit	1 kg	20
Afrecho de raps	1.25 kg	170
Aceite de raps	1.25 lt	255
Grits de lupino	5.5 kg	1,403

Por lo tanto el costo calculado para el nuevo concentrado es de \$7.560/bolsa 25kg.

Todos estos insumos llegan a una planta de 1200 m<sup>2</sup> con piso de cemento, pilares y cerchas de madera todo forrado con plancha zinc 5V.

Al llegar los insumos, estos son almacenados en silos que tienen una capacidad de 30 toneladas c/u, tienen 6 silos en uso, luego los ingredientes son recepcionados en un pavo con una capacidad de 30 t/hr, son elevados por un motor hacia una tolva, de aquí se eleva 22 m y cae a un bolo que lleva los

ingredientes hacia una mezcladora, los junta para luego ser nuevamente elevados cayendo a un receptor. A partir de aquí los ingredientes son pasados por un enfriador de aire y luego a una banda donde se le atomiza el aceite, terminado este proceso pasa a un sinfín donde de acuerdo al calibre de la matriz salen los pellets del concentrado del tamaño solicitado a la bolsa de 25 kg.

Tiene una capacidad instalada de 2400 kg/hr para la producción de concentrados, de la cual ocupa 1200 kg/hr para fabricación de alimento para salmones y la otra mitad para la fabricación de concentrado para bovinos.

El 60% de la venta de concentrado para salmones se concentra en los meses de julio-octubre.

**4.3.5 Inversiones.** A continuación se observan en los Cuadros 16 y 17 el detalle de las inversiones sin proyecto y con proyecto.

**CUADRO 16 Detalle de la inversión sin proyecto.**

Item	Valor	Cantidad	Vida útil (años)	Valor residual	Depreciación anual
Planta	150.000.000	1	50	75.000.000	3.000.000
Construcción	80.000.000	1	30	40.000.000	2.666.667
Silos	4.000.000	3	25	6.000.000	480.000
Estanque acero	13.000.000	1	20	6.500.000	650.000
Caldera	10.000.000	1	20	5.000.000	500.000
Camiones(18 ton)	5.000.000	2	15	5.000.000	714.000
Terreno	6.000.000	1 há		6.000.000	
Laboratorio	30.000.000	1	50	15.000.000	600.000
Carros(9 ton)	1.000.000	2	15	1.000.000	133.334
Yale	2.800.000	1	15	1.400.000	186.667
<b>Total</b>	<b>315.800.000</b>			<b>155.900.000</b>	<b>8.930.668</b>

**CUADRO 17 Detalle de la inversión con proyecto.**

Item	Valor	Cantidad	Vida útil (años)	Valor residual	Depreciación anual
Planta	150.000.000	1	50	75.000.000	3.000.000
Construcción	80.000.000	1	30	40.000.000	2.666.667
Silos	4.000.000	6	25	6.000.000	480.000
Silo nuevo	4.000.000	1	25	2.000.000	160.000
Estanque acero	13.000.000	1	20	6.500.000	650.000
Estanque Al nuevo	15.000.000	1	30	7.500.000	500.000
Caldera	10.000.000	1	20	5.000.000	500.000
Camiones(18 ton)	5.000.000	4	15	5.000.000	714.000
Terreno	6.000.000	1 há		6.000.000	
Laboratorio	30.000.000	1	50	15.000.000	600.000
Carros(9 ton)	1.000.000	5	15	1.000.000	133.334
Yale	2.800.000	1	15	1.400.000	186.667
<b>Total</b>	<b>334.800.000</b>			<b>165.400.000</b>	<b>9.590.668</b>

El precio de venta del concentrado actualmente es de \$550 la bolsa de 25 kg el que incluye el costo del flete (\$10/kg) desde Pelchuquín hacia el punto de destino en Puerto Montt.

#### **4.4 Estudio financiero.**

**4.4.1 Análisis de costos.** Para este análisis se pueden usar dos criterios: costeo financiero y costeo gerencial. El primer método se denomina corrientemente costeo por producto debido al énfasis puesto en la obtención del costo por unidad producida. Así, bajo este criterio, los costos se clasifican en directos e indirectos.

El criterio de costeo gerencial clasifica los costos de acuerdo a su grado de variabilidad dentro del periodo productivo. De esta manera, los costos son considerados como fijos y variables. Este método es el escogido.

En cuanto a los precios de la materia prima adquirida por la empresa BILBAO S.A. en los últimos años, estos se detallan en el Cuadro 18. Los valores han sido deflactados considerando la variación del Índice de Precios al Consumidor (IPC), expresándose los valores en moneda de diciembre del año 2005.

**CUADRO 18 Evolución de los precios de los insumos (miles de pesos/t).**

Materia prima	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
H. de pescado	184	184	189	190	164	341	422	469	412
Aceite pescado	164	119	128	168	197	235	390	346	412
Soya	167	182	169	166	159	160	169	175	185
G. de trigo	109	107	122	129	120	133	127	139	150
Afrecho raps	99	118	119	116	112	116	116	134	135

**CUADRO 19 Cantidad de insumos utilizados y sus precios.**

Insumo	Cantidad	\$	Total (\$)
Bolsa 25Kg	48000 bolsas	125	6,000,000
Policap	24 t	649,000	15,576,000
Harina de pescado	720 t	420,000	302,400,000
Aceite de pescado	144 t	420,000	60,480,000
Harina de trigo	180 t	158,000	28,440,000
Colorante	20 kg	3,000,000	3,000,000
Afrecho de raps	60t	136,000	8,160,000
Minerales y Vit	12 t	20,000	240,000
Harina de soya	120 t	183,000	21,960,000

**CUADRO 20 Detalle de los costos sin proyecto.**

<b>Item</b>	<b>Costos Fijos (\$)</b>	<b>Costos Variables (\$)</b>
Luz	2.400.000	
Agua	360.000	
Gas	300.000	
Teléfono	1.500.000	
Contador	1.800.000	
Mantenición y reparación planta	1.800.000	
Mantenición y reparación camiones	6.000.000	
Material oficina	1.200.000	
Retiros personales	12.000.000	
Flete		540.000
Seguros	4.000.000	
Mano de obra permanente	4.800.000	
Mano de obra ocasional		2.304.000
Peajes		518.400
Depreciación	8.930.668	
Combustible		8.226.720
Gastos laboratorio	2.400.000	
<b>Insumos</b>		
Bolsa 25Kg		6,000,000
Policap		15,576,000
Harina de pescado		302,400,000
Aceite de pescado		60,480,000
Harina de trigo		28,440,000
Colorante		3,000,000
Afrecho de raps		8,160,000
Minerales y Vit		240,000
Harina de soya		21,960,000
<b>Total</b>	<b>48.150.668</b>	<b>457.845.120</b>

Costos totales = costos fijos + costos variables = \$505.995.788

El precio real de la harina de lupino y el aceite de raps que serán requeridos para el proyecto se puede observar en el siguiente cuadro.

**CUADRO 21 Precio de Harina de Lupino y Aceite de raps.**

Insumos	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Lupino	122	123	118	123	158	177	175
Aceite de Raps	178	192	175	174	188	201	200

En el siguiente cuadro se detallan los costos del total de los insumos a utilizar en la nueva ración de acuerdo a las cantidades calculadas.

**CUADRO 22 Costos de los insumos de la nueva ración.**

Insumo	Cantidad (t)	\$	Total (\$)
Bolsa 25Kg	48000 (bolsa)	125	6,000,000
Policap	24	649,000	15,576,000
Harina de pescado	396	420,000	166,320,000
Aceite de pescado	144	420,000	60,480,000
Harina de trigo	144	158,000	22,752,000
Colorante	1	3,000,000	3,000,000
Afrecho de raps	60	136,000	8,160,000
Minerales y Vit	12	20,000	240,000
Aceite de raps	60	204,000	12,240,000
Grits de lupino	360	187,000	67,320,000

**CUADRO 23 Detalle de los costos con proyecto**

Item	Costos Fijos (\$)	Costos Variables (\$)
Luz	2.400.000	
Agua	360.000	
Gas	300.000	
Teléfono	1.500.000	
Contador	1.800.000	
Mantenimiento y reparación planta	1.800.000	
Mantenimiento y reparación camiones	6.000.000	
Material oficina	1.200.000	
Retiros personales	12.000.000	
Flete		540.000
Mano de obra permanente	4.800.000	
Mano de obra ocasional		2.304.000
Seguros	4.000.000	
Peajes		518.400
Depreciación	9.590.668	
Combustible		8.226.720
Gastos laboratorio	2.400.000	
<b>Insumos</b>		
Bolsa 25Kg		6,000,000
Policap		15,576,000
Harina de pescado		166,320,000
Aceite de pescado		60,480,000
Harina de trigo		22,752,200
Colorante		3,000,000
Afrecho de raps		8,160,000
Minerales y Vit		240,000
Aceite de raps		12,240,000
Grits de lupino		67,320,000
Total	48.150.668	373,677,120

Costos totales = costos fijos + costos variables = \$421.827.788

4.4.1.1 Tendencia de precios. Como se mencionó anteriormente la tendencia de los precios se basa en asumir que el comportamiento del pasado se repetirá en el futuro. Para ello se utilizó el método de regresión lineal, proyectando los precios que se muestran en el Cuadro 24, observándose que todas las estimaciones tienen un coeficiente de determinación superior al 70%.

**CUADRO 24 Tendencia de precios (miles de pesos/t).**

Año	Afrecho Raps	Harina pescado	Aceite pescado	Grits lupino	Aceite raps	Grano de trigo	Soya
1999	119	189	128	122	178	122	169
2000	116	190	168	123	192	129	166
2001	112	164	197	118	175	112	159
2002	116	341	235	123	174	116	160
2003	116	422	390	158	188	116	169
2004	134	469	346	177	201	134	175
2005	135	412	412	175	200	135	185
2006	134	525	468	186	201	131	180
2007	137	578	518	203	205	133	186
2008	140	631	568	219	214	135	193
2009	145	695	621	233	219	138	198
2010	150	750	674	241	222	144	201
2011	154	781	720	254	225	146	205

R2            0,89            0,96            0,98            0,96            0,87            0,7            0,88

**4.4.2 Proyección cuadro fuente y uso de fondos.** Este cuadro permite obtener una proyección de la disponibilidad de fondos y sus respectivos usos a través del perfil del proyecto. Permite, por tanto, determinar la capacidad de pago del proyecto.

El crédito se calculó tomando en consideración una tasa de descuento bancaria y los recursos requeridos por la empresa, que asciende a \$ 19 millones de pesos, solicitados a 5 años. En el Cuadro 25 se muestra la cuota y el interés del crédito.

Crédito para una inversión \$19.000.000.

Tasa de interés = 12% anual.

$$A = 19.000 * 0.277409732$$

$$A = 5.270.785$$

**CUADRO 25 Tabla de amortización.**

Año	Cuota	Intereses	Amortización	Saldo
0				\$19,000,000
1	\$5,270,785	\$2,280,000	\$2,990,785	\$16,009,215
2	\$5,270,785	\$1,921,106	\$3,349,679	\$12,659,536
3	\$5,270,785	\$1,519,144	\$3,751,641	\$8,907,895
4	\$5,270,785	\$1,068,947	\$4,201,837	\$4,706,058
5	\$5,270,785	\$564,727	\$4,706,058	\$0

**CUADRO 26 Fuente y uso de fondos**

Años	0	1	2	3	4	5
<b>Fuentes:</b>						
Ingresos netos		184.211.882	152.571.301	117.670.574	87.439.831	67.176.118
Depreciación		9,590,668	9,590,668	9,590,668	9,590,668	9,590,668
Crédito solicitado	19,000,000					
Aporte de capital	315,800,000					
Crédito operacional						
Saldo año anterior		0	176.531.765	321.422.949	431.413.406	511.173.121
<b>Total fuentes</b>	<b>334,800,000</b>	<b>193.802.550</b>	<b>338.693.734</b>	<b>448.684.191</b>	<b>528.443.905</b>	<b>587.939.907</b>
<b>Usos:</b>						
Inversión activo fijo	334,800,000					
Amortización CL/P		2,990,785	3,349,679	3,751,641	4,201,837	4,706,058
Intereses LP		2,280,000	1,921,106	1,519,144	1,068,947	564,727
Am. C. O						
Int. C.O						
Retiros privados		12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
<b>Total usos</b>		<b>17,270,785</b>	<b>17,270,785</b>	<b>17,270,785</b>	<b>17,270,784</b>	<b>17,270,785</b>
Saldo	0	176.531.765	321.422.949	431.413.406	511.173.121	570.669.122

El detalle de los aportes de capital e inversiones se encuentran en los cuadros 16 y 17.

#### 4.4.3 Flujo de ingresos y costos.

Primeramente se mostrarán los ingresos y costos actuales (sin proyecto) y luego los futuros de la empresa (con proyecto).

En el Cuadro 27 se observa el aumento de los costos variables de acuerdo a las tendencias calculadas anteriormente y a las cantidades requeridas por la empresa.

**CUADRO 27 Proyección costos variables para situación sin proyecto (\$).**

Insumo	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Año 2011
Combustible	8.912.800	9.049.920	9.049.920	9.187.040	9.324.160
Flete	540.000	560.000	580.000	600.000	620.000
M.O. ocasional	576.000	604.800	648.000	691.200	720.000
Peajes	540.000	576.000	612.000	648.000	684.000
Bolsa 25Kg	6.000,000	6.048,000	6.096,000	6.144,000	6.192,000
Policap	15.576,000	15.600,000	15.624,000	15.648,000	15.672,000
Harina de pescado	416.160.000	454.320.000	500.400.000	540.000.000	562.320.000
Aceite de pescado	74.592.000	81.792.000	89.424.000	97.056.000	103.680.000
Harina de trigo	23.940.000	24.300.000	24.840.000	25.920.000	26.280.000
Colorante	3.001.000	3.002.000	3.003.000	3.004.000	3.005.000
Afrecho de raps	8.220.000	8.400.000	8.700.000	9.000.000	9.240.000
Minerales y Vit	240.000	252.000	264.000	276.000	288.000
Harina de soya	22.320.000	23.160.000	23.760.000	24.120.000	24.600.000
TOTAL	559.063.376	606.038.368	661.302.640	710.524.032	740.783.024

En el Cuadro 28 se observa la proyección de los costos que aumentan anualmente debido al mayor precio de los insumos. De esta forma, si la tendencia de los precios es la proyectada, la empresa dejaría de ser viable a partir del año 2009, lo cual, como se verá mas adelante, justifica plenamente la inversión en el proyecto. Por otra parte, se calculo la tendencia del ingreso bruto

que aumenta anualmente debido al mayor precio por kilo de alimento (ver anexo 4).

**CUADRO 28 Proyección de costos e ingresos sin proyecto (\$).**

Año	2007	2008	2009	2010	2011
I. brutos	662.425.926	665.976.337	670.235.882	673.890.531	678.149.810
C. Variable	559.063.376	606.038.368	661.302.640	710.524.032	740.783.024
Costos fijos	48.150.668	48.150.668	48.150.668	48.150.668	48.150.668
C. totales	607.214.044	654.189.036	709.453.308	758.674.700	788.933.692
Ingreso neto	55.211.882	11.787.301	-39.217.426	-84.784.169	-110.783.882

En el cuadro 29 se observa el aumento de los costos variables de los insumos requeridos por la empresa para la realización del proyecto, determinado por la cantidad de cada insumo a utilizar y su precio.

**CUADRO 29 Proyección de costos variables para situación con proyecto (\$).**

<b>Insumo</b>	<b>Año</b> 2007	<b>Año</b> 2008	<b>Año</b> 2009	<b>Año</b> 2010	<b>Año</b> 2011
Combustible	8.912.800	9.049.920	9.049.920	9.187.040	9.324.160
Flete	540.000	560.000	580.000	600.000	620.000
M.O. ocasional	576.000	604.800	648.000	691.200	720.000
Peajes	540.000	576.000	612.000	648.000	684.000
Bolsa 25Kg	6.000,000	6.048,000	6.096,000	6.144,000	6.192,000
Policap	15.576,000	15.600,000	15.624,000	15.648,000	15.672,000
Harina de pescado	228.888.000	249.876.000	275.220.000	297.000.000	309.276.000
Aceite de pescado	74.592.000	81.792.000	89.424.000	97.056.000	103.680.000
Aceite de raps	12.300.000	12.840.000	13.140.000	13.320.000	13.500.000
Grano de trigo	19.152.000	19.440.000	19.872.000	20.736.000	21.024.000
Colorante	3.001.000	3.002.000	3.003.000	3.004.000	3.005.000
Afrecho de raps	8.220.000	8.400.000	8.700.000	9.000.000	9.240.000
Minerales y Vit	240.000	252.000	264.000	276.000	288.000
Grits de lupino	73.080.000	78.840.000	83.880.000	86.760.000	91.440.000
<b>TOTAL</b>	<b>430.063.376</b>	<b>465.254.368</b>	<b>504.414.640</b>	<b>538.300.032</b>	<b>562.823.024</b>

Se observa una disminución de los costos en harina de pescado y de trigo debido a que se reemplaza parcialmente por harina de lupino, que por otra parte, reemplaza a la soya.

En el Cuadro 30 se muestra los costos e ingresos para los próximos 5 años, una vez efectuada la inversión.

**CUADRO 30 Proyección de costos e ingresos con proyecto (\$).**

Año	2007	2008	2009	2010	2011
I. brutos	662.425.926	665.976.337	670.235.882	673.890.531	678.149.810
C. Variable	430.063.376	465.254.368	504.414.640	538.300.032	562.823.024
Costos fijos	48.150.668	48.150.668	48.150.668	48.150.668	48.150.668
C. totales	478.214.044	513.405.036	552.565.308	586.450.700	610.973.692
Ingreso neto	184.211.882	152.571.301	117.670.574	87.439.831	67.176.118

Para efectos de este proyecto la diferencia radica en los costos, por lo tanto, los ingresos brutos son iguales en ambas situaciones, para compararlas. Los flujos se calcularon por el método de regresión lineal.

#### **4.5 Evaluación.**

Para evaluar la empresa con y sin proyecto se usan los criterios conocidos, como son VABN y TIR.

**4.5.1 Valor actual de los beneficios netos (VABN).** Como se menciono anteriormente el VAN es la diferencia entre los ingresos y egresos de inversión, expresados en moneda actual. Si el resultado es igual a cero, no indica que la utilidad proyectada sea nula, sino que es igual a la utilidad generada por la mejor inversión alternativa, debido a que la tasa de descuento utilizada incluye el costo implícito de la oportunidad de inversión.

El Cuadro 31 muestra el total de las inversiones de la empresa incluido la inversión del proyecto.

**CUADRO 31 Total de inversiones con proyecto.**

Inversiones	Total
Tierra	6.000.000
Infraestructura	309.800.000
Silo	4.000.000
Estanque	15.000.000
<b>Total de inversiones</b>	<b>334.800.000</b>

En el siguiente Cuadro se presenta el flujo de caja del proyecto, además el último año se suma el valor residual calculado en el cuadro 17, que corresponde al valor de desecho de los activos, siendo este el valor de mercado que tendrían dichos activos ese año.

**CUADRO 32 Flujo de caja con proyecto.**

	0 (MM\$)	1	2	3	4	5
Inversiones	334.8					
Ingresos netos		184.211.882	152.571.301	117.670.574	87.439.831	67.176.118
Depreciación		9.590.668	9.590.668	9.590.668	9.590.668	9.590.668
Valor residual						165.400.000
Flujo caja anual	-334.8	193.802.550	162.161.969	127.261.242	97.030.499	242.166.786

En el Cuadro 33 se calcula el VAN considerando un perfil del proyecto de 5 años y una tasa de descuento del 12%.

**CUADRO 33 Beneficios actualizados netos (VAN) con proyecto.**

Año	Flujo de caja del proyecto	Beneficios actualizados $i=12\%$	PRCD
0	-334,800,000	-334,800,000	-334,800,000
1	193,802,550	173,037,991	-161,762,009
2	162,161,969	129,274,529	-32,487,480
3	127,261,242	90,582,038	58,094,558
4	97,030,499	61,664,636	
5	242,166,786	137,411,938	
VABN		257,171,132	

De acuerdo al cuadro anterior, el proyecto debería aceptarse ya que el VABN es \$ 257.171.132. Por otra parte el criterio de recuperación de capital descontando indica que al tercer año recupera la inversión.

4.5.1.1 VABN marginal. Para el cálculo del VABN marginal se requiere primeramente calcular el flujo de caja anual de la empresa sin proyecto que es lo que se presenta en el Cuadro 34.

**CUADRO 34 Flujo de caja sin proyecto (\$).**

	0(MM\$)	1	2	3	4	5
Inversiones	-315.8					
Ingresos netos		55.211.882	11.787.301	-39.217.426	-84.784.169	-110.783.882
Depreciación		8,930,668	8,930,668	8,930,668	8,930,668	8,930,668
Valor residual						155,900,000
Flujo caja anual	-315.8	64.142.550	20.717.969	-30.286.758	-75.853.501	54.046.786

El flujo de caja marginal muestra el flujo generado por el solo proyecto y es lo que se observa en el Cuadro 35.

**CUADRO 35 Flujo anual marginal (\$).**

Item	0(MM\$)	1	2	3	4	5
Con proyecto	-334.8	193.802.550	162.161.969	127.261.242	97.030.499	242.166.786
Sin proyecto	-315.8	64.142.550	20.717.969	-30.286.758	-75.853.501	54.046.786
Flujo anual marginal	-19.000	129.660.000	141.444.000	96.975.000	21.176.998	188.120.000

**4.5.2 Tasa interna de retorno (TIR).** Como se mencionó anteriormente la TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios sea exactamente igual al valor presente de los costos, es decir, igual cero y el criterio es aceptar todo proyecto en que la TIR sea igual o mayor que cero.

**CUADRO 36 Calculo TIR total de la empresa (\$).**

Año	Flujo de caja del proyecto	Beneficios actualizados $i = 40$	Beneficios actualizados $i = 41$
0	-334.800.000	-334.800.000	-334.800.000
1	193.802.550	138.430.393	137.448.617
2	162.161.969	82.735.698	81.566.304
3	127.261.242	46.378.004	45.398.219
4	97.030.499	25.257.835	24.548.888
5	242.166.786	45.027.144	43.452.925
VABN		3.029.074	-2.385.047,13

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) * ((Bi_1) / (Bi_1 + Bi_2))$$

$$TIR = 40 + 1 * ((3.029.074 / (3.029.074 + 2.385.047,13))) = 40,55$$

La tasa interna de retorno con proyecto es de 40,55%, es decir, la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios netos sea igual a cero, o sea, el proyecto debiera aceptarse ya que la tasa interna de retorno es mayor que la tasa pertinente de interés.

**4.5.3 Criterio razón beneficio – costo.** El calculo de la razón beneficio – costo se efectúa dividiendo los beneficios actualizados por los costos actualizados del proyecto. Este criterio establece que un proyecto es económicamente factible si la razón beneficio – costo es mayor que uno, es decir, el que un proyecto tenga una relación mayor que la unidad habiéndose descontado la tasa de interés pertinente indica que el proyecto en cuestión es rentable.

El Cuadro 37 muestra la relación beneficio / costo actualizados para la situación con proyecto.

**CUADRO 37 Relación beneficio / costo de la actividad con proyecto (\$).**

Año	Item	Ingresos y costos (con proyecto)	Ingresos y costos Actualiz. I=12%
0	INVERSION	-334.800.000	-334.800.000
1	Ingresos	662.425.926	591.451.720
	Costos	478.214.044	426.976.825
2	Ingresos	665.976.337	530.912.258
	Costos	513.405.036	409.283.351
3	Ingresos	670.235.882	477.060.662
	Costos	552.565.308	393.305.072
4	Ingresos	673.890.531	428.269.616
	Costos	586.450.700	372.700.022
5	Ingresos	678.149.810	384.800.414
	Costos	610.973.692	346.682.881
Total beneficios actualizados: 2.412.494.670 Total costos actualizados:1.948.948.151 Relación Beneficio / costo:1.237			

Como se mencionó anteriormente el total de los beneficios actualizados corresponde a \$2.412.494.670 el que será igual para ambas situaciones, el costo actualizado es \$1.948.948.151, que es el que varía por lo que la relación beneficio / costo es 1.237 lo que quiere decir, que por cada peso invertido se gana 0.237 centavos.

**4.5.4 Punto de equilibrio.** Es aquel nivel de producción en el cual los ingresos brutos permiten cubrir los costos totales involucrados. Es decir, es el punto en que no se gana ni se pierde, a partir del cual se generan utilidades. Por lo tanto mientras menor sea el punto, es mejor para la empresa ya que con un menor nivel de actividad cubrirá todos sus costos, quedando el remanente como utilidad (ver datos en anexo 5).

$$PE = \frac{CF}{1 - \frac{(CV/IB)}{IB}}$$

$$PE = \frac{240.753.340}{1 - \frac{(2.500.855.440/ 3.350.678.486)}{3.350.678.486}} * 100$$

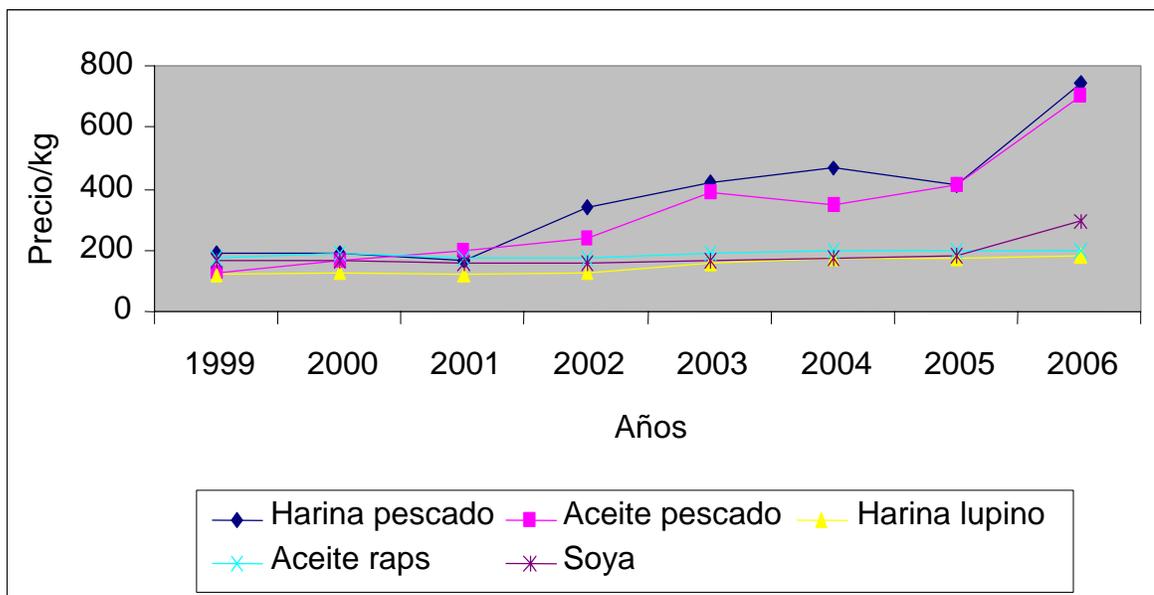
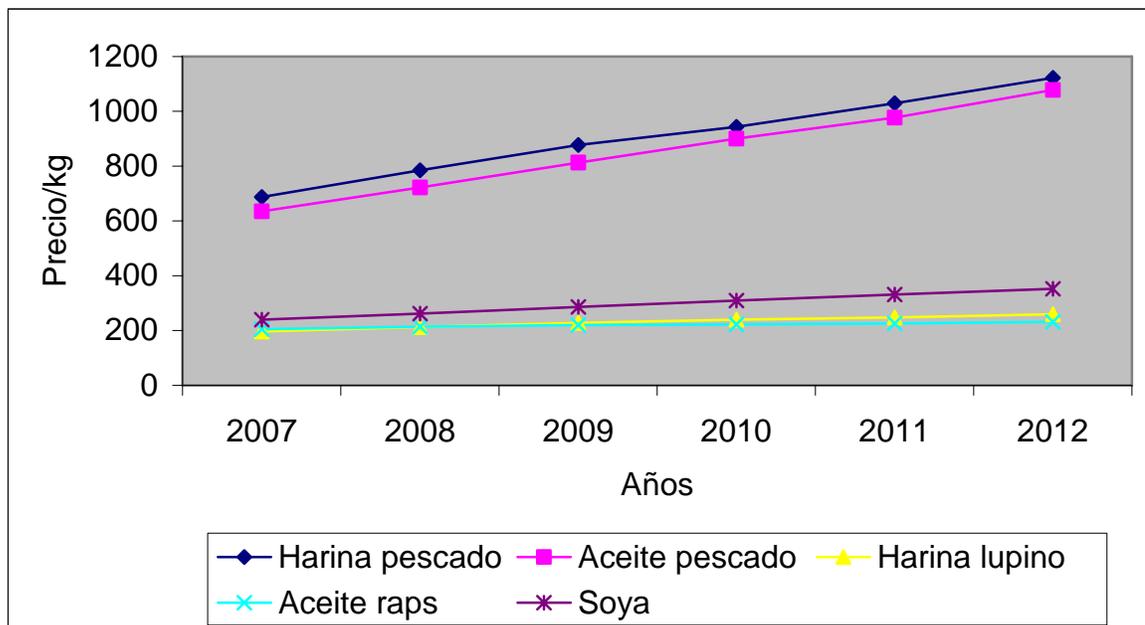
$$P.E = 28.33\%$$

Con el 28.33% del ingreso bruto cubre los costos totales, esto quiere decir que el ingreso neto es el 71.66% del ingreso bruto.

**4.5.5 Análisis de riesgo.** La empresa vende a pedido y tiene un único comprador lo cual se constituye en su mayor riesgo. Por otra parte su concentrado es pelletizado, en relación al extruído que es el que más se utiliza, por tanto, para mantener la demanda por su producto debe disponer de los nutrientes necesarios y el producto no afectar el normal crecimiento de los peces, para lo cual requiere comprar insumos de mayor calidad, lo que aumenta sus costos.

Además, en el corto plazo a las plantas elaboradoras de alimento para animales se les exigirá normas de calidad, no observándose una predisposición de la empresa a invertir para implementarlas, con lo cual el riesgo aumenta.

4.5.5.1 Análisis de sensibilidad. Se utiliza para sensibilizar el proyecto se modifican las principales variables para determinar la rentabilidad del proyecto, en este caso a través del análisis de regresión se modificaron los precios de los principales insumos utilizados en la ración.

**CUADRO 38 Precios reales de los principales insumos.****CUADRO 39 Análisis de sensibilidad**

En los cuadros 40 y 41 de acuerdo a lo calculado en el análisis de sensibilidad se modificó el precio de los principales insumos para estimar en la

situación actual de la empresa que ocurre con los costos totales y para el caso de formular el concentrado con ingredientes vegetales (Raps y Lupino) en reemplazo parcial del aceite, harina de pescado y del reemplazo total de la soya.

**CUADRO 40 Precio de insumos calculado para la situación sin proyecto.**

Insumo	Cantidad	\$	Total (\$)
Bolsa 25Kg	48000 bolsas	125	6,000,000
Policap	24 t	649,000	15,576,000
Harina de pescado	720 t	780,000	561,600,000
Aceite de pescado	144 t	720,000	103,680,000
Harina de trigo	180 t	158,000	28,440,000
Colorante	20 kg	3,000,000	3,000,000
Afrecho de raps	60t	136,000	8,160,000
Minerales y Vit	12 t	20,000	240,000
Harina de soya	120 t	183,000	21,960,000

**CUADRO 41 Precio de insumos calculado para la situación con proyecto**

Insumo	Cantidad (t)	\$	Total (\$)
Bolsa 25Kg	48000 (bolsa)	125	6,000,000
Policap	24	649,000	15,576,000
Harina de pescado	396	780,000	308,880,000
Aceite de pescado	144	720,000	103,680,000
Harina de trigo	144	158,000	22,752,000
Colorante	1	3,000,000	3,000,000
Afrecho de raps	60	136,000	8,160,000
Minerales y Vit	12	20,000	240,000
Aceite de raps	60	300,000	18,000,000
Harina de lupino	360	300,000	108,000,000

En el cuadro 43 muestra la comparación de los costos totales para ambas situaciones en casos pesimistas esperados, de acuerdo al análisis de regresión calculado para el aumento de precio de los principales insumos.

**CUADRO 42 Costos totales calculados en ambas situaciones.**

	Costo Variable		
	Ingreso Bruto	Insumos	Costo total
Con Proyecto situación Negativa	660,000,000	577,152,000	636,891,788
Sin Proyecto situación Negativa	660,000,000	748,656,000	788,933,692

## 5 CONCLUSIONES

La factibilidad técnica del uso de un ingrediente vegetal como fuente de proteínas en concentraciones relevantes dentro de la dieta depende de tres factores principales; el perfil aminoacídico, contenido de proteínas y nivel de digestibilidad.

El reemplazo parcial de harina de pescado por lupino y aceite de pescado por raps es posible, ya que existe evidencia explícita que la inclusión de estos insumos en la dieta, no afecta de manera negativa el crecimiento, como tampoco el rendimiento.

En la actualidad se ha incluido fuentes vegetales en las dietas de salmónidos mayoritariamente importadas como la soya, debido a que aún la disponibilidad de Raps y Lupino es relativamente baja por el precio, pero se estima que aumentará en el corto plazo.

Por otra parte, el estudio económico financiero determina que el reemplazo parcial de insumos de origen animal por proteína y aceite vegetal tiene otra ventaja como disminuir los costos de producción.

Al considerar los costos de la empresa analizada con y sin proyecto se puede apreciar que gran parte de estos corresponden a la compra de las materias primas para formular el concentrado.

Al observar los valores del VABN con proyecto implementado se puede concluir que este proyecto es económicamente factible de realizar, lo mismo ocurre con la TIR.

El análisis de sensibilidad indica que el proyecto sigue siendo rentable aun cuando aumenta el precio de sus principales insumos; por otro lado para la situación sin proyecto con solo aumentar el precio de sus insumos de acuerdo a la tendencia calculada deja de ser rentable.

En relación al punto de equilibrio este muestra que con el 28.33% de la producción, se cubren los costos de la empresa incluyendo la amortización y los intereses del crédito. Por tanto, la empresa se encuentra en buena posición ya que con un bajo nivel de actividad cubre sus costos totales.

De acuerdo a los antecedentes descritos se acepta la hipótesis planteada, en el sentido que la elaboración de concentrado para la alimentación de salmones en base a ingredientes vegetales es técnica y económicamente factible en Industria BILBAO S.A.

## 6 RESUMEN

La harina y el aceite de pescado son los ingredientes principales utilizados en la dieta de salmónidos, no obstante, la oferta mundial de ambos insumos se mantiene mas o menos constante, a su vez, la demanda por estos insumos esta aumentando debido al importante crecimiento de la acuicultura a escala mundial. Por lo cual se ha planteado el reemplazo de estos, por ingredientes vegetales; de los cuales dos cultivos son los que tienen mayores posibilidades de expansión en el corto plazo, el lupino dulce y la canola. Es posible el uso del lupino dulce como fuente proteica para la alimentación de salmónidos, ya que existe evidencia explicita que la inclusión de este insumo en la dieta, no afecta de manera negativa el crecimiento, como tampoco el rendimiento y calidad de la carne del producto final. En cuanto al raps posee buenas características para el reemplazo parcial del aceite de pescado (adecuado perfil de ácidos grasos del tipo omega-3), también su inclusión no afecta el crecimiento, ni el rendimiento de los peces.

En la actualidad se ha incluido fuentes vegetales en las dietas de salmónidos mayoritariamente importadas como la soya, se ha concluido que el lupino y el raps tienen ventajas positivas frente a la soya, no tienen grandes diferencias en digestibilidad de nutrientes presentes y su composición no difieren mayoritariamente, en relación a los requerimientos de los peces.

Por otra parte, el estudio económico financiero determina que para disminuir los costos de producción en insumos, reemplazar parcialmente la proteína y aceite animal por proteína y aceite vegetal, como lupino y raps tiene mayores ventajas frente a los insumos de origen animal como disminuir los costos de producción sin influir en crecimiento ni desarrollo de la especie.

## SUMMARY

The flour and the oil of fish are used in the diet of salmon, however, the world-wide supply of both insumos stays but or less constant, as well, the demand by these insumos this increasing due to the important growth of the acuiculture on world-wide scale. Thus the replacement of these has considered, by vegetal ingredients; of which two cultures are those that have greater possibilities of expansion in the short term, the lupino and the raps. The use of the sweet lupino like protein source for the feeding is possible of salmon, since evidence does not exist specifies that the inclusion of this l ooze in the diet of these species, does not affect of negative way the growth of the fish, like either the yield and quality of the meat of the end item. As far as raps it has good characteristics for the partial replacement of the fish oil (adapted fatty acid profile of the type Omega-3), also there exists evidence that specifies it inclusion does not affect the growth, or the yield of the fish.

At the present time, vegetal sources like soybean or includid in the salmon diets. But high cost like fleat in souces, when concerning is necessary it to cancel load, insurance and in addition his price, one has concluded that the lupino and raps have positive advantages forehead to soya, in addition to being more cheap do not have great differences in digestibilidad of present nutrients and their composition does not differ mainly, in relation to the requirements of the fish.

On the other hand, the financial economic study determines that to diminish the production costs, to replacing the animal protein and oil partially by vegetal protein and oil, as lupino and raps has greater advantages as opposed to animal sources to diminish production costs without influencing in growth or development of the species.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- AQUA, 2006. Estadísticas de acuicultura y pesca. 2005 Feliz año para los salmónidos.(On Line).<<http://www.aqua.cl/estadisticas/index.php>> (3 marzo 2006).
- BANFI, P. 2004. Nuevas oportunidades comerciales para el cultivo del lupino.(On Line). <<http://www.odepa.gob.cl>> (14 octubre 2004).
- BANFI, P. 2005. El cultivo lupino y su mercado.(OnLine).<<http://www.odepa.gob.cl>> (14 junio 2005).
- BANFI, P. 2006. El cultivo lupino y su mercado.(OnLine).<<http://www.odepa.gob.cl>> (23 abril 2006).
- BARRIA, E. 2006. El Raps vuelve en gloria y majestad. El Diario Austral Osorno. Número 8.546. (8 abril 2006).
- CAMPOS, J. 2003. Agricultura y Salmonicultura: Nuevas Oportunidades de Negocio para el Sur de Chile.(On Line).<[http://www.gobiernodechile.cl/discursos/discurso\\_ministrosd.asp?idarticulo=490](http://www.gobiernodechile.cl/discursos/discurso_ministrosd.asp?idarticulo=490)> (14 junio 2005).
- CARBONELL, C. 2006, El trigo en el mundo y las posibilidades de su producción en Chile. (On Line).< <http://www.odepa.gob.cl/>> (30 abri 2006).
- CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA). 2004, Chile podría ser el primer exportador de salmones. Diario El Sur (On

Line).<[http://www.elsur.cl/edicion\\_hoy/secciones/articulo.php?id=28092](http://www.elsur.cl/edicion_hoy/secciones/articulo.php?id=28092)>  
(13 octubre 2004).

CHILE, CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN (CORFO), 1980.  
Perspectivas de desarrollo de cultivo intensivo e industrialización de  
especies dulceacuícolas en Chile.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS,  
(FAO), 2005. Chief, Publishing Management Service (On Line).  
<<http://www.fao.org/es/esc/prices/CIWPQueryServlet>> (8 marzo 2006).

FRANCO; D. 2004. Aceite de soja. Análisis de Cadena Alimentaria. Dirección  
Nacional de Alimentación <[http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/olea/Aceite\\_Soja-r19/A\\_soja.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/olea/Aceite_Soja-r19/A_soja.htm)> (11 junio 2005).

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA,(FIA), 2005. Proyecto en lupino  
dulce. Boletín de cultivos y cereales. (On Line)  
<<http://www.fia.gob.cl/difus/boletin/bcereales/bcereabril2005.pdf>> (22 abril  
2006).

FUNDACIÓN CHILE, 2003. Cadenas Agroalimentarias. Ingredientes vegetales  
para la alimentación de salmones. Santiago, Chile. 97p.

GARRIDO, J.1998. Fabricación y uso de premezclas vitamínicas en alimentos  
para peces (On Line) <  
<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S24.htm>> (2 febrero  
2006).

GONZALEZ, S 2002, Nutrición en peces. (On line). <<http://www.canal-h.net/webs/sgonzalez002/Prodacuat/NUTRICION.htm>> (16 mayo 2005).

HERNANDEZ, R; FERNANDEZ, C y BAPTISTA, P. 1991, Metodología de la investigación. Mexico. Mc-Graw Hill.529p.

HETTICH, C. 2004. Evaluación de la digestibilidad de dietas en trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*): sustitución parcial de harina de pescado por tres niveles de harina de lupino blanco (*lupinus albus*). (On Line) <<http://www.uct.cl/biblioteca/tesis-on-line/tesis-de-grado-carlos-alberto-hettich.pdf>>(30 abril 2006).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE), 2005. Salmonicultura potencia cultivos agrícolas nacionales.(OnLine). <[http://www.aqua.cl/ver\\_noticias.php?doc=8552](http://www.aqua.cl/ver_noticias.php?doc=8552)> (26 febrero 2006).

INTERNACIONAL FISHMEAL AND FISH OIL ORGANIZATION (IFFO), 1990. El rol de la harina de pescado en dietas para salmonidos.Boletín técnico. No.24.(OnLine).<<http://www.iffo.org.uk/techsp/TECH24Sp.htm>> (20 Octubre 2004).

IFFO, 2001, La harina y aceite de pescado en alimentos para animales acuáticos, materia prima sostenible devuelve nutrientes valiosos a la cadena alimenticia humana. .(On Line) <[http://www.iffo.org.uk/tech-sp/D2\\_2Sp.HTM](http://www.iffo.org.uk/tech-sp/D2_2Sp.HTM).> (20 Octubre 2004).

IGLESIAS, R. 2004. Raps canola: temporadas agrícolas 2003/04 y 2004/05.(On Line).<<http://www.odepa.gob.cl>> (14 octubre.2004).

IGLESIAS, R. 2005. Raps canola: temporadas agrícolas 2003/04 y 2004/05.(On Line).<<http://odepa.gob.cl/webodepa/servlet/noticiasweb.NoticiasDet;jsessionid=79nntbb3x1?idcla=2&idn=1415>> (11 marzo 2005).

- INFANTE, R (2003).Crecimiento de la industria salmonera.(On Line).  
<<http://www.aqua.cl/conferencia%20PDF/23%20Marzo%20P%20del%20Lago%20manana/3%20Rodrigo%20Infante.pdf>> (25 octubre2004).
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM), 1980. Mapa rutero de Chile.(On Line) <[www.igm.cl](http://www.igm.cl)> (7 junio 2005).
- JORDAN, G. 2003. Seminario internacional agricultura y salmonicultura. Oportunidades para la agricultura del sur. 2 octubre 2003. Pto varas – Chile.
- JORDAN, G. 2004. Oportunidades para la agricultura del sur. Fundación Chile. (On Line)< [http://www.agrogestion.com/docs-agro/04Temuco\\_Jordan2.pdf](http://www.agrogestion.com/docs-agro/04Temuco_Jordan2.pdf)> (6 junio 2005).
- LERDON, J. 2004. Apuntes de preparación y evaluación de proyectos agrícola y agroindustriales. Chile, Valdivia. 146p.
- LE GOUESSANT (2001). The making of: a fast and rigorous automated process. (On Line)< [www.aqua.legouessant.com/htm/fabrication.htm](http://www.aqua.legouessant.com/htm/fabrication.htm) -> (7 junio 2005).
- LOVELL, T. 1998. Nutrition and feeding of fish. 2ed. Kluwer academic publishers. Norwell, Massachusetts. USA. 267p.
- MERA M, BAER E VON, HAZARD S, (2000). Concentrados proteicos ¿Es posible sustituir importaciones? Agroanálisis 196: 33-36, Diciembre 2000.
- MERA, M. 1999. Leguminosas de grano de las tribus Genisteeae y Phaseoleae. Universidad de la Frontera. Publicación docente N°17.Temuco. 51p.

- MORA, S.1980. (revisión) Adaptación, producción y utilización del lupino en Chile. Revista Agro sur Vol. 8(1):43-56.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC, (1993). Nutrient Requeriments of fish. National Academy of Sciences. Impreso en EEUU de América.
- OCHAGAVÍA, A. 2005. Temporada de trigo.(On Line).< <http://www.odepa.cl/>>. (7 junio 2005).
- ROMERO, J. 1998. Nutrientes esenciales en alimentación acuícola (On Line).<<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S01.htm#ch1>> (6 marzo 2006).
- SAPAG, N y SAPAG. 2000. Preparación y evaluación de proyecto. 4 ed. McGraw Hill interamericana. Chile. 439p.
- SALMONCHILE, 2004. Cluster del salmón.(On Line).<<http://www.salmonchile.cl>> (9 marzo 2005).
- SERRANO, E .2003. Reemplazo parcial de harina de pescado por harina de lupino blanco(*Lupinus albus*), en dietas extruídas para trucha arco iris(*Oncorhynchus mykiss*): efectos sobre los índices productivos y la composición de ácidos grasos en el músculo.(On Line). Universidad Católica de Temuco.<[http://www.uct.cl/edison\\_serrano/pdf](http://www.uct.cl/edison_serrano/pdf)> (14 Octubre 2004).
- TACON, A. 1987. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación.< <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S10.htm>> (18 mayo 2005).

- TOLEDO, M. 2003. Diversificación del uso del lupino utilizándolo como fuente proteica alternativa en la alimentación de la salmonicultura. Revista salmonicultura.6 edición. Nº18,nov 2003.
- VALDIVIA, M. 2006. Salmones vegetarianos. Biotecnología en acción.(On line). < <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/?p=228>> (30 abril 2006).
- VIDAL, L. 2004. Aceite de pescado es ingrediente crítico en dietas para salmones.(OnLine).<<http://www.mispeces.com/trestrazos/boletin-041209.asp>> (7 junio 2005).
- VON BAER, E. 2001. Separata del Lupino. Agenda del Salitre. SOQUIMICH. Chile 8pp.
- VON BAER, E. 2004. Desarrollo de variedades dulces de Lupino y su industrialización.(On Line).<<http://www.leucocoryne.cl/html/1%Basimposio%207%5B1%5D.%20lupino.20%e.vonbaer.pdf>> (22octubre 2004).
- WIDMER, J.y INFANTE, J. 2004. Jun. 14. Alimentos para salmón: Una Torta de US\$ 700 mill en la mira de los agricultores. Diario Estrategia (On Line). <<http://www.estrategia.cl/histo/200406/14/ambito/salo.htm>> (14 octubre 2004).
- YAÑEZ, J. SALAZAR, J. CHAIRES, L. JIMÉNEZ, J. MARQUEZ, M y RAMOS, E.(2002) Aplicaciones biotecnológicas de la microencapsulación. (On Line)< <http://www.cinvestav.mx/publicaciones/avayper/sepoct02/APLICACIONES.PDF>> (8 julio 2005).

ZALDIVAR, F. 2005. Update of the commercial situation. (On Line).  
<<http://www.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/vi/pdf/A32.pdf>>  
(15 octubre 2004).

ZALDIVAR, J. 2004. Actualización de la situación comercial de las harinas y aceites de pescado y las nuevas exigencias que se demandan. (On Line).  
<<http://www.ifo.org.uk/tech-sp/TecnAqua-sp.htm>> (15 octubre 2004).

**ANEXOS**

## ANEXO 1

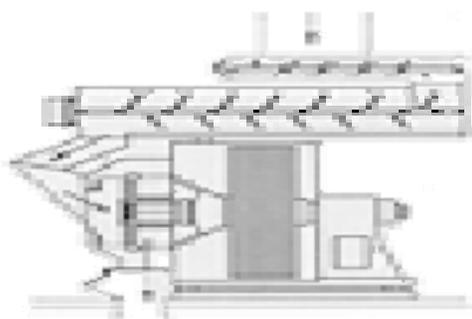


FIGURA 20 Mapa de Valdivia

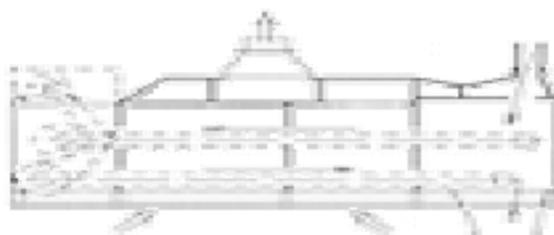
FUENTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM), 1980.

**ANEXO 2**

**Diagrama del proceso del pellets en etapa final.**



**Prensa**

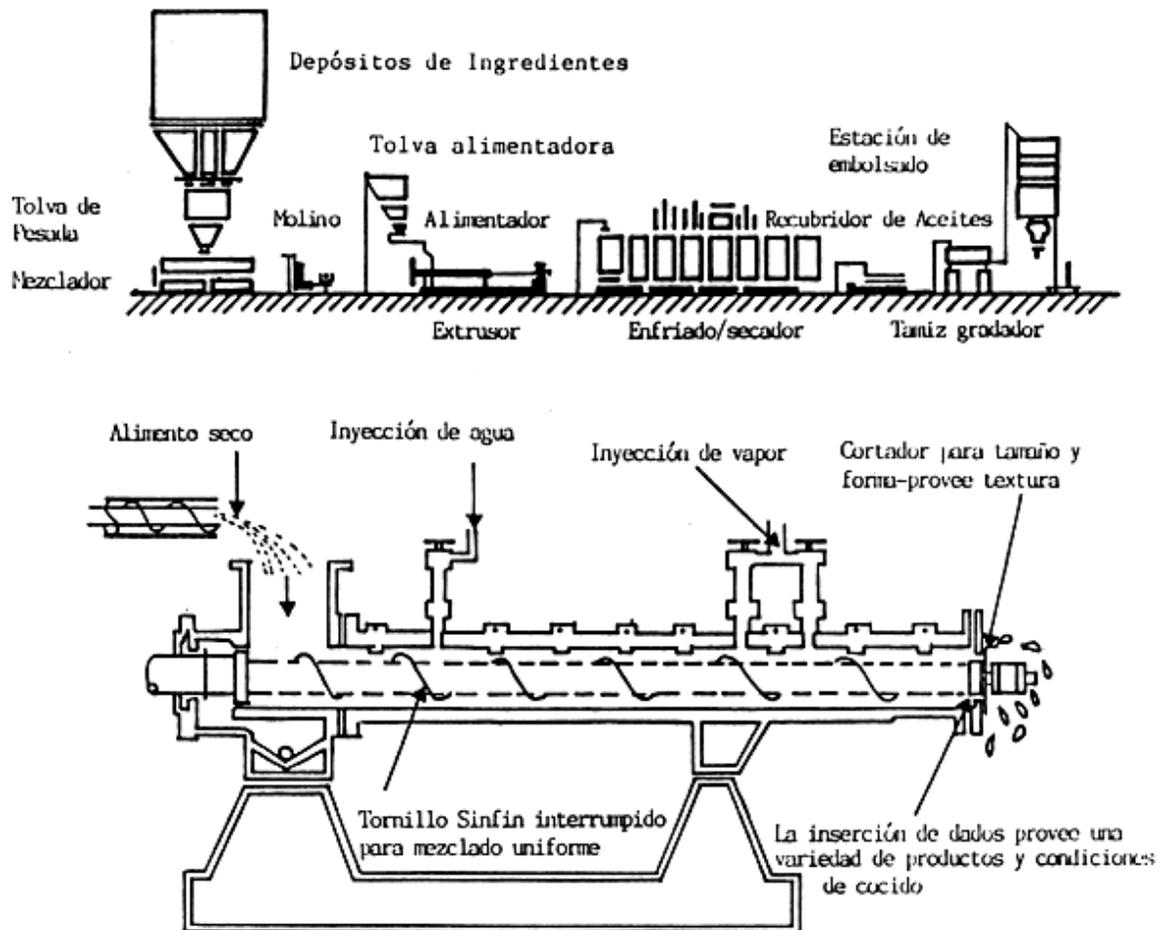


**Secado y enfriado**

FUENTE: TACON, (1987).

## ANEXO 3

## Diagrama del proceso de extrusión



Fuente: Horn, 1979; Williams, 1986, citado por TACON, (1987).

**ANEXO 4****Tendencia del Ingreso Bruto**

Año	Precio (kg)	Cantidad Producida (kg)	Ingreso Bruto
1999	530	1,200,000	636,000,000
2000	530	1,200,000	636,000,000
2001	535	1,200,000	642,000,000
2002	535	1,200,000	642,000,000
2003	540	1,200,000	648,000,000
2004	540	1,200,000	648,000,000
2005	550	1,200,000	660,000,000
2006	549	1,200,000	658,333,333
2007	552	1,200,000	662,425,926
2008	555	1,200,000	665,976,337
2009	559	1,200,000	670,235,882
2010	562	1,200,000	673,890,531
2011	565	1,200,000	678,149,810

**ANEXO 5****Desglose costo total con proyecto**

Ingreso Bruto	Costo Fijo	Costo Variable
662,425,926	48,150,668	430,063,376
665,976,337	48,150,668	465,254,368
670,235,882	48,150,668	504,414,640
673,890,531	48,150,668	538,300,032
678,149,810	48,150,668	562,823,024
3,350,678,486	240,753,340	2,500,855,440