

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

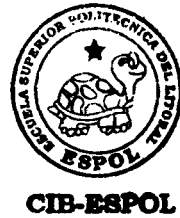
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**“Modelo Matemático para la Minimización de los Costos de Materia
Prima en la Producción de Enlatados de Atún”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS



Presentada por:

Patricio David Molina Joza

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2003

AGRADECIMIENTO



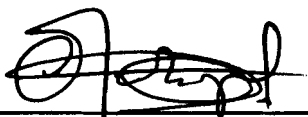
A todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo, y especialmente al Ing. Luis Miranda Director de Tesis, al Sr. Jairo León por su colaboración desinteresada.

DEDICATORIA

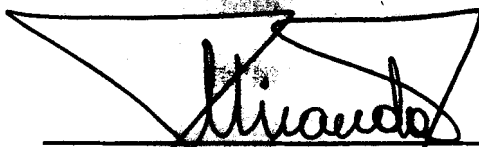


A mi padre Dr. Gonzalo Molina por su ayuda incondicional, a mis hermanos Fernando y Paúl, y a las tres mujeres más importantes de mi vida: Dra. Laura Joza, mi madre; Johany Garcia, mi esposa y Laura Molina, mi hija.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



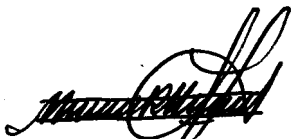
Ing. Marcos Tapia Q.
SUB-DECANO (E) DE LA FIMCP
PRESIDENTE



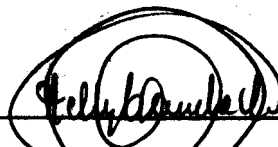
Ing. Luis Miranda S.
DIRECTOR DE TESIS



CIE-ESPOL



Ing. Milton Maridueña A.
VOCAL



Dr. Nelly Gamba A.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



CIB-ESPOL

Patricio David Molina Joza

RESUMEN



CIB-ESPOL

La presente tesis tiene como objetivo minimizar los costos de pescado como materia prima en la elaboración de lomitos de atún enlatado, basado en la selección de las especies de pescado (aleta amarilla, barrilete y ojo grande) con menor costo, mayor rendimiento, mayor disponibilidad y menor tiempo de limpieza de pescado precocido.

Tenemos una visión general de la situación actual de la industria enlatadora de atún, sus incrementos en las exportaciones en los últimos años, así como la información necesaria para la descripción de las distintas especies de pescado reconocidas en el Ecuador para el proceso, el detalle paso a paso del proceso de elaboración de enlatados de atún desde la recepción hasta el etiquetado y embalado, los distintos controles sugeridos para mantener la productividad.

Luego, con datos proporcionados por una empresa que colaboró en el desarrollo de la tesis, se desarrolla un modelo matemático basado en los datos históricos productivos de esta empresa, encostrándose treinta y tres (33) variables de decisión, este modelo encontrado se lo resuelve mediante el método matemático simplex, después se plantea la necesidad de obtener

resultados más cercanos a la realidad, para lo cual se dispone de una alternativa adicional como lo es procedimiento matemático de búsqueda en árboles.


Una vez obtenida el modelo matemático, y los procedimientos matemáticos para su resolución se elabora un programa informático (software) que permita resolver el modelo matemático aplicando tanto el método simplex como el procedimiento de búsqueda en árboles, y además, este programa informático brinda la flexibilidad necesaria para que cualquier empresa procesadora de lomitos de atún edite sus restricciones.

Para probar la eficacia del programa informático se plantean una serie de casos tanto para la resolución de producciones diarias, también en base a datos estadísticos de las capturas anuales de de atunes, se encuentra la disponibilidad de las distintas especies durante el año, estos valores nos sirven para determinar en que meses es necesario incrementar la producción para obtener menor costo en la caja de lomitos de atún.

Al final se realiza una serie de pruebas para validar el programa informático, es decir, para comprobar que resuelve tanto el método matemático simplex, como el procedimiento de búsqueda en árboles, una vez realizado esto se hacen los respectivos análisis de los resultados obtenidos.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
 CIB-ESPOL	
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1. Empacadoras de atún en el Ecuador.....	2
1.2. Importancia económica del atún enlatado en el Ecuador.....	4
1.3. Especies comerciales y tipos de atún enlatado.....	7
1.4. Descripción del proceso.....	14
1.5. Requerimientos de control en el proceso para el diseño del modelo matemático.....	24

CAPITULO 2

2. DISEÑO DEL MODELO MATEMÁTICO.....	31
2.1. Definición de las variables de decisión.....	31
2.2. Identificación y determinación de la función objetivo y restricciones.....	33
2.3. Aplicación del método simplex.....	46
2.4. Ajustes e interpretación para la producción real.....	49

CAPITULO 3

3. AUTOMATIZACIÓN DEL MODELO DISEÑADO.....	55
3.1. Descripción de las Ventanas.....	57
3.2. Descripción de la Operación de la Base de Datos "Acces".....	79
3.3. Pruebas del programa en la producción diaria.....	85
3.4. Análisis de datos estadísticos de la distribución anual de las capturas.....	94
3.4.1. Pruebas del programa en la producción anual.....	98
3.5. Validación del modelo automatizado.....	104
3.6. Análisis de resultados.....	110



CIB-ESPOL

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
--	-----

ABREVIATURAS

cm	Centímetro
°C	Grado centígrado
g	Gramo
h	Hora
kg	Kilogramo
km	Kilometro
lb	Libra
m	Metro
min.	Minuto
m ³	Metro cúbico
ppm	Partes por millón
ton	Tonelada



CIB-ESPOL

SIMBOLOGÍA

US\$	Dólares norteamericanos
${}_n C_R$	Combinación
R	Número de combinaciones
L	Longitud
V	Volumen

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Principales empresas exportadoras de atún en conservas (enero-mayo 2002).....	3
Figura 1.2 Principales empresas exportadoras de atún en conservas (enero-octubre 2002).....	4
Figura 1.3 Evolución de exportaciones pesqueras.....	5
Figura 1.4 Porcentaje de exportación de atún en conservas por mercados.....	6
Figura 1.5 Tipos de atunes.....	9
Figura 1.6 Aleta amarilla (yellowfin).....	10
Figura 1.7 Barrilete (skipjack).....	11
Figura 1.8 Ojo grande (bigeye).....	12
Figura 1.9 Cubas y clasificación de pescado.....	15
Figura 1.10 Corte de los pescado.....	16
Figura 1.11 Precocinado de los pescados.....	17
Figura 1.12 Limpieza de los pescados.....	18
Figura 1.13 Envases después del llenado.....	19
Figura 1.14 Esquema de una maquina automática envasadora.....	20
Figura 1.15 Línea de sellado.....	21
Figura 1.16 Cestas y autoclaves horizontales.....	22
Figura 1.17 Latas vacías para atún.....	23
Figura 2.1 Ejemplo del esquema del método del árbol.....	52
Figura 3.1 Ventana inicial del programa.....	57
Figura 3.2 Ventana de procesar por especie.....	59
Figura 3.3 Ventana de cajas a producir.....	60
Figura 3.4 Ventana de características de la fabrica.....	62



Figura 3.5	Ventana de resultados de producción.....	64
Figura 3.6	Ventana de combinación de las cubas.....	66
Figura 3.7	Ventana de procesar por tipo.....	67
Figura 3.8	Ventana de procesar por especie y tipo.....	68
Figura 3.9	Ventana de ingreso de datos.....	70
Figura 3.10	Ventana para ingreso de cubas.....	73
Figura 3.11	Ventana de ingreso de nuevas especies y tipos de atún...	75
Figura 3.12	Ventana de tipos de envases.....	76
Figura 3.13	Ventana para las proyecciones anuales.....	77
Figura 3.14	Ventana de resultados de proyección.....	78
Figura 3.15	Base de datos de Caja_latas.....	80
Figura 3.16	Constantes.....	81
Figura 3.17	Cubas almacenadas.....	83
Figura 3.18	Base de datos de Ingreso_atún.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Exportación de atún en conservas.....	6
Tabla 2	Formato de registro para la recepción de pescado.....	25
Tabla 3	Formato de registro antes de descongelar los pescados.....	26
Tabla 4	Productividad de tiempo de una empresa atunera.....	27
Tabla 5	Formato de registro para mantener la productividad de tiempo en la limpieza.....	28
Tabla 6	Formato de registro para el control de llenado.....	29
Tabla 7	Ejemplo del uso de la tabla 6.....	30
Tabla 8	Planteamiento del modelo lineal en el método simplex	48
Tabla 9	Ejemplo de la secuencia de combinaciones.....	54
Tabla 10	Disponibilidad en la cámara de congelación para la primera prueba.....	86
Tabla 11	Resultados de la primera prueba.....	87
Tabla 12	Disponibilidad en la cámara de congelación para la segunda prueba.....	89
Tabla 13	Resultados de la segunda prueba.....	90
Tabla 14	Disponibilidad en la cámara de congelación para la tercera prueba.....	92
Tabla 15	Resultados de la tercera prueba.....	93
Tabla 16	Descargas de atunes capturados en el año 2000.....	94
Tabla 17	Descargas de atunes capturados en el año 2001.....	95
Tabla 18	Descargas de atunes capturados en el año 2002.....	96
Tabla 19	Disponibilidad en la cámara de congelación para el primer cuatrimestre.....	100
Tabla 20	Disponibilidad en la cámara de congelación para el segundo cuatrimestre.....	101



CIB-ESPOL

Tabla 21	Disponibilidad en la cámara de congelación para el tercer cuatrimestre.....	102
Tabla 22	Resultados de los cálculos de la producción anual.....	103
Tabla 23	Resultados al ejecutar el caso propuesto en solver.....	105
Tabla 24	Resultados al ejecutar el caso propuesto en el programa.....	106
Tabla 25	Contenido en la base de datos desde el 15/04/03 hasta el 20/04/03.....	107
Tabla 26	Resultados de la prueba de la aplicación del método del árbol....	108
Tabla 27	Informe de resultados de combinación de cubas.....	109
Tabla 28	Interpretación de resultados de la tabla 11.....	110
Tabla 29	Uso de los cálculos de proyección anual.....	112



CIB-ESPOL

INTRODUCCIÓN



CIB-ESPOL

Dentro de las industrias de alimentos del Ecuador, las enlatadoras de atún constituyen unas de las más importantes fuentes de ingresos, se ubica actualmente como el tercer producto alimenticio de mayor exportación en los últimos tres años; esta industria cuenta con tres presentaciones del producto enlatado: trozos grandes (lomitos), trozos pequeños (bocaditos) y rallado (partícula libres).

Se creería que el no aprovechamiento de las distintas características del pescado como son sus diversos costos, sus rendimientos, la disponibilidad estacional de cada especie, no les habría permitido a ciertas empresas atuneras conseguir costos más competitivos que les permitirían ingresar con mayor fuerza a los distintos mercados del mundo, sobre todo cuando existen barreras comerciales. Es por este motivo, que se quiere proporcionar a la industria enlatadora de atún una herramienta matemática que le permita controlar el ingreso de pescado a las cámaras de congelación por medio de una base de datos, el control necesario para mantener las características de productividad de cada empresa y por sobre todo ser más competitiva al conseguir minimizar los costos del pescado como materia prima, al darse la combinación necesaria de especies de pescado, mejora la eficiencia de la gente, para la elaboración de enlatados de lomitos de atún principalmente.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Empacadoras de atún en el Ecuador.

La actividad pesquera industrial en el Ecuador se inicio en el puerto de Manta con la industrialización del atún en el año 1952. Desde entonces la flota atunera ha evolucionado y diversificado su actividad en función a la disponibilidad del recurso.

Hasta el año 2001 Ecuador exportaba atún congelado (51%), en conservas (45%) y fresco (4%) a 45 países, según datos de la Corporación para la Promoción de Exportaciones e Inversiones (Corpei).

De las 25 plantas atuneras instaladas en el país, funcionan alrededor de 15 a 20 plantas atuneras (con una capacidad instalada de aproximadamente 80 a 100 ton diarias), el 90% está en Manta y el 10% en el Guayas; esta industria genera alrededor de 2,00 plazas de

trabajo por empresa dependiendo del tamaño de la empresa, las inversiones del sector superan los 2.400 millones de dólares (flota y procesadoras). Muchas de estas industrias han crecido bastante, y han logrado incursionar sus productos en el extranjero.

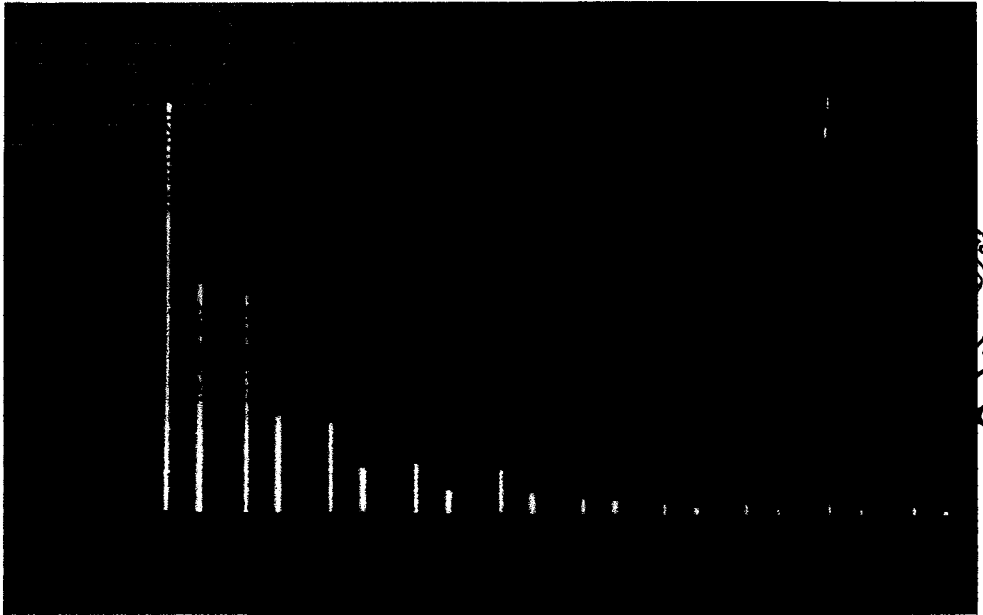


FIG. 1.1 PRINCIPALES EMPRESAS EXPORTADORAS DE ATUN EN CONSERVAS (ENERO-MAYO 2002)

Como podemos apreciar en la figura 1.1, EMPESEC es la empresa con mayor exportación durante el periodo de enero-mayo del 2002, esta empresa exporta a los EE.UU. su producto denominado pouch bajo la marca de STAR-KIST, el cual se encuentra libre de aranceles en ese país.

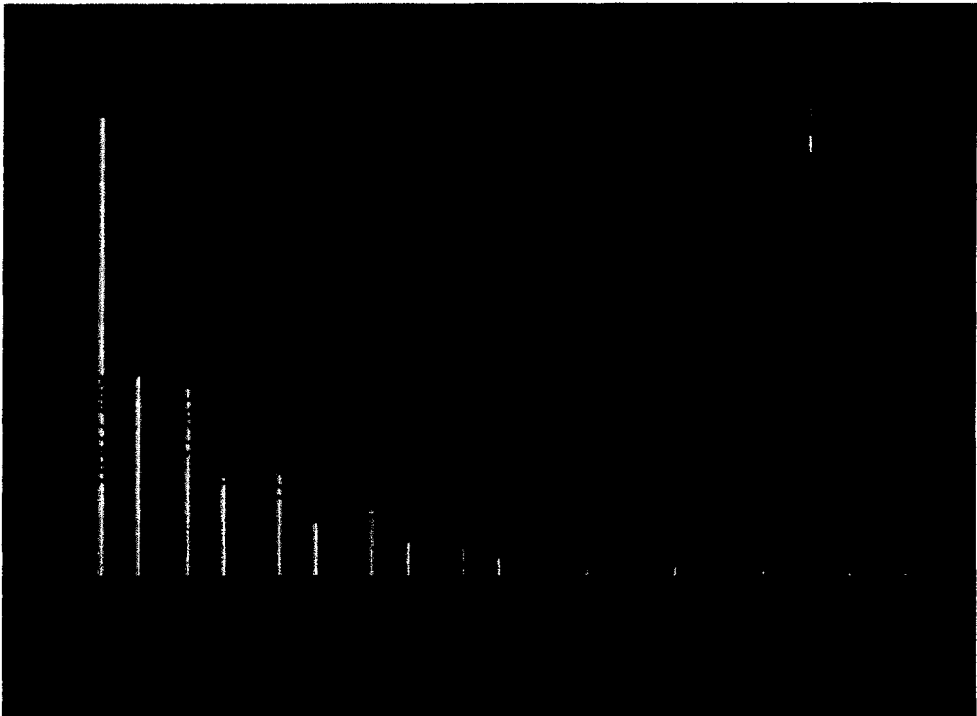


FIG. 1.2 PRINCIPALES EMPRESAS EXPORTADORAS DE ATUN EN CONSERVAS (ENERO-OCTUBRE 2002)

Como podemos apreciar en la figura 1.2, EMPESEC continuaba liderando las exportaciones doblando tanto en dólares como en kilos a su inmediato seguidor (NIRSA); y se puede apreciar el ingreso de dos empresa al cuadro de las 10 empresas con mayor exportación (según revista “Pesqueros”) como son MARVELIZE y TORDASCO.

1.2 Importancia económica del atún enlatado en el Ecuador.

Los enlatados de atún constituyen el tercer producto de mayor exportación de carácter privado y el quinto producto de exportación de carácter total para el Ecuador con un monto de US\$1,448'388,000

en el periodo del año 1991 al año 2000 según datos estadísticos del Banco Central del Ecuador contenidos en las tablas de los anexos A1 y A2.

El incremento y la importancia de las exportaciones de los enlatados de atún hace que este producto sea el de mayor crecimiento dentro de los productos de pesca exportados.

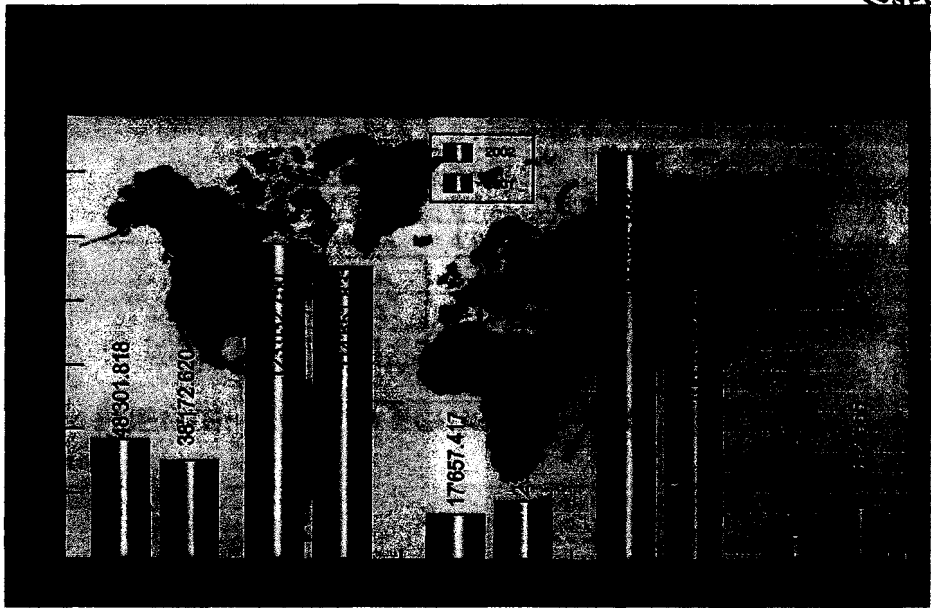


FIG. 1.3 EVOLUCION DE EXPORTACIONES PESQUERAS

Como podemos apreciar en la figura 1.3, la exportación de enlatados de atún se ha incrementado en US\$52'213,310 en el periodo de enero-octubre del 2002 en comparación con el año 2001.

En la siguiente tabla se muestran los datos de exportación de enlatados de atún para el año 2001 (enero-octubre) donde se muestra la importancia económica que tiene los EE.UU. para este mercado hasta ese año:

TABLA 1
EXPORTACIÓN DE ATUN EN CONSERVAS

PAIS	DOLARES
E.E.U.U.	25'028.460
INGLATERRA	13'182.450
CHILE	11'307.687
ARGENTINA	10'242.288
VENEZUELA	8'736.618
COLOMBIA	6'613.874
ALEMANIA	5'152.401
HOLANDA	4'978.893
FRANCIA	4'704.395
ESPAÑA	3'479.634
OTROS	12'403.286
TOTAL	105'829.002



FUENTE: REVISTA ECUADOR PESQUERO

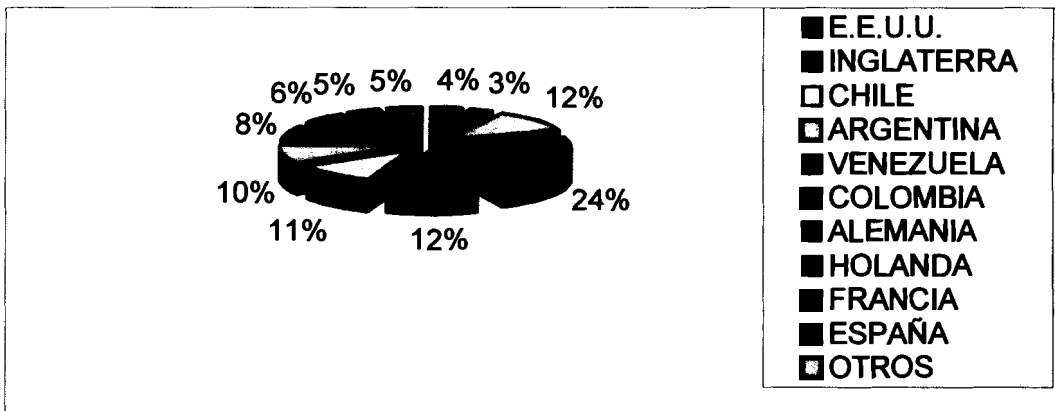


FIG. 1.4 PORCENTAJE DE EXPORTACIÓN DE ATUN EN CONSERVAS POR MERCADOS.

Los datos de la figura 1.4 nos demuestra la importancia económica del mercado estadounidense ya que representa el 24% de las exportaciones totales de los enlatados de atún en el año 2001.

1.3 Especies comerciales y tipos de atún enlatado.

Con el nombre genérico de atún, son vendidos varios peces de especies parecidas, en general de gran tamaño y parecidos por el aspecto y la forma. Son peces que migran en bancos compactos que actualmente son localizados por medio de helicópteros o por satélites para hacer más fácil su situación y pesca. Los atunes son peces con características morfológicas que les permiten ser buenos nadadores; tienen cuerpo fusiforme, cabeza pronunciada en forma de pirámide triangular y boca relativamente pequeña con respecto al desarrollo del cráneo. Las escamas que cubren su dura y muy resistente piel son pequeñas, poco evidentes y lisas; la piel está lubricada con un "mucus" que reduce la fricción con el agua. La forma del cuerpo les permite nadar grandes distancias y alcanzar altas velocidades de hasta 70 km por hora. Su coloración es típica de los peces pelágicos con el dorso azul oscuro y el vientre blanco plateado. Se mueven constantemente para no hundirse, debido a que su cuerpo es muy pesado por tener músculos fuertes y compactos y una vejiga natatoria muy pequeña que no les ayuda a mantenerse a flote. El



movimiento constante hace que estos animales presenten un metabolismo sumamente alto y que sus branquias posean un sistema muy eficiente para extraer el oxígeno disuelto en el agua del mar. Los atunes son muy sensibles a los cambios estacionales de temperatura, salinidad y turbidez que se presentan en el océano, así como a las variaciones en la cantidad de alimento; esto hace que las zonas donde viven sean muy amplias y que algunas especies se puedan encontrar hasta a 400 m de profundidad. Las migraciones de los atunes que en ocasiones puede ser de 14 a 50 km diarios, han despertado el interés de los hombres de ciencia desde la antigüedad.

Los atunes son peces extremadamente voraces, se alimentan durante todas las estaciones del año excepto en el periodo de reproducción; se trata de un animal eminentemente "eurítrofo" es decir, que come de todo lo que encuentra, con tal de que tenga el aspecto de una presa en movimiento, sin preferencias alimenticias; a pesar de que la mayoría de las especies tienen dientes, el alimento formado por peces pequeños, crustáceos, moluscos y ocasionalmente plancton, es tragado sin masticar. En su alimentación, los atunes responden a dos estímulos: el visual y el olfativo. El visual se debe al brillo, talla y movimiento de sus presas; colores claros o brillantes resultan objeto de una mayor respuesta por parte de estos peces, por lo cual el uso de luces o de objetos que

produzcan brillo da buenos resultados en su pesca. El olfativo consiste en que los atunes responden a extractos químicos liberados por sus presas y, por ello, se han hecho experimentos para mejorar su captura utilizando algunos productos provenientes de calamares, camarones y una variedad de peces.

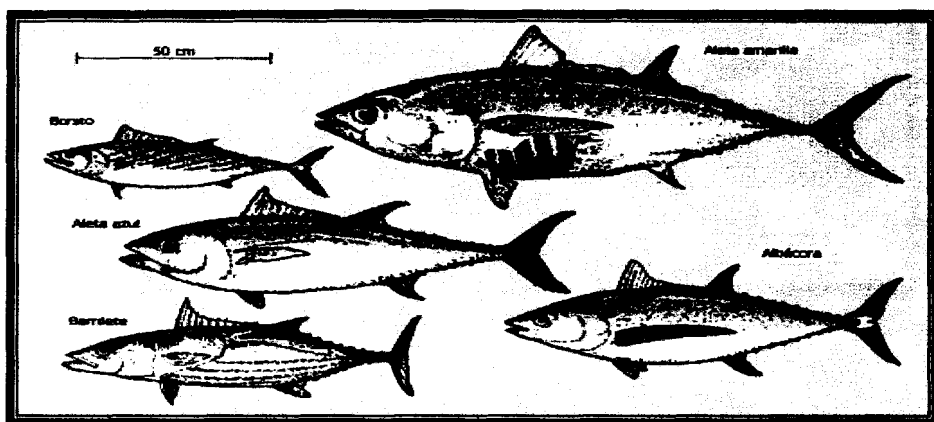


FIG. 1.5 TIPOS DE ATUNES



CIB-ESPOL

Aleta amarilla (yellowfin)

De nombre científico *Thunnus albacares*; posee un cuerpo fusiforme, su cabeza y ojos son pequeños, la 2da. aleta dorsal y la anal son las más largas de todos los atunes, (van haciéndose más largas con el tiempo). Su hígado no presenta estrías en su superficie ventral, posee vejiga natatoria. En la zona dorsal presenta bandas laterales de color azul oscuro y amarillo; la zona inferior y ventral es de color gris plata, y normalmente presenta cadenas de rayas verticales

alternadas con puntos. La 2da. aleta dorsal y la anal son de color amarillo.



FIG. 1.6 ALETA AMARILLA (YELLOWFIN)

Barrilete (Skipjack)

De nombre científico *Katsuwonus pelamis*; se pueden distinguir de las otras especies por la presencia de rayas en la zona ventral; normalmente 4 o 6 rayas longitudinales muy visibles, que van desde el vientre hasta la cola. El lomo del pez es azul oscuro con trazas púrpuras, mientras que el vientre es de color plateado.

Las aletas pectoral y ventral son muy cortas. Sus dientes son pequeños y cónicos. No poseen vejiga natatoria, y tienen una L máxima de 1 m --- normal: 40 a 70 cm.

Es una especie típicamente oceánica, que se puede encontrar en las aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo. Alcanzan su madurez sexual al llegar a los 45 o 50 cm de largo. La freza se realiza a lo largo de todo el año en las aguas tropicales, y desde la primavera hasta comienzos de otoño en aguas subtropicales, con la temporada de reproducción haciéndose más corta cuanto más se alejan del ecuador.

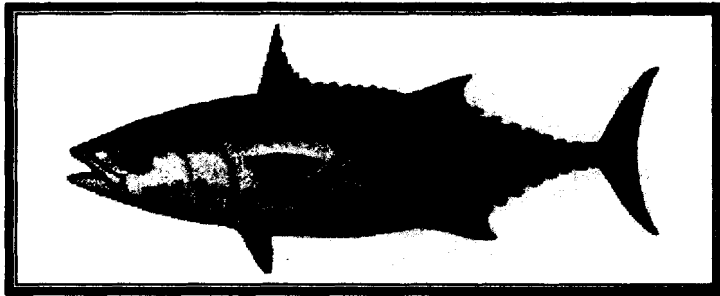


FIG. 1.7 BARRILETE (SKIPJACK)

Ojo grande (Bigeye)

Nombre científico *thunnus obesus*. Se caracteriza por tener un cuerpo muy robusto y ojos bastante grandes. La aleta pectoral alcanza a la 2da. aleta dorsal, posee vejiga natatoria. La 1ra. aleta dorsal es de color amarillo intenso, la 2da. aleta dorsal y la anal son amarillentas con estrechos bordes negros. Normalmente no poseen marcas en el cuerpo, pero en individuos vivos se observa una banda lateral de color azul iridiscente a ambos lados. La mayoría de los

ejemplares que pueblan las aguas americanas del Atlántico suelen sobrepasar los 90 kg., poseen una L máxima de 1.90 m — normal: 40 a 170 cm. Viven en las aguas cálidas y templadas del Atlántico, Pacífico, e Indico. Tanto el ojo grande, como el aleta amarilla suelen formar grandes bancos en la superficie, especialmente cuando se hallan en aguas cálidas.

Alcanzan la madurez sexual cuando tienen entre 1 m o 1.30 m de largo. Los individuos maduros desovan al menos dos veces al año, y en las zonas más cálidas del trópico, con picos durante los meses de verano.

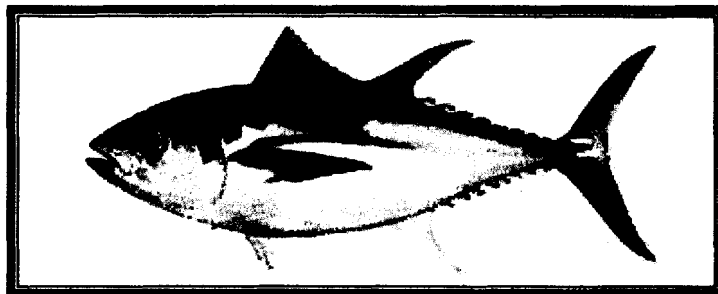


FIG. 1.8 OJO GRANDE (BIGEYE)



CIB-ESPOL

Tipos de enlatados de atún :

Se considera enlatado de atún a la conserva de cualesquiera de las especies de atún detalladas con anterioridad (aleta amarilla, barrilete, ojo grande), y que contienen como líquido de cobertura agua, aceite

u otros medios. El enlatado de atún deberá prepararse con pescado sano, limpio y comestible, y deben manipularse desde la captura en condiciones sanitarias apropiadas, libres de arena o de otra materia extraña. Las características organolépticas (olor, color, textura y sabor) serán propias de las especies de atún y del medio de cobertura utilizado, exento de materias objetables.

El medio de cobertura podrá ser: aceite comestible, agua, salmuera y otros medios de cobertura o ingredientes facultativos, de conformidad con los requisitos establecidos en las Normas INEN correspondientes.

La forma de presentación de la masa del producto en el envase podrá ser:

1. Trozos grandes (lomitos).
2. Trozos pequeños (bocaditos)
3. Rallado.

Los trozos grandes (lomitos), trozos pequeños (bocaditos), deben tener un tamaño razonablemente uniforme; cuando se presente en la forma rallada, debe estar constituido por partículas libres.

1.4 Descripción del proceso

Las etapas del proceso industrial del atún enlatado van desde la recepción de la materia prima hasta su etiquetado y embalado, cada etapa tiene su importancia debido a que el proceso del enlatado de atún requiere de mucho cuidado tanto en la parte de calidad, producción y productividad.

Recepción y clasificación

El pescado llega en camiones y es colocado en el *área de* departamento de recepción, una vez aquí es necesario clasificarlo según la empresa procesadora, de manera manual de acuerdo a la especie y tipo (anexo B). El pescado clasificado se lo coloca en cubas de un V igual a 1 m^3 , las cuales deberán estar rotuladas o enumeradas.

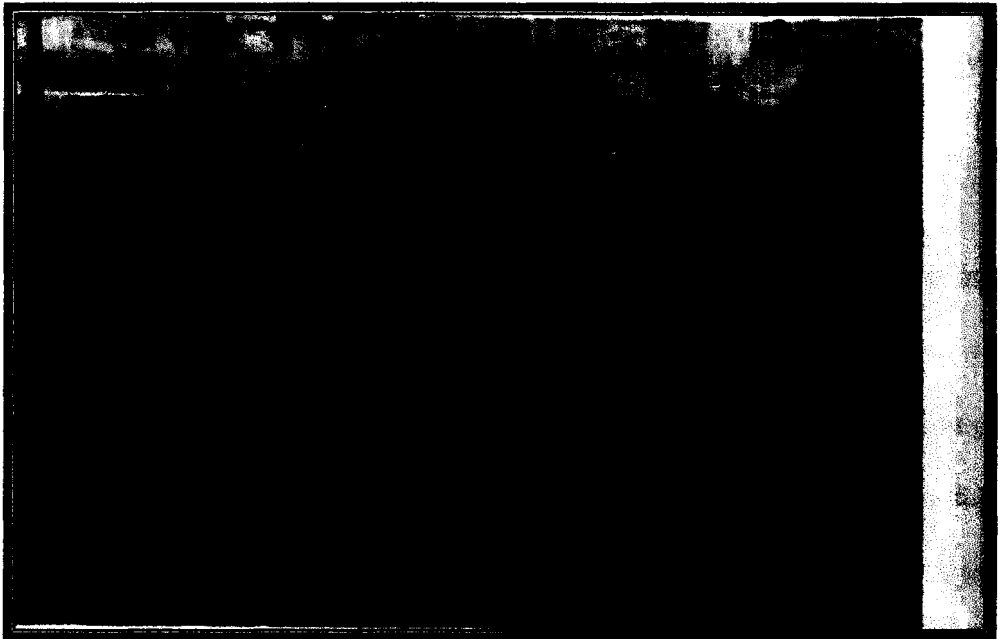


FIG. 1.9 CUBAS Y CLASIFICACION DE PESCADO

Esta etapa del proceso se la debe de realizar lo mas rápido posible (de acuerdo a las cantidades que lleguen este podría demorar de 30 min a 3h), ya que de no ser así, se rompería la cadena de frío si el pescado llega congelado, y peor aún si llega descongelado, su nivel de histamina podría aumentar a niveles no aceptables (mayor a 50 ppm), basados en la norma INEN (anexo E).



CIB-ESPOL

Almacenamiento

Una vez en las cubas y pesados, los pescados son ingresados a la cámara de congelación, donde el diseño de la estiba y distribución juegan un factor importante; se los mantiene a una temperatura que va desde -30 a -27 °C; en el almacenamiento disminuye la velocidad de formación bioquímica de la histamina, pero a su vez las temperaturas bajas producen perdidas de peso en el pescado, lo que según estudios es de aproximadamente del 1% cada 5 meses.

Descongelación y eviscerado

El pescado es descongelado generalmente en las cubas sobre las que cae agua a través de mangueras, se los descongela con agua ya sea a temperatura ambiente o a 40 °C por un tiempo estimado, luego el pescado es sacado y colocado en mesas de acero inoxidable donde se les quita la vísceras, y si es demasiado grande el pescado se les corta la cola y cabeza por medio de sierras eléctricas, y luego

se les corta a las especies grandes lo que queda del cuerpo en dos partes.



FIG. 1.10 CORTE DE LOS PESCADO



CIB-ESPOL

Precocido y enfriado

Luego del corte, el pescado es colocado en las bandejas de carros transportadores, estos tienen etiquetas adheridas que identifican la especie y tipo de pescado que contienen, luego se los ingresa en un cocinador, y se los somete a una temperatura y tiempos determinados por la tecnología de la empresa; una vez precocidos los pescados son llevados por medio de los carros transportadores a una cámara de enfriamiento en la cual se evita que los pescados pierdan humedad y a la vez el choque térmico produce que la piel del pescado sea de fácil desprendimiento en el momento de la limpieza. El enfriamiento puede ser continuo o intermitente dependiendo del

tamaño del pescado, en cualquiera de los dos casos esta operación finaliza cuando la temperatura interna del pescado llega a 38°C.

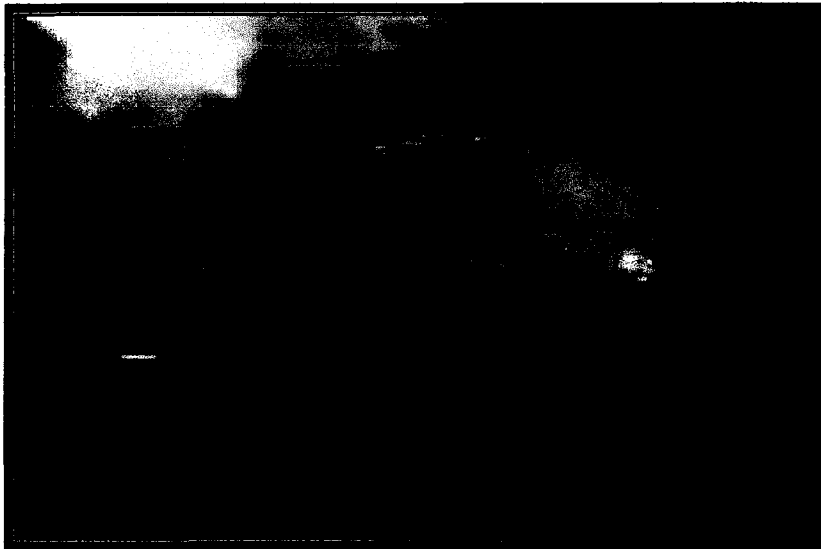


FIG 1.11 PRECOCINADO DEL PESCADO



Limpieza , envasado y sellado

CIB-ESPOL

El pescado es llevado de manera ordenada a las mesas de limpieza, es decir, de acuerdo al código que los identifica por especie y tipo, para de esta manera mantener los distintos controles que se les aplica, una vez en la mesa, el pescado es limpiado por medio de unas limas especiales, donde por lo general se les desprende la cabeza si los pescados son pequeños, se les desprenden la piel del pescado y las partes negras haciendo más alto su rendimiento.

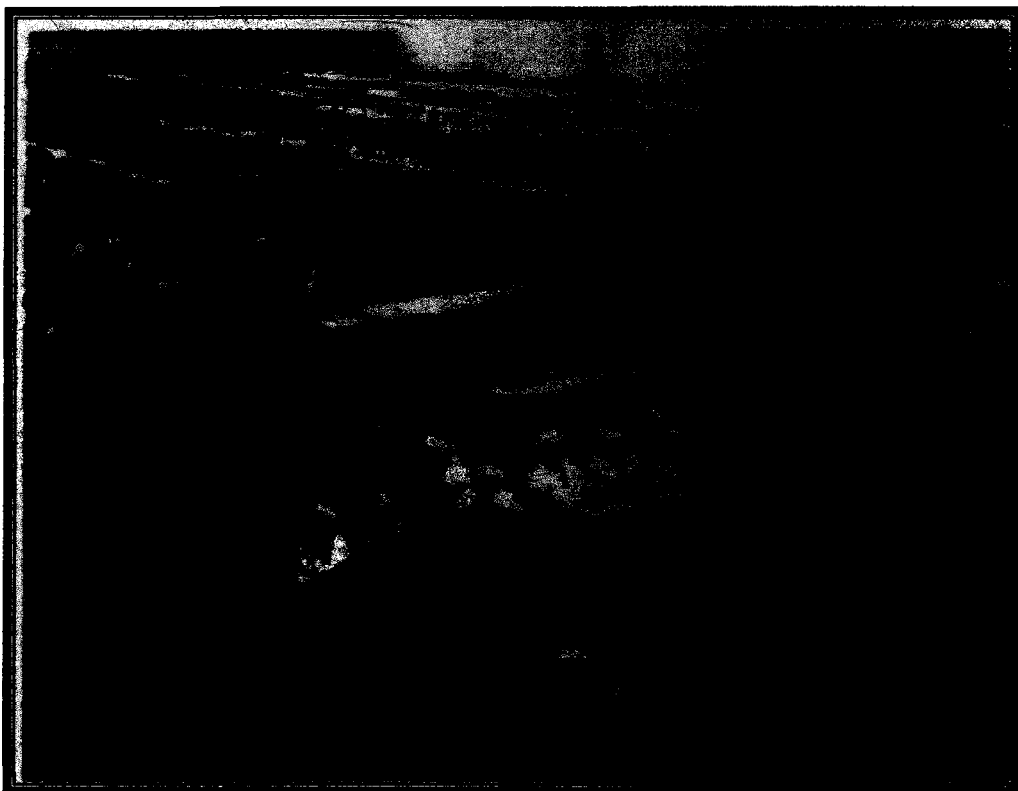


FIG. 1.12 LIMPIEZA DE LOS PESCADOS

Cuando se ha desprendido la espina, la cabeza, la piel y las partes negras se considera que el pescado ya está limpio, luego será envasado, y se lo hará de la siguiente forma:

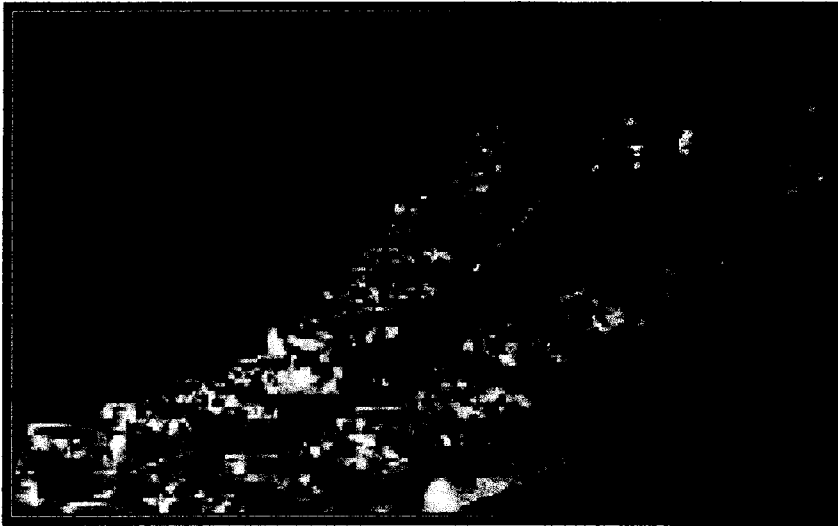
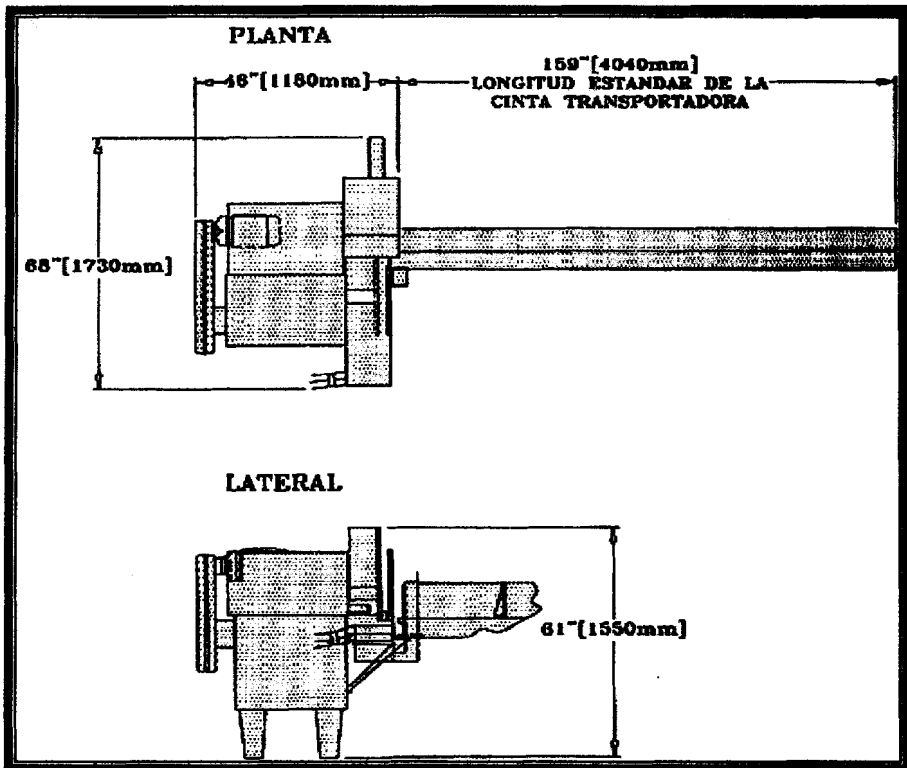


FIG. 1.13 ENVASES DESPUÉS DEL LLENADO



CIB-ESPOL

Por medio de un proceso automático, el pescado limpio, ya sea en pedazos o entero es colocado en unos largos canales, donde por medio de bandas es transportado y comprimido, después, llega a una sección molde que le da la forma cilíndrica a los lomos, para luego ser cortado por una cuchilla mecánica y colocado en el envase que viene por lo general a través de unos canales, una vez que la pastilla del lomo este en el envase pasará inmediatamente a la línea de sellado.



**FIG. 1.14 ESQUEMA DE UNA MAQUINA AUTOMATICA
ENVASADORA**

Antes de entrar en la maquina selladora, a los envases llenos de atún se les coloca el líquido de cobertura (agua, aceite, etc.) para darles las características requeridas al producto, este líquido bajará a 75 u 80 °C para provocar la primera etapa de vacío, luego se les aplica vapor para producir la segunda etapa de vacío antes de ser sellados los envases; una vez sellados pasan a través de un canal donde se les aplica una solución de agua caliente con

detergente para que la lata quede limpia externamente de grasa para que no perjudique el proceso posterior de esterilización.



FIG. 1.15 LINEA DE SELLADO

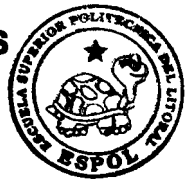
Esterilización

Se puede decir que es la etapa más importante del proceso, debido a que está asegura un producto de calidad e inocuo, este proceso se realiza en autoclaves donde de acuerdo al tamaño del envase y la tecnología disponible se les aplicará temperatura, presión y tiempos determinados. El autoclave consiste en un equipo que puede ser horizontal o vertical donde se ingresa los envases de atún contenidas en una cesta metálica, de acuerdo al tamaño del equipo ingresarán un número determinado de cestas, una vez cerrado el equipo se

inyecta vapor y se abre una purga para evacuar el aire contenido en el equipo para que la transferencia de calor sea más efectiva.



FIG. 1.16 CESTAS Y AUTOCLAVES HORIZONTALES



CIB-ESPOL

Etiquetado y embalado

Un día después de su esterilización y enfriamiento, los envases son etiquetados de acuerdo a las características del producto, este paso se lo puede hacer de manera manual o por medio de máquinas automáticas, donde los envases ruedan de manera lateral por un canal, pasando primero por una sección donde se les aplica una solución pegante, luego inmediatamente del paso anterior pasan por una sección donde se encuentran apiladas las etiquetas y los envases las toman debido al pegante que contienen, y así se cumple

la etapa automática del etiquetado. Una vez etiquetados los envases se procederá a embalarlos colocándolos en cartones de acuerdo al tamaño de la lata:

1. Las latas pequeñas con un contenido medio de 88 g de atún se las coloca en un número de 72 por caja.
2. Las latas medianas con un contenido medio de 140 g de atún se las coloca en un número de 48 por caja.
3. Las latas grades con un contenido medio de 208 g de atún se las coloca en un número de 24 por caja.

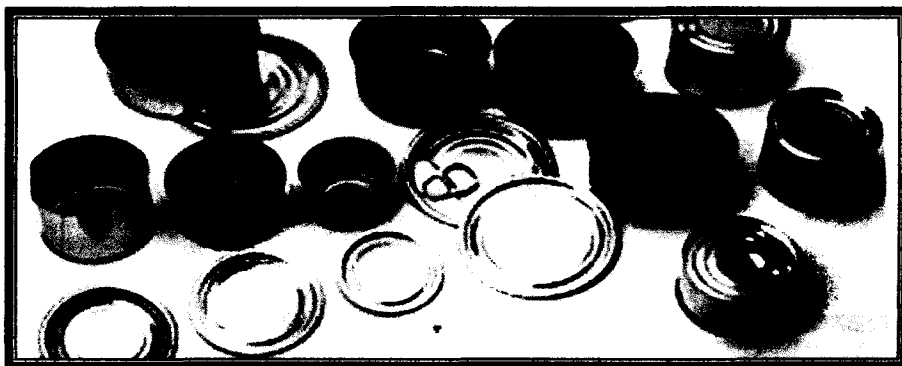


FIG. 1.17 LATAS VACIAS PARA ATUN

Una vez en las cajas, estas son apiladas en el área de cuarentena para ser liberadas después de los análisis respectivos.

1.5 Requerimientos de control en el proceso para el diseño del modelo matemático.


Es necesario que en ciertas etapas del proceso tales como: recepción y clasificación, descongelación y eviscerado, limpieza, envasado, se tengan registros, para que así, de esta manera se alimente a una base de datos, y de esta forma se plantee el modelo matemático que convenga a la producción que se desee. Una vez recopilada la información que se va a registrar se acumulará a los registros anteriores, para que de esta manera el modelo a plantearse cuente con suficientes variables para su ejecución.

a) Recepción clasificación; esta etapa es muy importante para la toma de datos y registros, si esta etapa no cuenta con el respectivo registro no habría forma de estructurar un modelo matemático que pueda funcionar. Para empezar las cubas deben contar cada una con una tara, y para esto tendrán un número que las identifique (anexo C), también es importante tener un personal preparado para poder realizar la clasificación de los pescados, de acuerdo a su especie y tipo (anexo B). Los pescados clasificados serán colocados cada uno en diferentes cubas (con tara), luego en una balanza industrial se registra el peso de la cuba más el pescado, este dato es restado del peso de la cuba (de acuerdo al registro) y se lo multiplica por el costo

de ese pescado y se cancela al proveedor; el dato para la empresa, que es el del peso de la cuba con el pescado se registra de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2

FORMATO DE REGISTRO PARA LA RECEPCIÓN DE PESCADO

ESPECIE	TIPO	# DE CUBA	FECHA	(CUBA + PESCADO)Ton
Barrilete	12	122	01/08/02	1.344
Barrilete	12	156	01/08/02	1.434
Aleta amarilla	180	200	01/08/02	1.567
Aleta amarilla	180	245	01/08/02	1.522
Ojo grande	7	287	01/08/02	1.243
Ojo grande	7	98	01/08/02	1.65
Responsable				 CIB-ESPOL
Cargo				

- b) Descongelación y eviscerado;** cuando se ordena una producción se deberá tomar los datos respectivos, para confirmar que lo que se tenía registrado (ton de pescado) como almacenado en la base de datos del pescado se sigue conservando, es decir, se deberá asegurar que los datos del pescado no han cambiado ya sea por pérdida de peso por el frío, por análisis de control de calidad o por cualquier otro motivo que

- c) cambien esos datos. Para este paso del proceso se propone la siguiente tabla de registro:

TABLA 3
FORMATO DE REGISTRO ANTES DE DESCONGELAR LOS
PESCADO

ESPECIE	TIPO	# DE CUBA	PESO ANTERIOR	PESO ACTUAL	PERDIDA DE PESO
Barrilete	7	27	1.442	1.442	—
Ojo grande	20	88	1.209	1.209	—
RESPONSABLE:					
CARGO:					
FECHA:					

- c) **Limpieza, envasado y sellado;** en esta etapa del proceso se deberán tener los controles suficientes para mantener datos como son los tiempos de limpieza, rendimientos y cantidad a producir para que el modelo matemático pueda dar resultados lo más real posible.

Cuando se habla de tiempos de limpieza, nos referimos al tiempo en que un obrero limpia una cantidad de pescado precocido en una hora, las cuales variarán de acuerdo a la productividad

establecida por cada empresa; una empresa atunera nos facilitó sus datos de productividad, los cuales son:

TABLA 4

PRODUCTIVIDAD DE TIEMPO DE UNA EMPRESA ATUNERA

TIPO DE PESCADO (Lb)	# DE PESCADOS LIMPIADOS/h
2 - 3	18
3 - 4	16
4 - 7	14
+7	12
+12	8
+20	6
+40 en adelante	3

Estos valores están dados en base a la mínima cantidad de pescados que se espera que un obrero (mujer) limpie en una hora. Ahora es necesario establecer un control que permita mantener estos valores establecidos, para lo cual se sugiere la siguiente hoja de registro:



CIB-ESPOL

TABLA 5
FORMATO DE REGISTRO PARA MANTENER LA
PRODUCTIVIDAD DE TIEMPO EN LA LIMPIEZA

#	Obrero	tipo de pescado	# DE ESPINAS	HORA
1				
1				
2				
2				
3				
3				
4				
4				
5				
5				
RESPONSABLE:				
CARGO:				
FECHA:				

Los números indican el tiempo inicial y final en que a una persona se le toma el tiempo en una hora.

Cuando el pescado limpio (sin piel, espinas o partes negras) ingresa a la línea de envasado (ya sea manual o automático), se deben de mantener controles de producción para que se mantenga el llenado deseado, en este caso de 140 g, para esto se propone colocar una persona que tome muestras de manera constante, pesarlos en una balanza, la cual deberá tener la tara

del envase para que nos de el peso de llenado y se registrará en la siguiente hoja de formato de registro:

TABLA 6

FORMATO DE REGISTRO PARA EL CONTROL DE LLENADO

20																
19																
18																
17																
16																
15																
14																
13																
12																
11																
10																
9																
8																
7																
6																
5																
4																
3																
2																
1																
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	
# veces																
por peso																
RESPONSABLE:															MEDIA	
CARGO:																
HORA:																
FECHA:																

La división entre el total de número de veces y el total del peso por número de veces nos da la media, en el siguiente ejemplo se demuestra el uso de la hoja de registro:

TABLA 7
EJEMPLO DEL USO DE LA TABLA 6

20																	
19																	
18																	
17																	
16																	
15																	
14																	
13																	
12								X									
11								X									
10								X									
9								X									
8								X									
7								X	X								
6						X	X	X	X	X							
5			X			X	X	X	X	X							
4			X	X		X	X	X	X	X	X						
3			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
2			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147		
# veces		1	5	4	3	6	6	12	7	6	4	3	3	1	1		62
por peso		134	675	544	411	828	834	1680	987	852	572	432	435	146	147		8677

RESPONSABLE:	MEDIA 140
CARGO:	
HORA:	
FECHA:	

CAPITULO 2

2. DISEÑO DEL MODELO MATEMÁTICO



CIB-ESPOL

2.1 Definición de las variables de decisión

Las variables de decisión representan todas aquellas selecciones que están bajo el control de la persona que toma las decisiones. Resolviendo el problema se obtienen sus valores óptimos para el modelo encontrado. La programación lineal se basa en la suposición de que las variables de decisión son continuas, ya sean estas cantidades fraccionales o números enteros. Con mucha frecuencia esta suposición es realista, como cuando la variable de decisión elegida esta expresada en dólares, horas o cualesquiera otra medida continua. Basándonos en la clasificación de pescado de una planta procesadora de enlatados de atún (anexo B) he obtenido la

cantidad de treinta y tres (33) variables que se detallan y definen cada una a continuación:

X_n = Ton de pescado

X_1 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo 2-3 libras

X_2 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo 3-4 libras

X_3 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo 4-7 libras

X_4 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +7 libras

X_5 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +12 libras

X_6 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +20 libras

X_7 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +40 libras

X_8 = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +60 libras

X_9 = Toneladas de (yellowfin) de tipo +80 libras

X_{10} = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +100 libras

X_{11} = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +120 libras

X_{12} = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +140 libras

X_{13} = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +160 libras

X_{14} = Aleta amarilla (yellowfin) de tipo +180 libras

X_{15} = Barrilete (skipjack) de tipo 2-3 libras

X_{16} = Barrilete (skipjack) de tipo 3-4 libras

X_{17} = Barrilete (skipjack) de tipo 4-7 libras

X_{18} = Barrilete (skipjack) de tipo +7 libras

X_{19} = Barrilete (skipjack) de tipo +12 libras



CIB-ESPOL

X_{20} = Ojo grande (bigeye) de tipo 2-3 libras

X_{21} = Ojo grande (bigeye) de tipo 3-4 libras

X_{22} = Ojo grande (bigeye) de tipo 4-7 libras

X_{23} = Ojo grande (bigeye) de tipo +7 libras

X_{24} = Ojo grande (bigeye) de tipo +12 libras

X_{25} = Ojo grande (bigeye) de tipo +20 libras

X_{26} = Ojo grande (bigeye) de tipo +40 libras

X_{27} = Ojo grande (bigeye) de tipo +60 libras

X_{28} = Ojo grande (bigeye) de tipo +80 libras

X_{29} = Ojo grande (bigeye) de tipo +100 libras

X_{30} = Ojo grande (bigeye) de tipo +120 libras

X_{31} = Ojo grande (bigeye) de tipo +140 libras

X_{32} = Ojo grande (bigeye) de tipo +160 libras

X_{33} = Ojo grande (bigeye) de tipo +180 libras



CIB-ESPOL

2.2 Identificación y determinación de la función objetivo y restricciones.

- a) Función objetivo; proporciona el sistema de calificaciones mediante el cual se juzgará en que medida son atractivas las diferentes soluciones. La siguiente función objetivo se basa en la tabla del anexo B donde los costos están expresados como

$\frac{US\$}{ton}$ dependiendo de la especie y tipo de pescado que

corresponda en la tabla, así de esta manera :

(Costo (\$) / Ton pescado) * (Ton de Especie y tipo de pescado) = costo mínimo (\$)

$$350X_1 + 650X_2 + 800X_3 + 875X_4 + 875X_5 + 1058X_6 + 975X_7 + 975X_8 + 975X_9 + 975X_{10} + 975X_{11} + 975X_{12} + 975X_{13} + 975X_{14} + 350X_{15} + 650X_{16} + 800X_{17} + 850X_{18} + 850X_{19} + 350X_{20} + 650X_{21} + 750X_{22} + 800X_{23} + 850X_{24} + 850X_{25} + 850X_{26} + 850X_{27} + 850X_{28} + 850X_{29} + 850X_{30} + 850X_{31} + 850X_{32} + 850X_{33} = \min(z)$$

- b)** Restricciones; son limitaciones que restringen las selecciones permisibles para las variables de decisión. Cada limitación puede expresarse matemáticamente en cualquiera de estas tres formas: una restricción menor o igual que (\leq), igual a ($=$), o mayor o igual que (\geq). Una restricción \leq impone un límite superior a cierta función que involucre las variables de decisión; una restricción $=$ significa que la función tiene que ser igual a un valor determinado; una restricción \geq impone un límite inferior a alguna función de las variables de decisión. A continuación se presentan las 37 restricciones encontradas para la

minimización del costo de la materia prima en el proceso de enlatado de atún:

1. Rendimiento. Cada especie y tipo de pescado presentan un valor de rendimiento (tabla anexo B), que es la carne aprovechable para envasar, que esta libre de vísceras, piel y partes oscuras, obtenidas en condiciones de operación estable, que debe ser mayor o igual a la producción programada (número de cajas); luego, de acuerdo al tipo de envase se llevará este valor a ton de lomos de atún:

$$\begin{aligned}
 &0.38X_1 + 0.40X_2 + 0.42X_3 + 0.45X_4 + 0.46X_5 + 0.47X_6 + \\
 &0.48X_7 + 0.48X_8 + 0.49X_9 + 0.49X_{10} + 0.49X_{11} + 0.49X_{12} + \\
 &0.49X_{13} + 0.49X_{14} + 0.38X_{15} + 0.40X_{16} + 0.42X_{17} + 0.45X_{18} + \\
 &0.46X_{19} + 0.38X_{20} + 0.40X_{21} + 0.42X_{22} + 0.45X_{23} + 0.46X_{24} + \\
 &0.47X_{25} + 0.48X_{26} + 0.48X_{27} + 0.49X_{28} + 0.49X_{29} + 0.49X_{30} + \\
 &0.49X_{31} + 0.49X_{32} + 0.49X_{33} \geq \text{cajas a producir (en ton de} \\
 &\text{lomos de atún)}
 \end{aligned}$$

Basándonos en un envase que contiene 140 g de lomos de atún:

$$1 \text{ caja} * (48 \text{ latas} / 1 \text{ caja}) * (140 \text{ g de lomos de atún} / 1 \text{ lata}) = 6720 \text{ g de lomos de atún} = 0.00672 \text{ ton de lomos de atún}$$

2. **Capacidad de producción de la planta.** Generalmente las empresas enlatadoras de atún tienen establecidas sus capacidades de producción, las cuales están dadas por las máquinas embutidoras, selladoras, autoclaves, entre otras, es decir, que la suma de las toneladas de pescado entero deben ser menor o igual a esta capacidad en toneladas:

$$\begin{aligned}
 &X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + \\
 &X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} + X_{21} + X_{22} + X_{23} \\
 &+ X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} + X_{29} + X_{30} + X_{31} + X_{32} + X_{33} \leq \\
 &\text{capacidad de proceso de la planta (ton de pescado} \\
 &\text{entero)}
 \end{aligned}$$

3. **Tiempo-obrero.** En las empresas procesadoras de atún enlatado los obreros de limpieza y preparación del pescado precocido juegan un papel importante en la productividad de la misma, ya que de ellos no solo depende el rendimiento del pescado, sino el tiempo (horas) que se tomen en preparar un determinado número de pescados de una misma especie y tipo para que pasen a la embutidora en una hora, es por esto que la suma de todos los pescados (variables) multiplicadas por el factor de tiempo (anexo D)

deben de ser igual o menor a un factor que resulta de multiplicar el número de mujeres por el tiempo de trabajo en horas que se dispone para una jornada de trabajo:

$$\begin{aligned}
 &48.73X_1 + 39.31X_2 + 28.57X_3 + 19.29X_4 + 17.19X_5 + 11.9X_6 \\
 &+ 14.92X_7 + 10.42X_8 + 8.13X_9 + 6.67X_{10} + 5.65X_{11} + 4.9X_{12} + \\
 &4.33X_{13} + 3.66X_{14} + 48.73X_{15} + 39.31X_{16} + 28.57X_{17} + \\
 &19.29X_{18} + 17.19X_{19} + 48.73X_{20} + 39.31X_{21} + 28.57X_{22} + \\
 &19.29X_{23} + 17.19X_{24} + 11.9X_{25} + 14.92X_{26} + 10.42X_{27} + \\
 &8.13X_{28} + 6.67X_{29} + 5.65X_{30} + 4.9X_{31} + 4.33X_{32} + 3.66X_{33} \leq \\
 &(\# \text{ de obreros}) * (\# \text{ de horas})
 \end{aligned}$$

Para las restricciones de disponibilidad de especie y tipo de pescado debemos considerar las 33 variables ($X_1 \dots X_{33}$)

4. Disponibilidad de X_1 . Es la cantidad del pescado X_1 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_1 \leq \text{disponibilidad } X_1 \text{ en toneladas}$$



CIB-ESPOL

5. Disponibilidad X_2 . Es la cantidad del pescado X_2 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_2 \leq \text{disponibilidad de } X_2 \text{ en toneladas}$$

6. Disponibilidad de X_3 . Es la cantidad del pescado X_3 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_3 \leq \text{disponibilidad de } X_3 \text{ en toneladas}$$

7. Disponibilidad de X_4 . Es la cantidad del pescado X_4 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_4 \leq \text{disponibilidad de } X_4 \text{ en toneladas}$$



CIB-ESPOL

8. Disponibilidad de X_5 . Es la cantidad del pescado X_5 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_5 \leq \text{disponibilidad de } X_5 \text{ en toneladas}$$

9. Disponibilidad de X_6 . Es la cantidad del pescado X_6 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_6 \leq \text{disponibilidad de } X_6 \text{ en toneladas}$$

10. Disponibilidad de X_7 . Es la cantidad del pescado X_7 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_7 \leq \text{disponibilidad de } X_7 \text{ en toneladas}$$

11. Disponibilidad de X_8 . Es la cantidad del pescado X_8 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_8 \leq \text{disponibilidad de } X_8 \text{ en toneladas}$$



CIB-ESPOL

12. Disponibilidad de X_9 . Es la cantidad del pescado X_9 que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_9 \leq \text{disponibilidad de } X_9 \text{ en toneladas}$$

- 13. Disponibilidad de X_{10} .** Es la cantidad del pescado X_{10} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{10} \leq \text{disponibilidad de } X_{10} \text{ en toneladas}$$

- 14. Disponibilidad de X_{11} .** Es la cantidad del pescado X_{11} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{11} \leq \text{disponibilidad de } X_{11} \text{ en toneladas}$$



CIB-ESPOL

- 15. Disponibilidad de X_{12} .** Es la cantidad del pescado X_{12} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo de (ton) dicho pescado:

$$X_{12} \leq \text{disponibilidad de } X_{12} \text{ en toneladas}$$

- 16. Disponibilidad de X_{13} .** Es la cantidad del pescado X_{13} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{13} \leq \text{disponibilidad de } X_{13} \text{ en toneladas}$$

17. Disponibilidad de X_{14} . Es la cantidad del pescado X_{14} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{14} \leq \text{disponibilidad de } X_{14} \text{ en toneladas}$$

18. Disponibilidad de X_{15} . Es la cantidad del pescado X_{15} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{15} \leq \text{disponibilidad de } X_{15} \text{ en toneladas}$$

19. Disponibilidad de X_{16} . Es la cantidad del pescado X_{16} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{16} \leq \text{disponibilidad de } X_{16} \text{ en toneladas}$$

20. Disponibilidad de X_{17} . Es la cantidad del pescado X_{17} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{17} \leq \text{disponibilidad de } X_{17} \text{ en toneladas}$$

21. Disponibilidad de X_{18} . Es la cantidad del pescado X_{18} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{18} \leq \text{disponibilidad de } X_{18} \text{ en toneladas}$$

22. Disponibilidad de X_{19} . Es la cantidad del pescado X_{19} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{19} \leq \text{disponibilidad de } X_{19} \text{ en toneladas}$$

23. Disponibilidad de X_{20} . Es la cantidad del pescado X_{20} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{20} \leq \text{disponibilidad de } X_{20} \text{ en toneladas}$$

24. Disponibilidad de X_{21} . Es la cantidad del pescado X_{21} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{21} \leq \text{disponibilidad de } X_{21} \text{ en toneladas}$$

25. Disponibilidad de X_{22} . Es la cantidad del pescado X_{22} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{22} \leq \text{disponibilidad de } X_{22} \text{ en toneladas}$$

26. Disponibilidad de X_{23} . Es la cantidad del pescado X_{23} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{23} \leq \text{disponibilidad de } X_{23} \text{ en toneladas}$$



CIB-ESPOL

27. Disponibilidad de X_{24} . Es la cantidad del pescado X_{24} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{24} \leq \text{disponibilidad de } X_{24} \text{ en toneladas}$$

28. Disponibilidad de X_{25} . Es la cantidad del pescado X_{25} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{25} \leq \text{disponibilidad de } X_{25} \text{ en toneladas}$$

29. Disponibilidad de X_{26} . Es la cantidad del pescado X_{26} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{26} \leq \text{disponibilidad de } X_{26} \text{ en toneladas}$$

30. Disponibilidad de X_{27} . Es la cantidad del pescado X_{27} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{27} \leq \text{disponibilidad de } X_{27} \text{ en toneladas}$$

31. Disponibilidad de X_{28} . Es la cantidad del pescado X_{28} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{28} \leq \text{disponibilidad de } X_{28} \text{ en toneladas}$$

32. Disponibilidad de X_{29} . Es la cantidad del pescado X_{29} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{29} \leq \text{disponibilidad de } X_{29} \text{ en toneladas}$$

33. Disponibilidad de X_{30} . Es la cantidad del pescado X_{30} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{30} \leq \text{disponibilidad de } X_{30} \text{ en toneladas}$$

34. Disponibilidad de X_{31} . Es la cantidad del pescado X_{31} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{31} \leq \text{disponibilidad de } X_{31} \text{ en toneladas}$$



CIB-ESPOL

35. Disponibilidad de X_{32} . Es la cantidad del pescado X_{32} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{32} \leq \text{disponibilidad de } X_{32} \text{ en toneladas}$$

36. Disponibilidad de X_{33} . Es la cantidad del pescado X_{33} que se encuentra disponible en el frigorífico, la cual será el límite superior o valor máximo (ton) de dicho pescado:

$$X_{33} \leq \text{disponibilidad de } X_{33} \text{ en toneladas}$$

37.No negatividad. Significa que las variables de decisión deben ser positivas o cero. Para que una formulación de programación lineal sea formalmente correcta, tiene que mostrar una restricción ≥ 0 para cada variable de decisión.

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, \\ X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}, X_{28}, \\ X_{29}, X_{30}, X_{31}, X_{32}, X_{33} \geq 0$$

2.3 Aplicación del método simplex.

El método simplex siempre empieza en una solución básica factible y después trata de encontrar otra solución básica factible que mejora el valor del objetivo. Esto es posible sólo si un incremento en una variable cero actual (no básica) conduce a un mejoramiento del valor objetivo. Sin embargo, para que una variable cero actual se convierta en positiva, debe eliminarse una de las variables básicas actuales (volverse no básica a nivel cero) para garantizar que la nueva solución incluirá exactamente "n" variables básicas. En la terminología del método simplex, la variable cero seleccionada es la variable de entrada y la variable básica eliminada es la variable de salida.

Las reglas para seleccionar las variables de entrada y de salida se conocen como: condición óptima y condición de factibilidad.

- a) Condición óptima; la variable de entrada en un problema de minimización, es la variable no básica que tiene el coeficiente más cercano a cero en el renglón z. Los empates se rompen arbitrariamente. Se llega a la solución óptima en la iteración donde todos los coeficientes de los renglones z de las variables no básicas son no positivas.
- b) Condición de factibilidad; la variable de salida es la variable básica asociada con la razón no negativa más pequeña. Los empates se rompen arbitrariamente.

Los pasos del método simplex son:

1. Determinar una solución básica factible inicial.
2. Seleccionar una variable de entrada empleando la condición óptima. Detenerse si no hay una variable de entrada.
3. Seleccionar una variable de salida utilizando la condición de factibilidad.
4. Determinar las nuevas soluciones básicas empleando los cálculos apropiados de Gauss-Jordan. Regresar al paso 2.



CIB-ESPOL

Los cálculos del método simplex son iterativos, en el sentido de que se aplican condiciones y cálculos fijos a la tabla simplex actual para producir la siguiente tabla. En el siguiente esquema se demuestra el inicio de solución en el método simplex.

TABLA 8
PLANTEAMIENTO DEL MODELO LINEAL EN EL METODO
SIMPLEX

Solucion basica factible	Z	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅ ...	X _n ...	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅ ...	S _n	
Z	Z	A	B	C	D	E...	F...	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆ ...	S _n	Solución
S ₁	0	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁	e ₁ ...	f _n ...	■	0	0	0	0	...0	restricción 1
S ₂	0	a ₂	b ₂	c ₂	d ₂	e ₂ ...	f _n ...	0	■	0	0	0	...0	restricción 2
S ₃	0	a ₃	b ₃	c ₃	d ₃	e ₃ ...	f _n ...	0	0	■	0	0	...0	restricción 3
S ₄	0	a ₄	b ₄	c ₄	d ₄	e ₄ ...	f _n ...	0	0	0	■	0	...0	restricción 4
S ₅	0	a ₅	b ₅	c ₅	d ₅	e ₅ ...	f _n ...	0	0	0	0	■	...0	restricción 5
S _n	0	a _n	b _n	c _n	d _n	e _n ...	f _n ...	0	0	0	0	0	■	restricción n

Bajo este principio se aplica de manera general al modelo matemático encontrado para obtener la matriz de la cual podrán partir todas las posibles soluciones u aplicaciones al modelo. En el anexo F se muestra la matriz del modelo matemático con todas sus variables y restricciones, este es el primer paso para encontrar la solución o soluciones que se expresarán como las variables X_n , la resolución del modelo se la realizará a través de un programa (software) desarrollado en "visualbasic" con acceso a la base de

datos "microsoft acces" tal cual se detalla en el capítulo 3, en la cual se plantearán una serie de posibilidades de resolución.

2.4 Ajustes e interpretación para la producción real.

Una vez que se ejecuta el método simplex, se obtienen valores totales (ton) de acuerdo a la especie y tipo de pescado, pero no se obtiene un desglose de las cubas que suman este total. Este valor total provoca que el resultado del método simplex se convierta en teórico porque la suma de n cubas no concordaría, por lo que se requiere un método matemático que itere de tal manera que consiga que la suma de las cubas se acerque lo mayor posible al resultado obtenido, al que llamaremos valor objetivo.

El método de búsqueda para identificación de las cubas que sumados sus contenidos nos da el valor más cercano requerido para hacer el proceso, es un método que en computación se conoce como búsqueda en árboles. Este método trata de comparar el valor de cada cuba o la suma de ellas en un cierto orden sabiendo que no se pueden repetir las uniones que se han tomado anteriormente, es decir, solo se puede elegir una entre $A + B$ o $B + A$, lo que en términos matemáticos sería una combinación y no una permutación, es decir, el orden de los factores no altera el producto. Conociendo

el peso total (ton) de pescado y el de cada especie y tipo de pescado para iniciar el proceso, se procede a buscar en la base de datos especie por especie y tipo por tipo el peso de las cubas (sólo de pescado), sus costos y sus códigos (de cubas). Dicho método de búsqueda se encuentra en lenguaje de programación en el anexo G1, y sus pasos son los siguientes:



CIB-ESPOL

1. Tomar una o varias cubas.
2. Sumarlas cuando sean más de dos.
3. Se compara la suma con el valor objetivo.
4. Si este valor esta entre el 99% y 103% del valor objetivo, se guarda el código de la o las cubas utilizadas en una base de datos junto con el valor del peso de la o las cubas utilizadas, el porcentaje con respecto al valor objetivo $1 - \frac{(C_1 + \dots + C_n)}{V.O.}$, tal que $C_1 + \dots + C_n$ sea menor o igual que el valor objetivo ó $\frac{(C_1 + \dots + C_n)}{V.O.} - 1$, tal que $C_1 + \dots + C_n$ sea mayor que el valor objetivo y el costo que involucra utilizar la o las cubas seleccionadas.
5. Una vez almacenadas los posibles resultados se buscará de entre todos los porcentajes guardados cual es el que se acerca más a cero, es decir los pesos de las cubas que se acerquen más al valor objetivo.

Cabe recalcar de que en el primer paso se utiliza en principio la primera cuba y se sigue hasta el quinto paso, luego volvemos al primer paso, hasta concluir todas las combinaciones posibles de las n cubas especificadas en las fechas, especie y tipo de pescado, combinando a razón de 1, 2, 3, ... n , cumpliendo la fórmula de combinación:

$${}^n C_R = \frac{n!}{R!(n-R)!}$$

Para ejemplificar este método de búsqueda, supondremos que el método simplex generó un resultado, que en la base de datos se dispone de pescado en cinco cubas, es decir que para esa especie y tipo de pescado se cuenta sólo con ese número de cubas, entonces el programa comenzará a realizar su búsqueda para obtener la mejor combinación posible, lo cual se demuestra gráficamente así:

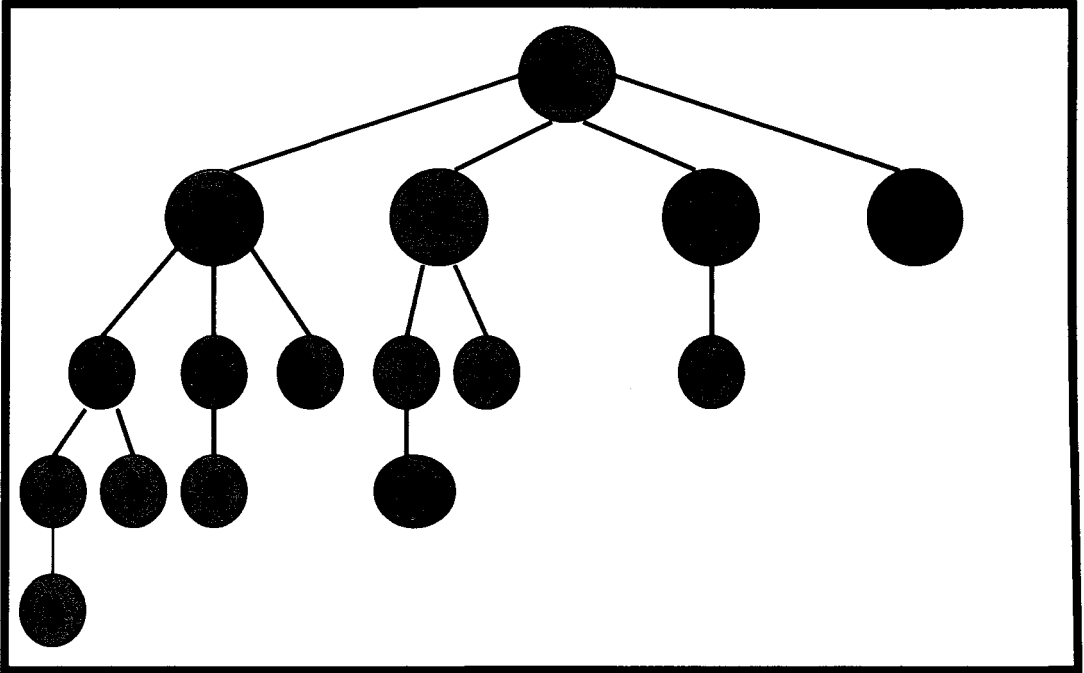
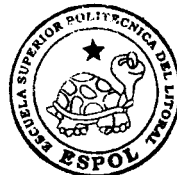


FIG. 2.1 EJEMPLO DEL ESQUEMA DEL METODO DEL ARBOL

El esquema de la figura 2.1 nos demuestra como se da la búsqueda, donde las combinaciones estén entre el 100% y el 103%, (valores asumidos) estos se almacenarán en una base de datos, luego el programa comparará los resultados obtenidos y escogerá el más próximo al valor objetivo. Matemáticamente se da de la siguiente manera:

$${}_5C_1 = \frac{5!}{1!(5-1)!} = 5$$



CIB-ESPOL

$${}^5C_2 = \frac{5!}{2!(5-2)!} = 10$$

$${}^5C_3 = \frac{5!}{3!(5-3)!} = 10$$

$${}^5C_4 = \frac{5!}{4!(5-4)!} = 5$$

$${}^5C_5 = \frac{5!}{5!(5-5)!} = 1$$

Este resultado nos dice que existen 31 combinaciones posibles para este caso, lo cual se demuestra en la siguiente tabla:

TABLA 9

EJEMPLO DE LA SECUENCIA DE COMBINACIONES

1	2	3	4	5
1,2	2,3	3,4	4,5	
1,2,3	2,3,4	3,4,5		
1,2,3,4	2,3,4,5	3,5		
1,2,3,4,5	2,3,5			
1,2,3,5	2,4			
1,2,4	2,4,5			
1,2,4,5	2,5			
1,2,5				
1,3				
1,3,4				
1,3,4,5				
1,3,5				
1,4				
1,4,5				
1,5				

Como se demuestra en la tabla 9 la secuencia se da desde la primera cuba hasta completar su número máximo de combinaciones posibles (16) y continúa con la segunda cuba y así sucesivamente.

CAPITULO 3



CIB-ESPOL

3. AUTOMATIZACIÓN DEL MODELO DISEÑADO

La automatización del modelo diseñado se la lleva a cabo mediante la ejecución de un programa informático (software), que permite la construcción y resolución de la matriz obtenida en el capítulo 2 (anexo f), la cual consiste en una matriz de 37 filas por 70 columnas, lo que normalmente tomaría mucho tiempo, y uno de los objetivos de la tesis es facilitar a la industria procesadora de enlatado de atún una herramienta que genere resultados rápidos y prácticos, ya que esta propuesta no sólo encuentra una solución matricial por el método simplex, sino que además aproxima los resultados a los valores reales en las cubas a través de un procedimiento matemático de búsqueda en árboles; para que el programa pueda funcionar se requiere que los resultados obtenidos del modelo matemático se mantengan por medio de los controles propuestos en el capítulo 1 ("requerimientos de control en el proceso para el diseño del

modelo matemático”), además del control de ingreso de pescado entero; cumpliendo con todos estos aspectos, el programa estará en capacidad de obtener dos tipos de resultados en $\frac{\text{dólares}}{\text{cajas}}$: uno teórico, que es el valor que genera la resolución de la matriz por el método simplex, y otro que es resultado que se ajusta más a la realidad de las disponibilidades en ton de pescados enteros con el uso del procedimiento de búsqueda en árboles; con estos resultados el usuario final podrá tomar decisiones conociendo que combinación de pescados enteros le resulta conveniente para obtener un determinado número de cajas. Otra ventaja del programa, es que a medida que se vayan marcando las especies y los tipos de pescados deseados se formará internamente una matriz cuyo tamaño máximo será de 37 filas por 70 columnas como ya se indicó, y ésta podrá disminuirse de acuerdo a la selección de las especies y tipos de pescados por parte del usuario, considerando además las disponibilidades en la cámara de congelación. Cabe resaltar, que aunque existen programas informáticos que resuelven matrices, estas tienen que ser planteadas cada vez que se requiera un resultado, mientras que el programa propuesto en esta tesis las elabora automáticamente a medida que el usuario ingrese requerimientos, por consiguiente disminuye el tiempo de obtención de resultados y la molestia de hacer diariamente matrices. Para que el programa informático funcione correctamente, el computador tiene que tener como mínimo:

- 64 Mb de memoria RAM.
- 2 Mb de disco duro como mínimo.
- Procesador de 600 MHz como mínimo.
- Windows, preferiblemente a partir de la versión 98.
- Microsoft Acces 2000.
- Visual Basic que tenga como mínimo controladores OCX.

3.1 Descripción de las Ventanas.

La aplicación informática consta de 14 ventanas (pantallas), las cuales son visuales para el usuario, estas ventanas fueron diseñadas bajo el programa de VisualBasic, las cuales se detallan a continuación:

Inicial.

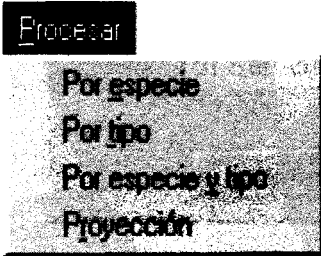
Esta ventana es la principal o de entrada, aquí se pueden escoger 3 operaciones como: procesar, insertar y cambios.



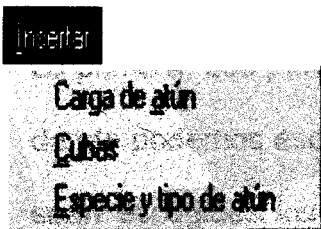
FIG. 3.1 VENTANA INICIAL DEL PROGRAMA

Las tres operaciones que constan en la ventana de la figura 3.1 abren una lista cada una.

Procesar:



Insertar:



CIB-ESPOL

Cambios:



La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra detallado en el anexo G2.

Por especie.

Esta ventana nos permite ordenarle al programa planificar la producción escogiendo la especie de pescado que se requiere para el proceso.

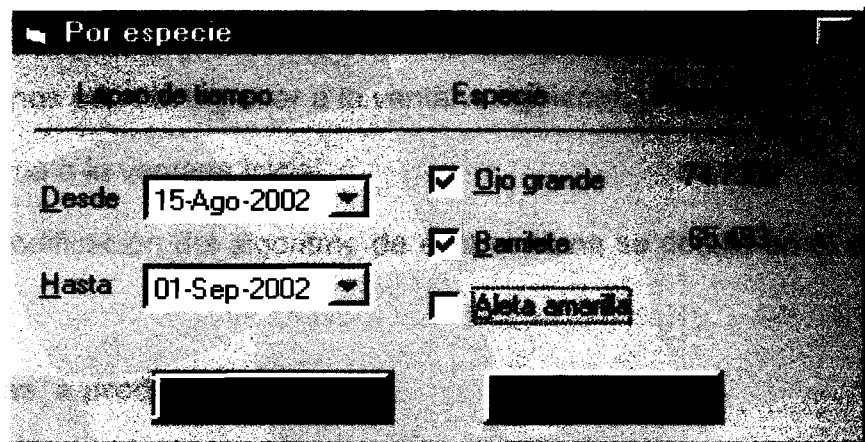


FIG. 3.2 VENTANA DE PROCESAR POR ESPECIE

Como se observa en la figura 3.2, existen 3 columnas:

- La primera, que permite elegir el rango de fecha (día, mes, año), donde podemos escoger desde y hasta que fecha deseamos que sean escogidos los pescados enteros que se encuentran en la cámara de congelación.
- La segunda, que nos permite marcar de acuerdo a nuestras necesidades de producción, cuando se marca una de ellas, el programa automáticamente armara la matriz con cualesquiera de las especies que se marquen.
- La tercera, permite visualizar la disponibilidad en ton de la especie de acuerdo a la opción marcada y al rango de fecha de interés usuario final.

En la parte inferior de ventana se observan dos opciones: "siguiente", que nos permite ingresar a la ventana siguiente; y "cancelar", que nos retorna a la ventana inicial.

La codificación del algoritmo de esta ventana se detalla en el anexo G3.

Cajas a producir.

Esta ventana aparece después que se presiona el botón de "siguiente" de la figura 3.2 (por especie), está nos permite seleccionar el tipo de envases que deseamos planificar, el número de cajas con su respectivo peso generado en lomos de atún de producto final.

The screenshot shows a window titled "Cajas a producir". At the top, there is a dropdown menu labeled "Envase" with the text "Elija el tipo de lata" and a downward arrow. To the right of this are two input fields: "Número de cajas" and "Peso". Below these are two more empty input fields. In the center, there is a table with the following data:

Envase	Peso	#Cajas	Toneladas
pequeña	88	1000	6.336
mediana	140	1500	10.08
grande	208	500	2.496
Total			18.912

Below the table, there are two more empty input fields. The window has a standard Windows-style title bar and a close button in the top right corner.

FIG. 3.3 VENTANA DE CAJAS A PRODUCIR



Como se aprecia en la figura 3.3, existen una serie opciones, las cuales siguen una secuencia:

- a) **Envase.** En esta opción se presentan tres categorías: pequeña, mediana y grande, de las cuales se escogerá una, y después de terminar la secuencia se podrá escoger otra y así sucesivamente.
- b) **Número de cajas.** En esta opción se deberá tipear la cantidad en números de cajas que se desea obtener del tipo de envase escogido con anterioridad.
- c) **Peso.** Esta opción se refiere al peso (gramos) de llenado que tendrá la lata solo de lomo de atún, este valor aparecerá automáticamente una vez que se escoja el tipo de envase.
- d) **Listar.** Este botón se ejecuta una vez realizados los pasos anteriores, al presionarlo aparecerá en la tabla inferior el detalle del producto que se escogió con anterioridad.
- e) **Limpiar.** Esta opción se le usará sólo si el operario decide cambiar su selección; esta opción borrará el contenido de las opciones “número de cajas” y “peso”.
- f) **Tabla.** Aquí aparece el detalle del producto escogido, tales como: envase, que pueden ser pequeño, mediano y grande; peso, que es la cantidad de lomos de atún contenida en el envase en gramos; número de cajas, es la cantidad ingresada

en la secuencia "b"; toneladas, es la cantidad total de lomito de atún (ton) a la que corresponde el número de cajas ingresado; total, es la cantidad total en ton de la suma de todos los productos anteriormente elegidos.

- g) Eliminar. Esta opción nos permite eliminar cualquier fila de la tabla, cuando el operario lo crea conveniente.
- h) Cancelar. Esta opción se usa sólo si se desea retornar a la ventana inicial.
- i) Siguiente. Nos permite navegar a la siguiente ventana.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G4.

Características de fábrica.

Esta ventana nos permite escribir todos los valores relacionados a la fabrica, tales como: capacidad, número de obreros, horas de trabajo, los cuales dependerán de la fabrica a la que se adapte el programa.

Características de fábrica	
Capacidad	62 toneladas
Número de obreros	220
Horas de trabajo	8
Tiempo - obrero	1760



FIG. 3.4 VENTANA DE CARACTERÍSTICAS DE LA FABRICA

Como se observa en la figura 3.4, existen tres opciones donde el operador puede tipear:

- **Capacidad.** En este espacio se ingresará la capacidad de proceso que tiene la fabrica en toneladas, la cual esta dada por equipos tales como: envasadora, selladora, autoclave, entre otras,
- **Número de obreros.** Es la cantidad de personal de limpieza y preparación del pescado ya precocido listo para ingresar a la máquina envasadora.
- **Horas de trabajo.** Es el número de horas que los obreros de limpieza y preparación del pescado ya precocido laboran en una jornada de trabajo.

Inmediatamente debajo de la opción "horas de trabajo", existe un valor que se forma de multiplicar "número de obreros" por "horas de trabajo", este valor llamado "tiempo-obrero" formará parte de las restricciones del modelo matemático.

Dentro de esta ventana aparecen dos botones:

- **Procesar.** Nos permite resolver el modelo matemático y obtener los resultados que permitirían minimizar los costos de la materia prima.
- **Cancelar.** Nos permite regresar a la ventana anterior.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G5 y G6.

Resultados de producción.

En esta ventana se publicarán los resultados tanto del método matemático simplex (teórico), como el del procedimiento de búsqueda en árbol, para la toma de decisiones.

Resultados de Producción			
Teóricos		Reales	
Barrilete	2-3	4.985	1,744.75
Barrilete	3-4	8.294	5,391.1
Barrilete	4-7	13.06	10,448.
Barrilete	+7	2.169	1,843.65
Barrilete	+12	1.01	858.5
Aleta Amarilla	2-3	3.742	1,309.7
Aleta Amarilla	3-4	1.228	798.2
Aleta Amarilla	4-7	6.909	5,527.2
Aleta Amarilla	+7	2.499	2,186.625
TOTALES	48.303	34,376.79	
Costo por caja		11.459	
Barrilete	2-3	4.985	1,744.75
Barrilete	3-4	8.294	5,391.1
Barrilete	4-7	13.06	10,448.
Barrilete	+7	2.169	1,843.65
Barrilete	+12	1.01	858.5
Aleta Amarilla	2-3	3.742	1,309.7
Aleta Amarilla	3-4	1.228	798.2
Aleta Amarilla	4-7	6.909	5,527.2
Aleta Amarilla	+7	2.499	2,186.63
TOTALES	48.405	34,465.15	
Costo por caja		11.468	
# de caja reales		3007.162	
Aceptar			

FIG. 3.5 VENTANA DE RESULTADOS DE PRODUCCIÓN

Como se puede observar en la figura 3.5, existen dos listados visuales, en el lado izquierdo se publican los resultados teóricos, es decir resultados del el método simplex, en el lado derecho se publican los resultados reales generales, del procedimiento de

búsqueda en árboles; en el contenido de cada uno de ellos se visualizan los totales en toneladas de todas las especies de pescados seleccionados, además se puede apreciar el costo en US\$ por toneladas de pescado, y en la parte inferior de la lista se visualiza el costo por caja, que resulta de dividir el costo total para el número de cajas ingresadas; al final, por encima de la opción “aceptar” se muestra el resultado del número de cajas reales que resultaría después de resolverse por medio del procedimiento de búsqueda en árboles. Si estos resultados son convenientes para los intereses de la fábrica se presionará el botón “aceptar”, el cual nos publicará los códigos de las cubas para obtener esa producción.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G7.



Resultado de combinación de cubas.

CIB-ESPOL

En la tabla de esta ventana se muestran los resultados de la resolución por el procedimiento de búsqueda en árbol, y será la ventana de los resultados finales para ser impresos.

Informe	Especie	Tipo	Peso con Cuba	Cuba	Peso Actu
	Ojo Grande	2-3	1.378	48	
	Ojo Grande	2-3	1.662	49	
	Ojo Grande	3-4	1.429	58	
	Ojo Grande	3-4	1.448	60	
	Ojo Grande	3-4	1.477	52	
	Ojo Grande	3-4	1.588	59	
	Ojo Grande	4-7	1.479	76	
	Ojo Grande	4-7	1.498	67	
	Ojo Grande	4-7	1.628	68	

Imprimir

FIG. 3.6 VENTANA DE COMBINACIÓN DE LAS CUBAS

Como se observa en la figura 3.6, existen 5 columnas (especie, tipo, peso con cuba, cuba y peso actual), en la tercera columna se detalla el peso del pescado seleccionado con el peso de la cuba que lo contiene, la última columna sirve para que el operario registre si ha ocurrido algún cambio de peso. El botón (imprimir) que se observa en la parte inferior de la ventana sirve para borrar las especies seleccionadas de la base de datos y para dar una orden de impresión.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G8.

Por tipo.

Esta ventana nos permite elegir que tipo (peso) de pescados deseamos procesar, esto dependerá tanto de los requerimientos del fabricante como de las exigencias de los clientes, los cuales en este caso supondremos que tendrán una preferencia en particular por el tipo de pescado y no por su especie.

Tipo	Disponibilidad	Tipo	Disponibilidad	Desde
<input checked="" type="checkbox"/> 2-3	10.911	<input type="checkbox"/> +60		15-Abr-2003
<input checked="" type="checkbox"/> 3-4	15.002	<input type="checkbox"/> +80		Hasta 02-May-2003
<input type="checkbox"/> 4-7		<input type="checkbox"/> +100		
<input type="checkbox"/> +7		<input checked="" type="checkbox"/> +120	0	
<input type="checkbox"/> +12		<input type="checkbox"/> +140		
<input type="checkbox"/> +20		<input checked="" type="checkbox"/> +160	2.414	
<input checked="" type="checkbox"/> +40	3.24	<input type="checkbox"/> +180		

FIG. 3.7 VENTANA DE PROCESAR POR TIPO

Como se observa en la figura 3.7 hay dos tipos de columnas:

- Tipo. Donde se marcará el tipo de pescado que deseamos procesar.
- Disponibilidad. Donde se visualizará automáticamente la cantidad que se dispone de ese tipo de pescado en la fecha escogida.



CIB-ESPOL

También se observa un contador de fecha donde se seleccionará desde y hasta que fecha se desea escoger los tipos de pescados, y se visualizan dos botones, los cuales son:

- **Siguiente.** Que nos permite avanzar a la ventana descrita en la figura 3.3 (cajas a producir).
- **Cancelar.** Que nos permitirá retornar a la ventana inicial.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G9.

Por especie y tipo.

Esta ventana nos permite escoger una especie de pescado con uno o algunos tipos de pescados de acuerdo a las necesidades de producción.

The screenshot shows a window titled "Por especie y tipo". On the left, there are four dropdown menus: "Especie" (set to "BigEye"), "Tipo" (set to "Elija el tipo"), "Desde" (set to "25-Ago-2002"), and "Hasta" (set to "01-Sep-2002"). Below these are four buttons: "Listar", "Limpiar", "Aceptar", and "Cancelar". On the right, there is a table with three columns: "Especie", "Tipo", and "Disponibilidad". The table is currently empty.

Especie	Tipo	Disponibilidad
---------	------	----------------

FIG. 3.8 VENTANA DE PROCESAR POR ESPECIE Y TIPO

Como se observa en la figura 3.8, hay dos opciones que nos permiten escoger entre especies y tipos de pescados las veces que el usuario lo desee. Inmediatamente debajo de estas opciones se encuentran dos botones:

- **Listar.** Este botón nos permite enviar la especie y tipo de pescado seleccionado a la tabla que se encuentra en lado derecho.
- **Limpiar.** Esta opción nos permite borrar cualquier fila que se seleccione de la tabla en la ventana.

En la tabla que se encuentra en la ventana hay tres columnas que son:

- **Especie.** En esta columna se enlistará la especie de pescado escogida en los pasos anteriores.
- **Tipo.** En esta columna se enlistará el tipo de pescado escogido en los pasos anteriores.
- **Disponibilidad.** En esta columna se visualizará la cantidad (ton) que se dispone de la especie y tipo de pescado seleccionadas, y en el rango de fecha escogidas.

En esta ventana hay un contador de fecha para seleccionar desde y hasta que fecha deseamos una especie y tipo de pescado.



En la parte inferior de la ventana hay dos botones: “aceptar”, el cual nos envía a la ventana de la figura 3.3 (cajas a producir); “cancelar”, el cual nos retorna a la ventana inicial.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G10.

Ingreso de datos.

Esta ventana se abre después de presionar la opción “carga de atún” en la operación de insertar de la ventana inicial (figura 3.1). Esta ventana nos permite ingresar todas las especie y tipos de pescados que se reciben en el área de recepción tal cual como se muestran detallados en la tabla 2 del capítulo 1.

The screenshot shows a window titled "Ingreso de datos" with the following fields and values:

- Especie: SkipJack
- Tipo: 2-3
- Núm. de cuba: 26
- Peso con cuba: 1.687
- Fecha de Ingreso: 20-May-2003
- Precio-Tonelada: 350
- Peso del atún: 1.262
- Costo-Carga: 441.70

Below the input fields is a table with the following data:

Especie	Tipo	# Cuba	Peso	Precio-Ton	Costo-Total	Fecha-Ingreso
BigEye	3-4	25	1.12	650	728.00	20/05/03

FIG. 3.9 VENTANA DE INGRESO DE DATOS

Como se observa en la figura 3.9, en la parte superior izquierda, hay 5 opciones de elegir, los cuales son:

- **Especie.** Aquí se escoge cualesquiera de las tres especies de atún: ojo grande, barrilete y aleta amarilla.
- **Tipo.** En esta lista aparecerán los tipos de pescados que correspondan a la especie de pescado seleccionada.
- **Número de cuba.** En esta lista aparecerán los códigos o el número de las cubas que se encuentren disponibles, las cuales deberán coincidir con el número de cuba de la hoja de formato de registro para la recepción de la tabla 2 del capítulo 1.
- **Peso con cuba.** Corresponde al valor total en toneladas que aparece en la balanza industrial, cuando se pesa la cuba con el pescado.
- **Fecha de ingreso.** Corresponde al día, mes y año (dd/mm/aa) en el que ha ingresado el pescado que se detalle en los pasos anteriores.

En la parte derecha superior de la ventana se encuentran detallados 3 valores que representan lo siguiente:

- **Precio – tonelada.** Este valor corresponde a los dólares por tonelada que representa a la especie y tipo de pescado seleccionado; dicho valor aparece de manera automática después



de haber seleccionado la especie y tipo de pescado, ya que el programa busca en la base de datos el valor que les corresponda.

- **Peso del atún.** Una vez cumplido el ingreso de datos de la parte superior izquierda, el programa busca el valor (ton) que corresponda a la cuba seleccionada en la base de datos (anexo d), este valor restará al ingresado en “peso con cuba” y se obtendrá el peso neto de pescado.
- **Costo – carga.** Este valor representa el costo (dólares) del peso de atún obtenido, basados en su costo referencial de “precio – tonelada”.

En esta ventana también se observan 5 botones que son los siguientes:

- **Listar.** Cuando se presiona este botón, todos los datos seleccionados y tipeados en los pasos anteriores son transferidos a la tabla que se encuentra en esa ventana, tal cual correspondan a cada columna.
- **Limpiar.** Cuando se presiona este botón, todos los valores seleccionados y escogidos en los pasos anteriores serán borrados.
- **Eliminar.** Cuando se presiona este botón, se borrará una fila que se escoja en la tabla de la ventana.



CIB-ESPOL

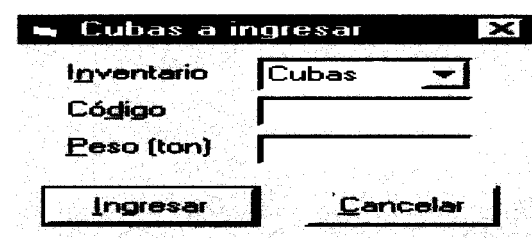
- Ingresar. Cuando se presiona este botón, todos los valores que aparecen en la tabla, serán transferidos tal cuales a la base de datos.
- Cancelar. Cuando se presiona este botón, se retorna a la ventana inicial.

Como se mencionó con anterioridad, hay una tabla en esta ventana, está sirve para visualizar de manera más clara todos los datos seleccionados e ingresados en los pasos anteriores, para tener la oportunidad de observar si se ha cometido un error.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentran en el anexo G11.

Cubas.

Esta ventana nos permite ingresar a la base de datos la tara y el código de nuevas cubas, se consideró esta opción pensando en la posibilidad de que algunas cubas se pueden deteriorar, y estas deben ser reemplazadas y actualizadas en la base de datos.



The image shows a graphical user interface window titled "Cubas a ingresar". It features three input fields: "Inventario" with a dropdown menu currently set to "Cubas", "Código", and "Peso (ton)". At the bottom of the window, there are two buttons: "Ingresar" and "Cancelar".

FIG. 3.10 VENTANA PARA INGRESO DE CUBAS

Como se observa en la figura 3.10, existen dos opciones en las que debemos ingresar valores y una para visualizar (inventario) las cubas almacenadas.

- Código. Debemos ingresar el código con que se identificará a la nueva cuba que se ingresa.
- Peso. Representa la tara de la cuba, este peso deberá estar en toneladas.

Al final hay un botón que es el de “ingresar”, el cual al ser presionado transferirá los datos ingresados a la base de datos.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G12.

Especie y tipo.

Como se indicó en el capítulo 1, en el país existen 3 especies comerciales de atún que son: barrilete, aleta amarilla y ojo grande, pero se podría dar el caso que alguna empresa procesadora de enlatados de atún importe o adquiera a barcos extranjeros otras especies de atún.



CIB-ESPOL

The screenshot shows a window titled "Nueva especie y tipo" with the following fields and a table:

- Especie:** A text input field.
- Tipo:** A dropdown menu with the text "Elija el tipo".
- Precio-Tonelada:** A text input field.
- Rendimiento (%):** A text input field.
- Horas - Obrero:** A text input field.

Below the fields is a table with the following columns:

Especie	Tipo	Rendimiento	Precio-Ton	Horas-Obrero

FIG. 3.11 VENTANA DE INGRESO DE NUEVAS ESPECIES Y TIPOS DE ATÚN

Como se observa en la figura 3.11, existen cinco opciones para ingresar valores:

- **Especie.** Aquí se mostrará la especie de pescado que desee aumentar a las ya existentes en la base de datos.
- **Tipo.** Aquí se ingresará él o los tipos de pescados que la especie ingresada en el paso anterior tenga.
- **Precio – tonelada.** Aquí se ingresará el costo (US\$) que represente por tonelada esa nueva especie y tipo de atún.
- **Rendimiento.** Aquí se ingresará el porcentaje de aprovechamiento de carne para enlatar de esa especie y tipo de atún.
- **Horas – obrero.** Aquí se ingresará el factor que representa prepara y limpiar un pescado precocido en una hora.

La tabla que se encuentra en la parte inferior servirá para ir visualizando todo lo que se halla ingresado una vez presionado el

botón de “listar”. El botón de limpiar es para borrar cualquier error mientras se estén ingresando valores.

En la parte inferior se encuentra el botón “ingresar”, el cual transferirá los datos ingresados a la base de datos, “cancelar”, que nos retorna a la ventana anterior, y “eliminar” que borrará una fila no deseada en la tabla.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G13.

Tipos de envases.

Esta ventana nos permite cambiar el peso de llenado de algún envase, al hacer el cambio el programa lo guardará automáticamente para ser usado posteriormente en los cálculos de minimización de materia prima.

ENVASE	PESO (g)	LATAS POR CAJA
Pequeña	88	72
Mediana	140	48
Grande	208	24

FIG. 3.12 VENTANA DE TIPOS DE ENVASES

Como se observa en la figura existen 3 columnas:

- Envase. En esta columna se detalla los tipos de envases que se disponen.
- Peso. Aquí podemos cambiar el peso (g) de llenado que deseamos en cualesquiera de los 3 envases detallados.

- Latas por caja. Aquí se detalla el número de envases que representan cada envase detallado.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G14.

Proyección.

Esta ventana sirve para realizar estudios de los posibles meses del año donde se debería producir más para obtener mayores beneficios económicos.

The screenshot shows a window titled 'Proyección' with a 'Selección' section containing two radio buttons: 'Especie' (selected) and 'Especie y Tipo'. Below are three input fields: 'Especie' with a dropdown menu 'Elija la especie', 'Tipo' with a dropdown menu 'Elija el tipo', and 'Peso'. At the bottom are four buttons: 'Listar', 'Limpiar', 'Siguiente', and 'Cancelar'. To the right is a table with the following data:

Especie	Tipo	Peso
Ojo Grande	Todos	223
Barrilete	Todos	720
Aleta Amarilla	Todos	392

FIG. 3.13 VENTANA PARA LAS PROYECCIONES ANUALES

Como se observa en la ventana 3.13, antes de entrara valores se debe seleccionar si desea proyectar sólo por especie o por especie y tipo; si se lo hace sólo por especie, el programa asumirá que el valor que se ingrese será dividido para el número de tipos de pescados que esa especie tenga, y si por el contrario se escoge por especie y tipo el usuario tendrá la opción de digitar el valor a cada especie y tipo que más le convenga.



La tabla que se muestra en la ventana sirve para visualizar todo lo que se elija e ingrese.

Al final hay cuatro botones: "listar", que envía la información a la tabla, "limpiar" que elimina la información que se este escogiendo e ingresando antes de visualizarse en la tabla, "siguiente" que nos envía a la ventana 3.3 (cajas a producir) y de ahí sigue los pasos detallados con anterioridad, con la diferencia de que la resolución sólo será por el método matemático simplex, y "cancelar" que nos retorna a la ventana anterior.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G15.

Resultados de Proyección.

Esta ventana muestra los resultados finales de realizar una prueba desde la ventana de "proyección".

Resultados de Proyección			
Técnicos			
TOTALES			
Costo por caja			
Aceptar			



FIG. 3.14 VENTANA DE RESULTADOS DE PROYECCIÓN



CIB-ESPOL

Como se observa en la figura 3.14, los resultados que se visualizan en la tabla consta de cuatro columnas:

- **Especie.** Aquí se visualizan las especies seleccionadas por el método matemático simplex.
- **Tipo.** Aquí se visualizan los tipos seleccionados por el método matemático simplex.
- **Peso.** Aquí se visualizan las ton que le corresponderían a la especie y tipo de pescados seleccionados.
- **Costo.** Es el valor en US\$ que le corresponderá a la especie y tipo de pescados seleccionados.

Al final se detallan dos valores que corresponden al total del peso en toneladas y al total del costo en US\$.

Al presionar el botón de “aceptar” se cerrará la ventana.

La codificación del algoritmo de esta ventana se encuentra en el anexo G16.

3.2 Descripción de la Operación de la Base de Datos “Access”.

La base de datos “Access” es fundamental y necesario para el funcionamiento del programa, debido a que toda la información de la empresa como son: los rendimientos, ingresos de atún, cubas disponibles y ocupadas, se encuentran en esta base de datos. El programa da uso de toda esta información por medio de un enlace interno DSN entre la aplicación (programa) y la base de datos en “Access”. Este enlace interno DSN el mismo utiliza un controlador

ODBC que es el que enlaza el sistema operativo con "access" estos dos programas.

Esta base de datos almacena 4 tipos de informaciones, que pueden ingresarse desde el programa o permanecer ahí como constantes y se detallan a continuación:

Caja_lata.

En esta hoja de datos se guardan los cambios realizados en la ventana "tipos de envases" descrito en el punto 3.1, y permanecen como constantes mientras no se hagan cambios desde el programa.

The screenshot shows the Microsoft Access application window. The title bar reads "Microsoft Access". The menu bar includes "Archivo", "Edición", "Ver", "Insertar", "Formato", "Registros", "Herramientas", and "Ventana ?". The toolbar contains various icons for file operations and editing. The main window displays a table named "caja_lata : Tabla" with the following data:

	tamaño	fill	cantidad
▶	grande	208.00	24
	mediana	140.00	48
	pequeña	88.00	72
*		0.00	0

The status bar at the bottom indicates "Registro: 1 de 3" and "NUM".

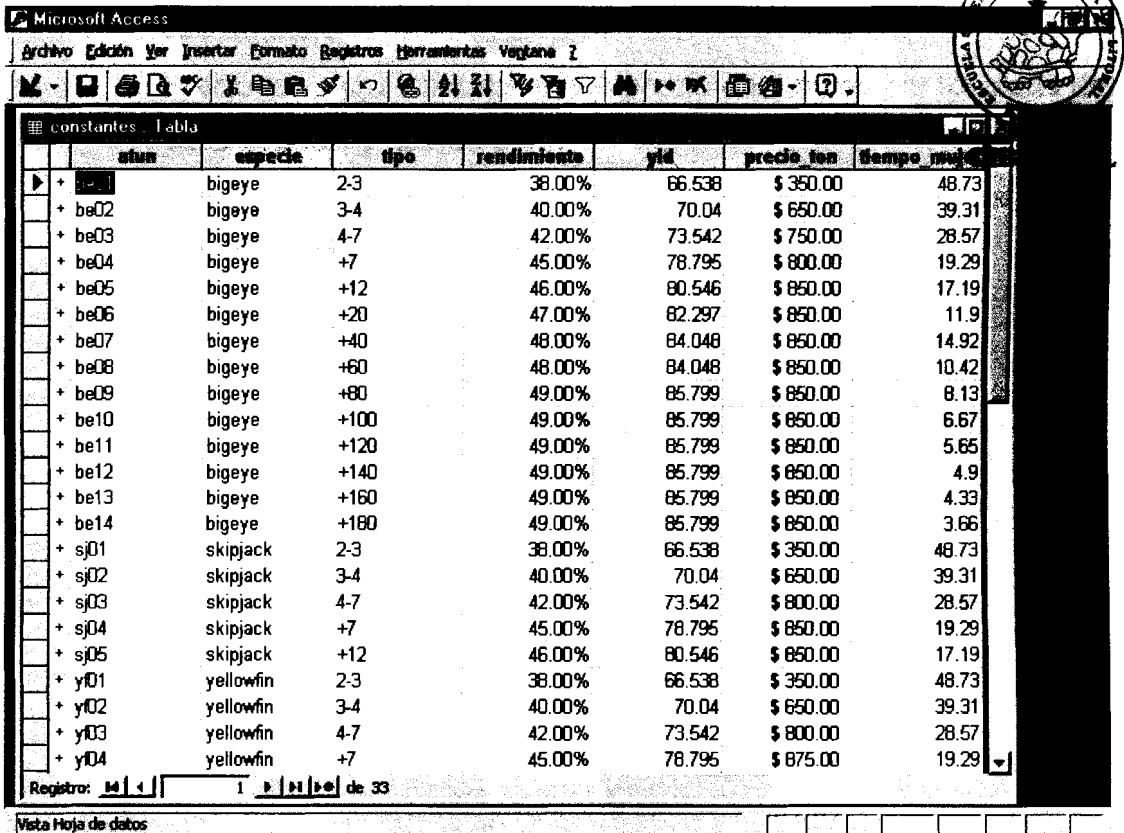
FIG. 3.15 BASE DE DATOS DE CAJA_LATAS

Como se observa en la figura 3.15, hay tres columnas y tres filas:

- La columna de tamaño hace referencia al tipo de envase(pequeño, mediano, grande).
- La columna de peso hace referencia al peso (g) de llenado que tiene cada envase.
- La columna de cantidad hace referencia al número de envases que ocupa en una caja cualquiera de los tres envases detallados.

Constantes.

Estos valores no se los puede cambiar desde el programa, sólo pueden ser añadidos desde el programa, especies y tipos nuevos, desde la ventana de la figura 3.11.



	id	especie	tipo	rendimiento	yld	precio ton	tiempo min
+	be01	bigeye	2-3	38.00%	66.538	\$ 350.00	48.73
+	be02	bigeye	3-4	40.00%	70.04	\$ 650.00	39.31
+	be03	bigeye	4-7	42.00%	73.542	\$ 750.00	28.57
+	be04	bigeye	+7	45.00%	78.795	\$ 800.00	19.29
+	be05	bigeye	+12	46.00%	80.546	\$ 850.00	17.19
+	be06	bigeye	+20	47.00%	82.297	\$ 850.00	11.9
+	be07	bigeye	+40	48.00%	84.048	\$ 850.00	14.92
+	be08	bigeye	+60	48.00%	84.048	\$ 850.00	10.42
+	be09	bigeye	+80	49.00%	85.799	\$ 850.00	8.13
+	be10	bigeye	+100	49.00%	85.799	\$ 850.00	6.67
+	be11	bigeye	+120	49.00%	85.799	\$ 850.00	5.65
+	be12	bigeye	+140	49.00%	85.799	\$ 850.00	4.9
+	be13	bigeye	+160	49.00%	85.799	\$ 850.00	4.33
+	be14	bigeye	+180	49.00%	85.799	\$ 850.00	3.66
+	sj01	skipjack	2-3	38.00%	66.538	\$ 350.00	48.73
+	sj02	skipjack	3-4	40.00%	70.04	\$ 650.00	39.31
+	sj03	skipjack	4-7	42.00%	73.542	\$ 800.00	28.57
+	sj04	skipjack	+7	45.00%	78.795	\$ 850.00	19.29
+	sj05	skipjack	+12	46.00%	80.546	\$ 850.00	17.19
+	y01	yellowfin	2-3	38.00%	66.538	\$ 350.00	48.73
+	y02	yellowfin	3-4	40.00%	70.04	\$ 650.00	39.31
+	y03	yellowfin	4-7	42.00%	73.542	\$ 800.00	28.57
+	y04	yellowfin	+7	45.00%	78.795	\$ 875.00	19.29

Registro: 1 de 33

Vista Hoja de datos

FIG. 3.16 CONSTANTES

Como se observa en la figura 3.16, hay 7 columnas que se detallan a continuación:

- **Atún.** En esta columna se visualiza el código que se le ha asignado a cada especie y tipo de atún en el algoritmo del programa.
- **Especie.** Aquí se encuentran detalladas todas las especies de atún.
- **Tipo.** Aquí se encuentran detallados todos los tipos de pescados.
- **Rendimiento.** Aquí se detalla en porcentaje el valor asignado de rendimiento de cada especie y tipo de atun.
- **Productividad (YIELD).** Aquí se detallan la cantidad de cajas de atún que pueden obtener en una tonelada para cada especie y tipo de atún.
- **Precio-ton.** Aquí se detallan los precio en dolares por tonelada de cada especie y tipo de atún.
- **Tiempo-obrero.** Aquí se detallan los valores obtenidos del factor tiempo-mujer en el anexo e.

Cubas.

Estos datos y valores visualizan las cubas que se encuentran registradas en la base de datos y pueden ser ingresadas nuevas cubas desde la ventana de la figura 3.10.



CIB-ESPOL

The screenshot shows the Microsoft Access interface with a table named 'cubas'. The table has three columns: 'numero_cuba', 'peso', and 'libre'. The 'libre' column contains checkboxes. The data is as follows:

	numero_cuba	peso	libre
+	127	0.429	<input type="checkbox"/>
+	128	0.422	<input type="checkbox"/>
+	129	0.424	<input type="checkbox"/>
+	130	0.421	<input type="checkbox"/>
+	131	0.427	<input type="checkbox"/>
+	132	0.425	<input type="checkbox"/>
+	133	0.423	<input type="checkbox"/>
+	134	0.420	<input checked="" type="checkbox"/>
+	135	0.422	<input checked="" type="checkbox"/>
+	136	0.427	<input checked="" type="checkbox"/>
+	137	0.420	<input checked="" type="checkbox"/>
+	138	0.430	<input type="checkbox"/>
+	139	0.425	<input checked="" type="checkbox"/>
+	140	0.427	<input checked="" type="checkbox"/>
+	141	0.425	<input checked="" type="checkbox"/>

FIG. 3.17 CUBAS ALMACENADAS

Como se observa en la figura 3.17, hay 3 columnas:

- Número_cuba. Aquí se detalla el código de la cuba.
- Peso. Aquí se registra la tara (ton) para cada código de cuba.
- Libre. Aquí se observa un recuadro, cuando esta marcado indica que la cuba se encuentra libre y disponible para ser usada, y aparecerá en la ventana de la figura 3.9 en la opción "número de cuba" como disponible, si no esta marcada indica que la cuba esta ocupada y no aparecerá en la ventana de la figura 3.9.

Ingreso_atún.

Aquí se guardan todas las especies y tipos de pescados con sus pesos (ton), fechas de ingreso, números de cubas, y los costos, todos estos datos provienen de la ventana de "ingreso de datos" de la figura 3.9.



CIB-ESPOL

Microsoft Access

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Ingreso_atun: Tabla

atun	numero_cuba	peso	fecha_ingreso	costo_carga
sj05	77	1.423	21-Ago-02	850.85
sj05	116	1.232	22-Ago-02	683.40
sj05	125	1.521	17-Ago-02	928.20
sj05	138	1.342	14-Oct-02	775.20
sj05	140	1.777	28-Mar-03	1,147.50
y109	61	1.242	19-Ago-02	792.68
y109	74	1.430	27-Ago-02	976.95
y109	78	1.543	20-Ago-02	1,093.95
y109	79	1.232	17-Ago-02	791.70
y109	80	1.341	19-Ago-02	891.15
y109	81	1.232	31-Ago-02	786.83
y109	82	1.221	26-Ago-02	775.12
y109	83	1.442	23-Ago-02	993.53
y109	84	1.453	21-Ago-02	1,001.33

Vista Hoja de datos

FIG. 3.18 BASE DE DATOS DE INGRESO_ATUN

Como se observa en la figura 3.18 hay 5 columnas:

- **Atún.** Aquí se encuentra registrado el código con el cual el programa reconoce a una especie y tipo de pescado.
- **Número_cuba.** Es el código con que el cual se reconocen a las cubas.
- **Peso.** Es el valor en toneladas de la diferencia entre el peso total de cuba más pescado y la cuba, que nos da el peso solo de pescado.
- **Fecha_ingreso.** Es la fecha (dd/mm/aa) en el que programa registra el ingreso de pescado.



CIB-ESPOL

- **Costo_carga.** Es el valor en dólares que representa el peso del pescado.

3.3 Pruebas del programa en la producción diaria.

El presente trabajo trata de comprobar que la minimización de los costos de la materia prima sea lo más uniforme posible todos los días, es decir, que el costo (dólares) que represente una caja de lomitos de atún en un día, no debería ser muy diferente en otro día. Para esto se planteará las características (capacidad de almacenamiento, personal disponible, requerimientos de producción diaria, entre otros) de una empresa procesadora de lomitos de atún para poder realizar las pruebas de producción diaria.

Planteamiento del primer caso:

- Capacidad de la cámara de congelación = 270 cubas de pescado
- Obreros de limpieza de pescado precocinado disponibles = 210
- Capacidad de producción = 55 ton de pescado entero / día.
- Producción diaria = 3,300 cajas aproximadamente (envase de 140 g)
- Horas de trabajo = 8 horas
- Disponibilidad de cada especie y tipo en la tabla 1.



CIB-ESPOL

TABLA 10
DISPONIBILIDAD EN LA CAMARA DE CONGELACIÓN PARA LA
PRIMERA PRUEBA

Aleta amarilla	2 a 3	8.677
Aleta amarilla	3 a 4	10.171
Aleta amarilla	4 a 7	9.158
Aleta amarilla	(+) 7	7.536
Aleta amarilla	(+) 12	8.014
Aleta amarilla	(+) 20	9.551
Aleta amarilla	(+) 40	10.415
Aleta amarilla	(+) 60	6.941
Aleta amarilla	(+) 80	9.239
Aleta amarilla	(+) 100	6.726
Aleta amarilla	(+) 120	5.956
Aleta amarilla	(+) 140	8.191
Aleta amarilla	(+) 160	5.765
Aleta amarilla	(+) 180	13.697
Barrilete	2 a 3	9.291
Barrilete	3 a 4	11.476
Barrilete	4 a 7	9.377
Barrilete	(+) 7	13.167
Barrilete	(+) 12	15.993
Ojo grande	2 a 3	5.23
Ojo grande	3 a 4	3.709
Ojo grande	4 a 7	7.757
Ojo grande	(+) 7	7.001
Ojo grande	(+) 12	6.971
Ojo grande	(+) 20	4.983
Ojo grande	(+) 40	4.9
Ojo grande	(+) 60	5.832
Ojo grande	(+) 80	5.969
Ojo grande	(+) 100	4.903
Ojo grande	(+) 120	4.079
Ojo grande	(+) 140	4.236
Ojo grande	(+) 160	3.302
Ojo grande	(+) 180	3.965

Para hacer funcionar el programa se lo hará paso a paso, es decir, un día para cada especie y al luego las tres especies juntas, todo esto durante 5 días, y los resultados comparativos se los mostrará en una tabla. El orden de la producción diaria es la siguiente:

- Lunes: Barrilete
- Martes: Ojo grande
- Miércoles: Aleta amarilla
- Jueves: Ojo grande, barrilete y aleta amarilla
- Viernes: Ojo grande, barrilete y aleta amarilla.



CIB-ESPOL

TABLA 11
RESULTADOS DE LA PRIMERA PRUEBA

	36,973.13	36,900.43	38,293.06	42,982.38	43,412.18
	11.2	11.18	11.6	13	13.15
	37,011.05	37,098.77	38,180.81	42,861.59	43,772.85
	11.2	11.19	11.6	13	13.16
	3,304.55804	3,315.35031	3,291.44914	3,297.04538	3,326.20441

Como observamos en la tabla 11, la uniformidad del costo por caja se mantiene durante los tres primeros días de la semana, debido a que sólo se dispone de una cantidad limitada de pescado y el método simplex siempre tiende a escoger lo más productivo, económico y conveniente al inicio, luego, debido a la acumulación de los pescados más caros, estos producen el salto del costo en los dos últimos días.

Planteamiento del segundo caso:

Para este caso se modificara las disponibilidades, para observar los cambios que se puedan producir en el costo por caja durante la semana.

- Capacidad de la cámara de congelación = 270 cubas de pescado
- Obreros de limpieza de pescado precocinado disponibles = 210
- Capacidad de producción \cong 55 ton de pescado entero / día.
- Producción diaria = 3,300 cajas aproximadamente (envase de 140 g)
- Horas de trabajo = 8 horas
- Disponibilidad de cada especie y tipo en la tabla 12

TABLA 12
DISPONIBILIDAD EN LA CAMARA DE CONGELACIÓN PARA LA
SEGUNDA PRUEBA

Aleta amarilla	2 a 3	16.74
Aleta amarilla	3 a 4	15.737
Aleta amarilla	4 a 7	15.189
Aleta amarilla	(+) 7	9.305
Aleta amarilla	(+) 12	5.881
Aleta amarilla	(+) 20	11.301
Aleta amarilla	(+) 40	7.188
Aleta amarilla	(+) 60	4.827
Aleta amarilla	(+) 80	5.183
Aleta amarilla	(+) 100	1.271
Aleta amarilla	(+) 120	1.270
Aleta amarilla	(+) 140	1.236
Aleta amarilla	(+) 160	1.146
Aleta amarilla	(+) 180	1.269
Barrilete	2 a 3	19.041
Barrilete	3 a 4	13.849
Barrilete	4 a 7	11.113
Barrilete	(+) 7	8.658
Barrilete	(+) 12	10.54
Ojo grande	2 a 3	15.379
Ojo grande	3 a 4	13.425
Ojo grande	4 a 7	13.236
Ojo grande	(+) 7	11.615
Ojo grande	(+) 12	6.474
Ojo grande	(+) 20	7.485
Ojo grande	(+) 40	6.017
Ojo grande	(+) 60	7.301
Ojo grande	(+) 80	8.211
Ojo grande	(+) 100	6.51
Ojo grande	(+) 120	4.275
Ojo grande	(+) 140	6.458
Ojo grande	(+) 160	4.474
Ojo grande	(+) 180	5.635



CIB-ESPOL

Para hacer funcionar el programa se lo hará como en el caso anterior, con la variante de que la resolución por especie se lo hará en el siguiente orden:

- Lunes: Ojo grande, barrilete y aleta amarilla.
- Martes: Ojo grande.
- Miércoles: Ojo grande, aleta amarilla.
- Jueves: Aleta amarilla.
- Viernes: Ojo grande, barrilete y aleta amarilla.



CIB-ESPOL

TABLA 13
RESULTADOS DE LA SEGUNDA PRUEBA

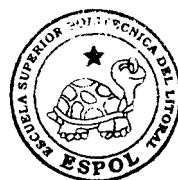
36,391.37	35,310.85	37,684.29	38,102.34	38,150.59
11.02	10.7	11.4	11.55	11.56
36,491.83	35,364.62	37,924.88	38,255.34	38,197.33
11.03	10.7	11.43	11.55	11.56
3,308.41614	3,305.10467	3,318.01225	3,312.15065	3,304.2673

Como se observa en la tabla 13, los costos reales se mantienen casi constantes, esto se debe a que el modelo matemático dispone de mayor cantidad de pescado barato, y las combinaciones de estos con los más caros permitió una uniformidad durante la semana.

Planteamiento del tercer caso:

Para este caso, además de modificar las disponibilidades, también se alternará la cantidad de cajas para la planificación de la producción diaria, para observar los cambios que se puedan producir en el costo por caja durante la semana.

- Capacidad de la cámara de congelación = 350 cubas de pescado
- Obreros de limpieza de pescado precocinado disponibles = 280 máximo.
- Capacidad de producción = 80 ton de pescado entero / día.
- Producción diaria = 3,300 – 5,000 cajas aproximadamente (envase de 140 g)
- Horas de trabajo = 8 horas
- Disponibilidad de cada especie y tipo en la tabla 14



CIB-ESPOL

TABLA 14
DISPONIBILIDAD EN LA CAMARA DE CONGELACIÓN PARA LA
TERCERA PRUEBA

Aleta amarilla	2 a 3	27.308
Aleta amarilla	3 a 4	12.738
Aleta amarilla	4 a 7	18.347
Aleta amarilla	(+) 7	9,801
Aleta amarilla	(+) 12	1.574
Aleta amarilla	(+) 20	10.953
Aleta amarilla	(+) 40	6.804
Aleta amarilla	(+) 60	11.458
Aleta amarilla	(+) 80	6.75
Aleta amarilla	(+) 100	6.291
Aleta amarilla	(+) 120	5.004
Aleta amarilla	(+) 140	5.181
Aleta amarilla	(+) 160	5.308
Aleta amarilla	(+) 180	10.2
Barrilete	2 a 3	37.452
Barrilete	3 a 4	33.639
Barrilete	4 a 7	26.582
Barrilete	(+) 7	26.281
Barrilete	(+) 12	13.894
Ojo grande	2 a 3	11.496
Ojo grande	3 a 4	12.86
Ojo grande	4 a 7	12.707
Ojo grande	(+) 7	13.492
Ojo grande	(+) 12	11.32
Ojo grande	(+) 20	12.723
Ojo grande	(+) 40	13.127
Ojo grande	(+) 60	13.782
Ojo grande	(+) 80	8.853
Ojo grande	(+) 100	11.008
Ojo grande	(+) 120	7.744
Ojo grande	(+) 140	8.355
Ojo grande	(+) 160	5.062
Ojo grande	(+) 180	12.192

Para hacer funcionar el programa se llevará el siguiente orden:

- Lunes: 5,000 cajas de aleta amarilla.
- Martes: 5,000 cajas de ojo grande.
- Miércoles: 3,300 cajas de ojo grande, barrilete y aleta amarilla.
- Jueves: 4,000 cajas de aleta amarilla.
- Viernes: 4,000 cajas de ojo grande y barrilete.

TABLA 15
RESULTADOS DE LA TERCERA PRUEBA

58,472.88	57,021.57	37,093.28	48,893.91	46,524.88
11.69	11.4	11.24	12.22	11.6
58,483.54	57,729.80	37,095.51	49,080.40	46,965.23
11.7	11.41	11.24	12.23	11.67
5,001	5,058	3,300.15	4,012	4,023.25

Como se observa en la tabla 15, el costo real por caja se mantiene casi uniforme, ratificando de esta manera la uniformidad de los costos en cualquier proporción de producción.



CIB-ESPOL

3.4 Análisis de datos estadísticos de la distribución anual de las capturas.

El presente estudio se basa en datos obtenidos de las descargas de atún capturados, registrados en el OPO para el Ecuador desde el año 2000 hasta el año 2002, con el fin de establecer en que meses del año es conveniente producir más a un menor costo, al encontrar algún valor referencial que sirva como estándar para planificar las producciones anuales; a continuación se detallan las descargas realizadas por año y por mes.

Capturas en el año 2000

En este año las capturas alcanzaron un valor de 175,807 ton, que resultó de la suma de las capturas de todos los meses de ese año detallados en la siguiente tabla:

TABLA 16
DESCARGAS DE ATUNES CAPTURADOS EN EL AÑO DE 2000



2,403	22.08	6,634	60.96	1,845	16.95
6,703		10,564	52.67	2,789	13.91
3,203	19.75	10,453	64.45	2,564	15.81
4,879	22.10	14,769	66.89	2,431	11.01
2,704	14.24	14,324		1,956	10.30
3,876	23.39	10,349	62.45	2,346	14.16
2,482	16.70	9,731	65.48	2,649	17.82
4,109	31.77	6,969	53.89	1,855	14.34
1,364	12.72	6,704	62.53	2,654	
2,843	24.27	6,493	55.42	2,379	20.31
2,505	23.24	6,577	61.01	1,699	15.76
3,768	37.67	4,536	45.35	1,698	16.98

-ESPOL

Como se observa en la tabla 16, los meses de mayores descargas en el año para cada especie en ton fueron: el primero y el último cuatrimestre para la aleta amarilla (25% aproximadamente), el primero y el segundo cuatrimestre para el barrilete (65% aproximadamente) y los dos últimos cuatrimestres para el ojo grande (15% aproximadamente).

Capturas en el año 2001

En este año las capturas alcanzaron un valor de 139,149 ton, que resultó de la suma de las capturas de todos los meses de ese año detallados en la siguiente tabla:

TABLA 17

DESCARGAS DE ATUNES CAPTURADOS EN EL AÑO 2001

7,737	44.12	7,489	42.70	2,311	13.18
10,845		3,506	23.42	622	4.15
7,088	36.54	9,218	47.52	3,093	15.94
3,805	31.86	6,388	53.48	1,751	14.66
4,790	32.58	7,203	48.99	2,711	18.44
1,398	20.31	3,679	53.45	1,806	
2,794	29.61	4,795	50.82	1,847	19.57
1,648	21.47	4,300	56.02	1,728	22.51
2,071	23.33	5,380		1,426	16.06
1,967	17.98	6,191	56.58	2,784	25.44
2,356	25.65	5,215	56.78	1,613	17.56
4,235	55.77	2,114	27.84	1,245	16.39

Como se observa en la tabla 17, ese año fue inusual, ya que la captura y descarga del barrilete bajo en un 15%, esto provocó que porcentualmente el primer cuatrimestre sea altamente favorable para la aleta amarilla versus el barrilete, sin embargo, la situación del año anterior se siguió conservando, es decir, el primero y el último cuatrimestre fueron los más altos para la aleta amarilla.

Capturas en el año 2002

En este año las capturas alcanzaron un valor de 133,383 ton, que resultó de la suma de las capturas de todos los meses de este año detallados en la siguiente tabla:



TABLA 18

DESCARGAS DE ATUNES CAPTURADOS EN EL AÑO 2002 **CIB-ESPOL**

2,707	25.78	6,566	62.53	1,227	11.69
5,752		5,745	43.17	1,812	13.61
2,778	19.47	9,845	68.99	1,648	11.55
1,630	13.47	9,570		903	7.46
2,012	17.95	7,898	70.44	1,302	11.61
1,856	17.98	6,273	60.78	2,192	21.24
2,561	24.53	5,653	54.14	2,228	21.34
2,850	29.09	5,072	51.78	1,874	19.13
2,279	19.95	6,665	58.36	2,477	
2,724	24.74	6,512	59.14	1,776	16.13
2,750	26.86	5,590	54.60	1,899	18.55
1,013	13.31	5,342	70.22	1,253	16.47

Como se observa en la tabla 18, se continúa con la distribución anual de captura y descarga de la especie aleta amarilla, es decir, el primero y el último cuatrimestres fluctúan en un 25%; en el barrilete este año se normalizó la captura y descarga, siendo los dos primeros cuatrimestres los más altos, en alrededor de un 60%; y el ojo grande se estableció con mas alto porcentaje en los dos últimos cuatrimestres en un 15% aproximadamente.



CIB-ESPOL

Análisis

Realizando el análisis estadístico, observamos que las descargas de cada especie de atún capturado van a depender estacionalmente de ciertos conjuntos de meses en el año , es decir que de acuerdo al agrupamiento que se le de a los meses, la captura de cada especie de atún presentará un comportamiento que se reflejaría en los años siguientes; en el agrupamiento realizado, la tendencia mensual al año quedaría así:

- Primer cuatrimestre: aleta amarilla = 25%; barrilete = 65%; ojo grande = 10%.
- Segundo cuatrimestre: aleta amarilla = 20%; barrilete = 65%; ojo grande = 15%.

- Tercer cuatrimestre: aleta amarilla = 25%; barrilete = 60%; ojo grande = 15%.

Otro punto representativo es el porcentaje anual que se obtiene de cada especie de atún, debido a su tendencia, con un pequeño valor aberrante que se da en el año 2001, y que sin embargo lo tomamos en cuenta para determinar con que porcentaje se dispone cada especie de atún al año, los cuales quedan así:

- Aleta amarilla: 20 - 25%
- Barrilete: 60 - 65%
- Ojo grande: 10 - 15%

3.4.1 Pruebas del programa en la producción anual.

La planificación anual de la producción es necesaria en muchas empresas, debido a que esta servirá como meta y marcará un estándar durante la producción diaria, semanal y mensual, ya sea en servicios o en números de productos; en este caso será para un número de cajas que se prevé que una empresa procesadora de enlatados de atún debería de obtener en un presente año debido a estudios económicos ya sean de regresión lineal o cualquier otra herramienta; con este número de cajas la empresa podrá planificar su producción

diaria, semanal y mensual, a sabiendas que se establecerá en que meses se debería trabajar a grandes cantidades de cajas.

Para ejecutar el programa se propone el siguiente caso para una empresa procesadora de atún enlatado:

- Capacidad en la cámara de congelación: 1,500 ton de pescado, cuyo contenido general se detallan en las tablas 19, 20, y 21.
- Cajas de enlatados planificados para el presente año: 252,000 cajas, es decir, 84,000 cajas por cuatrimestre (1,350 cajas al día).
- Capacidad de producción por cuatrimestre: 90,000 cajas.
- Capacidad mínima de producción por cuatrimestre: 78,000 cajas.
- Obreros de limpieza de pescado precocido diarios disponibles: 120
- Jornada laboral: 8 horas.



CIB-ESPOL

TABLA 19
DISPONIBILIDAD EN LA CAMARA DE CONGELACIÓN PARA EL
PRIMER CUATRIMESTRE

Aleta amarilla	2 a 3	26.79
Aleta amarilla	3 a 4	26.79
Aleta amarilla	4 a 7	26.79
Aleta amarilla	(+) 7	26.79
Aleta amarilla	(+) 12	26.79
Aleta amarilla	(+) 20	26.79
Aleta amarilla	(+) 40	26.79
Aleta amarilla	(+) 60	26.79
Aleta amarilla	(+) 80	26.79
Aleta amarilla	(+) 100	26.79
Aleta amarilla	(+) 120	26.79
Aleta amarilla	(+) 140	26.79
Aleta amarilla	(+) 160	26.79
Aleta amarilla	(+) 180	26.79
Barrilete	2 a 3	195
Barrilete	3 a 4	195
Barrilete	4 a 7	195
Barrilete	(+) 7	195
Barrilete	(+) 12	195
Ojo grande	2 a 3	10.71
Ojo grande	3 a 4	10.71
Ojo grande	4 a 7	10.71
Ojo grande	(+) 7	10.71
Ojo grande	(+) 12	10.71
Ojo grande	(+) 20	10.71
Ojo grande	(+) 40	10.71
Ojo grande	(+) 60	10.71
Ojo grande	(+) 80	10.71
Ojo grande	(+) 100	10.71
Ojo grande	(+) 120	10.71
Ojo grande	(+) 140	10.71
Ojo grande	(+) 160	10.71
Ojo grande	(+) 180	10.71

TABLA 20
DISPONIBILIDAD EN LA CAMARA DE CONGELACIÓN PARA EL
SEGUNDO CUATRIMESTRE

Aleta amarilla	2 a 3	21.43
Aleta amarilla	3 a 4	21.43
Aleta amarilla	4 a 7	21.43
Aleta amarilla	(+) 7	21.43
Aleta amarilla	(+) 12	21.43
Aleta amarilla	(+) 20	21.43
Aleta amarilla	(+) 40	21.43
Aleta amarilla	(+) 60	21.43
Aleta amarilla	(+) 80	21.43
Aleta amarilla	(+) 100	21.43
Aleta amarilla	(+) 120	21.43
Aleta amarilla	(+) 140	21.43
Aleta amarilla	(+) 160	21.43
Aleta amarilla	(+) 180	21.43
Barrilete		
Barrilete	2 a 3	195
Barrilete	3 a 4	195
Barrilete	4 a 7	195
Barrilete	(+) 7	195
Barrilete	(+) 12	195
Ojo grande		
Ojo grande	2 a 3	16.07
Ojo grande	3 a 4	16.07
Ojo grande	4 a 7	16.07
Ojo grande	(+) 7	16.07
Ojo grande	(+) 12	16.07
Ojo grande	(+) 20	16.07
Ojo grande	(+) 40	16.07
Ojo grande	(+) 60	16.07
Ojo grande	(+) 80	16.07
Ojo grande	(+) 100	16.07
Ojo grande	(+) 120	16.07
Ojo grande	(+) 140	16.07
Ojo grande	(+) 160	16.07
Ojo grande	(+) 180	16.07

TABLA 21
DISPONIBILIDAD EN LA CAMARA DE CONGELACIÓN PARA EL
TERCER CUATRIMESTRE

Aleta amarilla	2 a 3	26.79
Aleta amarilla	3 a 4	26.79
Aleta amarilla	4 a 7	26.79
Aleta amarilla	(+) 7	26.79
Aleta amarilla	(+) 12	26.79
Aleta amarilla	(+) 20	26.79
Aleta amarilla	(+) 40	26.79
Aleta amarilla	(+) 60	26.79
Aleta amarilla	(+) 80	26.79
Aleta amarilla	(+) 100	26.79
Aleta amarilla	(+) 120	26.79
Aleta amarilla	(+) 140	26.79
Aleta amarilla	(+) 160	26.79
Aleta amarilla	(+) 180	26.79
Barrilete		
Barrilete	2 a 3	180
Barrilete	3 a 4	180
Barrilete	4 a 7	180
Barrilete	(+) 7	180
Barrilete	(+) 12	180
Ojo grande		
Ojo grande	2 a 3	16.07
Ojo grande	3 a 4	16.07
Ojo grande	4 a 7	16.07
Ojo grande	(+) 7	16.07
Ojo grande	(+) 12	16.07
Ojo grande	(+) 20	16.07
Ojo grande	(+) 40	16.07
Ojo grande	(+) 60	16.07
Ojo grande	(+) 80	16.07
Ojo grande	(+) 100	16.07
Ojo grande	(+) 120	16.07
Ojo grande	(+) 140	16.07
Ojo grande	(+) 160	16.07
Ojo grande	(+) 180	16.07



CIB-ESPOL

La resolución de estas tablas se las realiza sólo usando el método matemático simplex, debido a que en esta ocasión el resultado teórico es el que nos interesa por ser una proyección, y debido a que el método del árbol sólo funciona si los datos de disponibilidad de pescado con sus cubas se encuentran registrados en la base de datos, esto no ocurre debido a que los datos disponibilidad de pescados asumidos son ingresados directamente. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

TABLA 22

RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DE LA PRODUCCIÓN ANUAL

84,000	84,000	84,000
965,862.54	958,583.66	962,868.62
11.5	11.4	11.46

Como se observa en la tabla 22, el segundo cuatrimestre (mayo, junio, julio y agosto) es el de menor costo, debido a que en estos meses la presencia de la especie aleta amarilla que es la más costosa disminuye su disponibilidad, por lo que podríamos acotar que estos meses se debería de aumentar la producción de enlatados de atún.



3.5 Validación del modelo automatizado.

Para comprobar si el programa nos da un resultado valedero, se comparará el resultado teórico (método simplex) del programa versus el resultado que se de al ejecutarlo en el macro "solver" de Microsoft excel; y para comprobar que el método del árbol está funcionando se comprobará que la combinación de cubas sean las correctas en la base de datos "acces".

Comprobación del método simplex.

Para comprobar el correcto funcionamiento de esta herramienta matemática en el programa, se planteará un caso y será resuelto tanto en el programa como en el macro "solver".

A continuación se detalla un caso para ser desarrollado:

- Número de cajas a procesar: 3,000 (20.16 ton)
- Capacidad máxima de producción de la planta: 50 ton
- Número de obreros de limpieza de pescado disponibles: 200
- Horas de trabajo: 8

En el anexo H se detallan todos los parámetros (disponibilidad de pescado, rendimientos, capacidades, tiempo-obrero, costos) los cuales serán resueltos en "solver" y en el programa para comprobar su correcto funcionamiento.

Una vez resuelto el caso en ambas aplicaciones, obtenemos los siguientes resultados:



CIB-ESPOL

TABLA 23

RESULTADOS AL EJECUTAR EL CASO PROPUESTO EN SOLVER

Microsoft Excel 9.0 Informe de respuestas			
Hoja de cálculo: [validación del programa.xls]resolución			
Informe creado: 17/05/03 09:43:33 p.m.			
Celda objetivo (Mínimo)			
Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$O\$5	Función Objetivo	9450	33,314.02
Celdas cambiantes			
Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$4	Ojo grande 2-3	1	2.184
\$C\$4	Ojo grande 3-4	1	4.241
\$D\$4	Ojo grande 4-7	1	3.324
\$E\$4	Ojo grande +7	1	0.934
\$F\$4	Ojo grande +20	1	3.444
\$G\$4	Ojo grande +40	1	0.96
\$H\$4	Ojo grande +60	1	1.043
\$I\$4	Ojo grande +100	1	5.488
\$J\$4	Barrilete 2-3	1	4.985
\$K\$4	Barrilete 3-4	1	8.294
\$L\$4	Barrilete 4-7	1	9.27502381
\$M\$4	Barrilete +7	1	2.169
\$N\$4	Barrilete +12	1	1.01

Como se puede apreciar en la tabla 23, el valor final, que son los US\$ que costaría obtener esa producción es de US\$ 33,314.02.



CIB-ESPOL

TABLA 24
RESULTADOS AL EJECUTAR EL CASO PROPUESTO EN EL
PROGRAMA

Resultados de Proyección			
Teóricos			
Ojo Grande	2-3	2.184	764.4
Ojo Grande	3-4	4.241	2,756.65
Ojo Grande	4-7	3.324	2,493.
Ojo Grande	+7	0.934	747.2
Ojo Grande	+20	3.444	2,927.4
Ojo Grande	+40	0.96	816.
Ojo Grande	+60	1.043	886.55
Ojo Grande	+100	5.488	4,664.8
Barilete	2-3	4.985	1,744.75
TOTALES		47.351	33,314.02
Costo por caja			11.105

Aceptar



CIB-ESPOL

Como se demuestra en la tabla 24, el costo de la producción es de US\$ 33,314.02 , el cual es exactamente el mismo al de la tabla 23, al igual que las especies usadas con sus respectivos pesos en ton.

Comprobación del método del árbol.

Para comprobar este método se realizará un caso corto, para que de esta manera mostrar el contenido de la base de datos, para demostrar que el programa esta seleccionando las cubas correctas; a

continuación se muestra el contenido de la base de datos para las fechas de entre el 15 de abril del 2003 y el 20 de abril del 2003:

TABLA 25

CONTENIDO EN LA BASE DE DATOS DESDE EL 15/04/03 HASTA EL 20/04/03

atun	numero_cuba	peso	fecha ingreso	costo carga
sj02	709	1.260	15-Abr-03	819.00
sj02	710	1.262	15-Abr-03	820.30
sj02	716	1.232	15-Abr-03	800.80
sj02	715	1.140	15-Abr-03	741.00
sj01	718	1.259	15-Abr-03	440.65
sj02	719	1.137	15-Abr-03	739.05
sj01	728	1.230	15-Abr-03	430.50
sj01	732	1.238	15-Abr-03	433.30
sj02	736	1.116	15-Abr-03	725.40
yf01	763	1.243	15-Abr-03	435.05
yf02	777	1.228	15-Abr-03	798.20
yf03	785	1.150	15-Abr-03	920.00
yf04	803	1.254	15-Abr-03	1,097.25
yf04	804	1.245	15-Abr-03	1,089.38
yf05	821	1.114	15-Abr-03	974.75
yf07	827	1.050	15-Abr-03	1,023.75
yf07	828	1.230	15-Abr-03	1,199.25
yf06	829	1.115	15-Abr-03	1,179.67
be01	48	0.951	20-Abr-03	332.85
be02	52	1.052	20-Abr-03	683.80
sj03	149	1.040	20-Abr-03	832.00
si03	150	0.944	20-Abr-03	755.20

Registro: 23 de 931

Como se observa en la tabla 25, el registro de especies de pescados abarca las tres especies con distintas disponibilidades; por efectos de la demostración se escogerá la especie aleta amarilla para el siguiente caso:

- Cajas a producir: 500 (3.36 ton)
- Capacidad de producción de la planta: 12 ton



CIB-ESPOL

- Número de obreros de limpieza de pescado disponibles: 50
- Horas de trabajo: 8

Ejecutando el programa, se dan los siguientes resultados:

TABLA 26
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LA APLICACIÓN DEL
MÉTODO DEL ÁRBOL

Resultados de Producción			
Teóricos		Reales	
Aleta Amarilla	2-3	1.243	435.05
Aleta Amarilla	3-4	1.228	798.2
Aleta Amarilla	4-7	1.15	920.
Aleta Amarilla	+7	2.499	2,186.625
Aleta Amarilla	+12	1.114	974.75
Aleta Amarilla	+40	0.575979	561.58
TOTALES		7.81	5,876.205
Costo por caja			11.752
Aleta Amarilla	2-3	1.243	435.05
Aleta Amarilla	3-4	1.228	798.2
Aleta Amarilla	4-7	1.15	920.
Aleta Amarilla	+7	2.499	2,186.63
Aleta Amarilla	+12	1.114	974.75
Aleta Amarilla	+40	1.05	1,023.75
TOTALES		8.284	6,338.38
Costo por caja			11.872
		# de caja reales	533.8586
Aceptar			



CIB-ESPOL

Como se observa en la tabla 26, sólo en el tipo +40 hay una diferencia de resultados, es decir que las cubas más próximas a el valor teórico dan ese resultado en peso (ton) y costo (US\$). Ahora para demostrar que el programa escogió las cubas mostradas en la

tabla 25, se publica la siguiente tabla de resultados de combinación de cubas.

TABLA 27

INFORME DE RESULTADOS DE COMBINACIÓN DE CUBAS

Informe	Especie	Tipo	Peso con Cuba	Cuba	Peso Actua
	Aleta Amarilla	2-3	1.663	763	
	Aleta Amarilla	3-4	1.652	777	
	Aleta Amarilla	4-7	1.573	785	
	Aleta Amarilla	+7	1.673	804	
	Aleta Amarilla	+7	1.683	803	
	Aleta Amarilla	+12	1.538	821	
	Aleta Amarilla	+40	1.473	827	

[Imprimir]

Como se puede observar en la tabla 27, los códigos de las cubas corresponden exactamente a los detallados en la base de datos de la tabla 25, demostrando de esta manera que el método del árbol localiza las cubas que más se aproximen en peso de pescado al resultado real.



CIB-ESPOL

3.6 Análisis de resultados.

Para partir de un valor referente, el trabajo se basó en los datos de la empresa que presto su información para la elaboración de esta tesis,

como por ejemplo el costo por caja ($\frac{US\$}{caja}$) que en esta empresa era

de $13.5 \frac{US\$}{caja}$, es decir este valor se lo puede considerar como el

estándar de la producción, y nos sirve como referente para saber si el programa esta cumpliendo con su objetivo de minimizar los costos.

En la tabla 11 (resultados de la primera prueba) se observa que durante los tres primeros días de la semana el costo por caja es casi uniforme, a excepción de los dos últimos días donde el costo por caja se eleva, esto se debe a que las especies de pescado más caros fueron desplazados para los últimos días, debido a que el caso planteado sólo disponía de pescado suficiente para trabajar esa semana, obviando que las empresas están constantemente abasteciéndose, sin embargo, a pesar de esto el ahorro que representa basándonos en el estándar queda así:

TABLA 28

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LA TABLA 11



CIB-ESPOL

2.3	2.31	1.9	0.5	0.34
7,590	7,623	6,270	1,650	1,122

Como se puede observar en la tabla 28, al restar el valor estandar de costo por caja para los obtenidos en la tabla 11, podemos obtener el ahorro por cada caja, que al ser multiplicada por las cajas procesadas en ese día (3,300), nos da el ahorro en US\$ para cada día.

En la tabla 13 (resultados de la segunda prueba), los resultados de $\frac{US\$}{caja}$ se mantiene prácticamente constantes, esto se debe a que la disponibilidad de las especies de pescados es grande, es decir, siempre el programa va a encontrar muchas opciones para elegir, y eso produce que la combinación de pescados sea más efectiva.

En la tabla 15 (resultados de la tercera prueba), los resultados de $\frac{US\$}{caja}$ se mantienen casi constantes, y lo interesante de este caso es

que durante esa semana de trabajo se laboró con distintas ordenes de producción, es decir variando la cantidad de cajas a producir y aún así se el valor de costo por caja siguió siendo inferior al estándar.

En la tabla 22 (resultados de los cálculos de la producción anual), se muestran tres resultados de costo por caja, está proyección podría facilitar a las empresas a tomar decisiones sobre volúmenes; los valores detallados en la tabla 22 demuestran que el primer cuatrimestre es el que produciría mayor costo por caja ($11.5 \frac{US\$}{caja}$), y

el segundo cuatrimestre sería el de menor costo ($11.4 \frac{US\$}{caja}$), para ejemplificar el uso de estos resultados nos basaremos en el caso de proyección anual de la tabla 22, es decir con una planta que tiene una capacidad de producción de 90,000 de cajas, si aumentamos en 6,000 cajas la producción del segundo cuatrimestre, y a su vez la reducimos esa misma cantidad al primer cuatrimestre, quedando así:

TABLA 29
USO DE LOS CÁLCULOS DE PROYECCIÓN ANUAL

	78,000	90,000	84,000
	897,000.00	1,026,000.00	962,640.00

Como observamos en la tabla 29, el costo total de producción en el año sería US\$ 2'885,640, a diferencia del total que se obtiene de la tabla 22 que es de US\$ 2'887,314.82, es decir que se lograría un ahorro de US\$ 1,674.82, muy aparte de lo que significó hallar los valores de la tabla 22 por medio del método simplex, donde ya se manifiesta una selección de pescados para producir un ahorro de dinero.



CIB-ESPOL

CAPÍTULO 4



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. Los resultados han demostrado matemáticamente, que se puede reducir el costo por caja de lomitos de atún.
2. Con los datos proporcionados de la empresa que colaboró, se pudo reducir su costo actual de $13.5 \frac{US\$}{caja}$ a un promedio de $11.5 \frac{US\$}{caja}$, es decir que se logró un ahorro de $2 \frac{US\$}{caja}$, lo que equivale a un 14.8 % de ahorro.
3. La proyección de una producción anual, dependerá de los datos promedios de captura de las diferentes especies, que al cambiar producirán variaciones en la disponibilidad y costo del atún.
4. El modelo matemático se obtiene de acuerdo a cada empresa, es decir, que las restricciones, disponibilidades, capacidades de

producción, que conforman el modelo matemático, variarán de una empresa a otra.

5. Para que los resultados del programa sean los más reales posibles, se debe de cuidar que los valores como rendimientos, tiempos de limpieza de pescado precocido, el control del peso de llenado de los envases, se conserven constantes tal cual fueron almacenados en la base de datos.
6. Los resultados que muestra el programa, no aseguran que se va a obtener exactamente el número de cajas planificadas, pero sí se acercará bastante a este valor.
7. El programa esta diseñado para empresas enlatadoras de lomitos de atún que cuentan con cámaras de congelación para pescado entero.
8. Las ventanas del programa de computación están diseñadas de manera general para cualquier empresa enlatadora de atún.
9. Los valores contenidos en la base de datos “acces” pertenecen a una empresa que colaboró con nosotros , para que el programa le sirva a otra , se debe de elaborar su propia base de datos.



CIB-ESPOL

Recomendaciones:

1. Dada la bondad del programa (software), se recomienda su uso por parte de las empresas procesadoras de enlatados de atún.
2. Para obtener un modelo matemático de minimización de costos de materia prima de enlatados de atún, se deberán obtener datos propios y relevantes de cada empresa, como son: los costos de pescados enteros, rendimientos de pescados, tiempo de limpieza de pescado precocido y disponibilidades de pescado.
3. Se deberá contar con sistema de distribución de cubas en la cámara de congelación, que permita ubicar de manera rápida las cubas seleccionadas en los resultados del programa.
4. Es necesario instalar un contador de envases después de la máquina selladora a fin de cuantificar la producción diaria de cada línea.
5. Se deberá actualizar la base de datos cada vez que ocurra un cambio dentro en la productividad.

A N E X O S



CIB-ESPOL

ANEXO A1

Exportaciones Privadas, Principales Productos Exportados (miles de dólares)

PRODUCTOS	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	PERIODO
Banano	719,630	683,376	567,580	708,369	855,733	964,096	1,311,646	1,058,690	945,511	809,545	8,624,177
Camarón	491,388	542,424	470,630	590,927	673,494	631,469	883,982	877,282	507,137	285,454	6,014,160
Enlatados de pescado	28,942	43,478	73,910	102,789	118,394	150,601	181,873	253,878	262,861	231,664	1,448,388
Café lavado	84,557	61,455	88,929	365,709	185,317	129,471	91,739	71,660	56,897	22,219	1,157,953
Flores Naturales	19,247	29,936	39,575	59,164	84,326	104,804	131,010	161,962	180,400	194,650	1,005,074
Cacao	53,634	35,590	48,389	66,480	82,117	91,035	59,647	18,957	63,931	36,125	557,909
Vehículos y sus partes	1,537	6,011	53,579	72,518	63,703	53,904	82,245	63,248	27,232	67,265	491,243
Oro	-	20,178	61,135	70,174	95,948	127,524	64,928	14,307	17,931	7,321	479,448
Elaborados de cacao	59,136	39,298	34,909	35,341	50,859	72,545	72,104	28,142	42,415	39,232	473,981

Fuente: Base Estadística del Banco Central del Ecuador



ANEXO A2
Exportaciones Totales, Principales Productos Exportados (miles de dólares)

PRODUCTOS	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Periodo
Petróleo crudo	1,058,594	1,259,596	1,152,144	1,185,033	1,395,480	1,520,815	1,411,577	788,974	1,312,311	2,144,009	13,228,533
Banano	719,630	683,376	567,580	708,369	855,731	964,096	1,311,646	1,058,690	945,511	809,545	8,607,137
Camaron	491,388	542,424	470,630	550,921	673,494	631,469	885,982	872,282	607,137	285,434	6,011,160
Derivados de petróleo	93,125	85,730	104,509	119,791	133,457	227,859	145,689	133,970	167,371	298,415	1,510,970
Enlatados de pescado	28,942	43,478	73,910	102,789	118,394	150,601	181,873	253,878	262,861	231,664	1,448,388
Café lavada	84,557	61,455	88,929	105,209	126,217	129,471	91,739	71,860	95,897	22,219	1,157,953
Flores Naturales	19,247	29,936	39,575	59,164	84,326	104,804	131,010	161,962	180,400	194,650	1,005,074
Cacao	53,634	35,500	40,000	40,000	50,000	91,035	59,647	18,957	63,931	58,129	577,909
Vehículos y sus partes	1,537	6,011	53,579	72,518	63,703	53,904	82,245	63,248	27,232	67,265	491,243
Oro	-	20,178	61,635	100,000	100,000	127,824	64,928	14,307	17,951	7,722	777,222
Elaborados de cacao	59,136	39,298	34,909	35,341	50,859	72,545	72,104	28,142	42,415	39,232	473,981

Fuente: Base Estadística del Banco Central del Ecuador



CIB-ESPOL

ANEXO B

Especies y pesos de pescados para elaborar lomitos enlatados.

Especie	Tipo (libras)	Rendimiento	$\frac{\text{Cajas}}{\text{ton}}$	Costo: $\frac{\text{US\$}}{\text{TON}}$
Ye	2-3	38	66.538	350
Ye	3-4	40	70.04	650
Ye	4-7	42	73.542	800
Ye	+7	45	78.795	875
Ye	+12	46	80.546	875
Ye	+20	47	82.297	1058
Ye	+40	48	84.048	975
Ye	+60	48	84.048	975
Ye	+80	49	85.799	975
Ye	+100	49	85.799	975
Ye	+120	49	85.799	975
Ye	+140	49	85.799	975
Ye	+160	49	85.799	975
Ye	+180	49	85.799	975
Sj	2-3	38	66.538	350
Sj	3-4	40	70.04	650
Sj	4-7	42	73.542	800
Sj	+7	45	78.795	850
Sj	+12	46	80.546	850
Be	2-3	38	66.538	350
Be	3-4	40	70.04	650
Be	4-7	42	73.542	750
Be	+7	45	78.795	800
Be	+12	46	80.546	850
Be	+20	47	82.297	850
Be	+40	48	84.048	850
Be	+60	48	84.048	850
Be	+80	49	85.799	850
Be	+100	49	85.799	850
Be	+120	49	85.799	850
Be	+140	49	85.799	850
Be	+160	49	85.799	850
Be	+180	49	85.799	850

DATOS BASADOS EN UNA PLANTA PROCESADORA DE ATUN



CIB-ESPOL

ANEXO C

Registro de cubas

Número_cuba	Peso (Ton)
0	0.43
1	0.42
2	0.43
3	0.42
4	0.43
5	0.42
6	0.43
7	0.42
8	0.42
9	0.43
10	0.42
11	0.42
12	0.42
13	0.43
14	0.43
15	0.42
16	0.42
17	0.43
18	0.43
19	0.43
20	0.43
21	0.43
22	0.43
23	0.42
24	0.42
25	0.42
26	0.43
27	0.42
28	0.43
29	0.42
30	0.43
31	0.43
32	0.42
33	0.42
34	0.42
35	0.43
36	0.43
37	0.42
38	0.43
39	0.43
40	0.42
41	0.43
42	0.43



CIB-ESPOL

ANEXO D

Factor de tiempo-obrero por especie y tipo de pescado

Especie	Tipo (lb)	Tipo (ton) 10 ⁻³	Media del tipo (en ton) 10 ⁻³	1 hora / # de pescados limpiados	Factor de tiempo <i>columna5</i> <i>columna4</i>
Ye	2 - 3	9.1 - 1.36	1.14	1 / 18	48.73
Ye	3 - 4	1.36 - 1.82	1.59	1 / 16	39.31
Ye	4 - 7	1.82 - 3.18	2.5	1 / 14	28.57
Ye	+7	+3.18	4.32	1 / 12	19.29
Ye	+12	+5.45	7.27	1 / 8	17.19
Ye	+20	+9.09	14	1 / 6	11.9
Ye	+40	+18	23	1 / 3	14.92
Ye	+60	+27	32	1 / 3	10.42
Ye	+80	+36	41	1 / 3	8.13
Ye	+100	+45	50	1 / 3	6.67
Ye	+120	+55	59	1 / 3	5.65
Ye	+140	+64	68	1 / 3	4.9
Ye	+160	+73	77	1 / 3	4.33
Ye	180 - 220	82 - 100	91	1 / 3	3.66
Sj	2 - 3	9.1 - 1.36	1.14	1 / 18	48.73
Sj	3 - 4	1.36 - 1.82	1.59	1 / 16	39.31
Sj	4 - 7	1.82 - 3.18	2.5	1 / 14	28.57
Sj	+7	+3.18	4.32	1 / 12	19.29
Sj	+12	+5.45	7.27	1 / 8	17.19
Be	2 - 3	9.1 - 1.36	1.14	1 / 18	48.73
Be	3 - 4	1.36 - 1.82	1.59	1 / 16	39.31
Be	4 - 7	1.82 - 3.18	2.5	1 / 14	28.57
Be	+7	+3.18	4.32	1 / 12	19.29
Be	+12	+5.45	7.27	1 / 8	17.19
Be	+20	+9.09	14	1 / 6	11.9
Be	+40	+18	23	1 / 3	14.92
Be	+60	+27	32	1 / 3	10.42
Be	+80	+36	41	1 / 3	8.13
Be	+100	+45	50	1 / 3	6.67
Be	+120	+55	59	1 / 3	5.65
Be	+140	+64	68	1 / 3	4.9
Be	+160	+73	77	1 / 3	4.33
Be	180-220	82 - 100	91	1 / 3	3.66

ANEXO E

Normas INEN para atún en conservas

INEN 184

1990-07

TABLA 1. Requisitos de las conservas envasadas de atún

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO	METODO DE ENSAYO
Masa escurrida	%			INEN 180
límite a)		75	85	
b)		65	80	
bonadito a)		75	85	
b)		65	80	
callado a)		65	80	
b)		68	80	
Retención en tamiz, de 19 mm para bonadito y de 13 mm para callado	%	80		ANEXO A
Nitrógeno básico volátil (expresado como amoníaco)	mg/100 g	-	50	INEN 182
Cloruros (expresado como NaCl)	%	-	2,5	INEN 181
pH		5,5	6,5	INEN 183
Arsénico	mg/kg		0,1	
Cobre	mg/kg		10	
Estano	mg/kg	-	100	
Mercurio	mg/kg	-	1	INEN 160
Promo	mg/kg		4	
Histaminas	mg/100 g		5	INEN 458
Vacío (presión atmosférica normalizada a 10 ⁵ Pa)	mPa	66,8	334	INEN 180
Espacio libre (por la capacidad del envase)	%		10	INEN 180

a) en aceite
b) en agua

INEN

INSTITUTO ECUATORIANO
DE NORMALIZACIÓN
BIBLIOTECA

6. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

6.1. Envase

6.1.1. Las formas y características de los envases deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma INEN 180.

(Continúa)



ANEXO G1

Algoritmo del método de búsqueda de árboles

Public Sub buscar_cubas(ByVal valor As Single, ByVal optimo As Single, ByVal inicio As Integer, ByVal fin As Integer)

```
if inicio = fin Then
    valor = valor + cubas_especie(inicio, 2)
    verifica_valor valor, optimo, inicio, fin
    valor = valor - cubas_especie(inicio, 2)
Else
    For i% = inicio To fin
        valor = valor + cubas_especie(i, 2)
        verifica_valor valor, optimo, i, fin
        valor = valor - cubas_especie(i, 2)
    Next i
End If
```

End Sub

Public Sub verifica_valor(x As Single, ByVal y As Single, ByVal ini As Integer, ByVal fin As Integer)

```
Dim porcentaje As Single
if x <= y Then
    porcentaje = 1 - x / y
    if 0 <= porcentaje And porcentaje <= 0.01 Then
        ingresa_cuba ini, x, porcentaje
    Else
        if ini < fin Then
            if cubas = "" Then
                cubas_temp = cubas
                cubas = cubas_especie(ini, 1)
            Else
                cubas_temp = cubas
                cubas = cubas & "," & cubas_especie(ini, 1)
            End If
            ini = ini + 1
            buscar_cubas x, y, ini, fin
        End If
    End If
Else
    porcentaje = x / y - 1
    if 0 < porcentaje And porcentaje <= 0.02 Then
        ingresa_cuba ini, x, porcentaje
    Else
        if ini < fin Then
            x = x - cubas_especie(ini, 2)
            ini = ini + 1
            buscar_cubas x, y, ini, fin
        End If
    End If
End If
'x = x - cubas_especie(ini, 2)
```

End Sub

ANEXO G2

Algoritmo de la ventana inicial.

```
Private Sub Form_Load()  
End Sub  
Private Sub MnCarga_Click FrmIngreso ()  
.Show  
End Sub  
Private Sub MnEspecie_Click()  
FrmEspecie.Show  
End Sub  
Private Sub MnEspeso_Click()  
FormEspeTipo.Show  
End Sub  
Private Sub MnLata_Click()  
FrmTipos.Show  
End Sub  
Private Sub MnPeso_Click()  
FormPeso.Show  
End Sub  
Private Sub MnProy_Click()  
frmProyeccion.Show  
End Sub  
Private Sub MnUnrestric_Click()  
FrmFill.Show  
End Sub
```



CIB-ESPOL

ANEXO G3

Algoritmo de la ventana de procesar por especie.

```
Private Sub ChkEspecie_Click(Index As Integer)
If ChkEspecie(Index).Value = 0 Then
IbIDisponible(Index) = ""
Else
If Index = 0 Then
IbIDisponible(Index) = disponible("be")
Else
If Index = 1 Then
IbIDisponible(Index) = disponible("sj")
Else
IbIDisponible(Index) = disponible("yf")
End If
End If
End If
End Sub
Function disponible(tpo As String) As Single
Dim busq As New ADODB.Recordset
Dim busqPath As String
• Dim nu As Single
fecha_inicio = Format(DTPicker1.Value, "mm/dd/yyyy")
fecha_fin = Format(DTPicker2.Value, "mm/dd/yyyy")
busqPath = "SELECT sum(peso) as total FROM ingreso_atun WHERE atun like '" + tpo + "%' AND
fecha_ingreso>=#" _
& fecha_inicio & "# AND fecha_ingreso<=#" & fecha_fin & "#"
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
If IsNull(busq!total) Then
disponible = 0
Else
disponible = busq!total
End If
j% = busq.RecordCount
busq.Close
End Function
Private Sub CmdSiguiente_Click()
For Index = 0 To 2
If ChkEspecie(Index).Value = 1 Then
If Index = 0 Then
toda_especie(Index + 1) = "be"
toda_especie(Index + 2) = "be"
toda_especie(Index + 3) = "be"
Else
If Index = 1 Then
toda_especie(Index + 1) = "sj"
toda_especie(Index + 2) = "sj"
If (toda_especie(Index) = "") Then
toda_especie(Index) = "sj"
End If
Else
toda_especie(Index + 1) = "yf"
If (toda_especie(Index - 1) = "") Then
toda_especie(Index - 1) = "yf"
End If
If (toda_especie(Index) = "") Then
toda_especie(Index) = "yf"
End If
End If
End If
End If
Next
modelo = 1
FrmFill.Show
Unload Me
End Sub
```

ANEXO G4

Algoritmo de la ventana de cajas a producir.

```
Private Sub CmbLata_Click()
If CmbLata.ListIndex <> 0 Then
busqPath = "SELECT llenado,cantidad FROM caja_lata WHERE tamaño=" + CmbLata.Text + ""
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
TxtFill = busq!llenado
latas_caja = busq!cantidad
busq.Close
End If
TxtCantidad.SetFocus
End Sub

Private Sub CmdProcesar_Click()
Dim i As Integer
'proceso2
' ReDim suma_cubas(1 To 1, 1 To 3)
' For i = 1 To UBound(resultados2)
'
' cubas = "": cont = 1
' For i% = 1 To UBound(especies)
' tipo = especies(1, i)
' busqPath = "SELECT numero_cuba,peso FROM ingreso_atun WHERE atun=" + tipo + " AND
fecha_ingreso>=#" _
' & fecha_inicio & "# AND fecha_ingreso<=#" & fecha_fin & "#"
' busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
'
' ReDim cubas_especie(1 To busq.RecordCount, 1 To 2)
'
' For j% = 1 To busq.RecordCount
' cubas_especie(j, 1) = busq!numero_cuba
' cubas_especie(j, 2) = busq!peso
' busq.MoveNext
' Next j
' busq.Close
' buscar_cubas 0, especies(2, i), 1, UBound(cubas_especie, 1)
" guarda_resultado menor, i
' Next i
rinde = CSng(IblSuma)
frmFabrica.Show
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdListar_Click()
FGLatas.Text = CmbLata.Text: FGLatas.col = 1
FGLatas.Text = TxtFill: FGLatas.col = 2
FGLatas.Text = TxtCantidad: FGLatas.col = 3
FGLatas.Text = Format(TxtCantidad * latas_caja * TxtFill / 1000000#, "#,###.###"): FGLatas.col = 0
If FGLatas.Rows - 1 <> FGLatas.Row Then
FGLatas.Row = FGLatas.Row + 1
End If
limpia_plantilla
suma_toneladas
End Sub

Private Sub suma_toneladas()
', x2 As Single, x3 As Single
Dim x(2) As Single, i As Integer
For i = 1 To 3
If FGLatas.TextMatrix(i, 3) = "" Then
x(i - 1) = 0
Else
x(i - 1) = CSng(FGLatas.TextMatrix(i, 3))
End If
Next i
IblSuma = x(0) + x(1) + x(2)
ton_total = IblSuma
End Sub
```



CIB-ESPOL

ANEXO G5

Algoritmo de la ventana de características de fábrica.

```
Private Sub cmdprocesa_Click()  
Call coloca_datos(toda_especie(), rinde, CSng(btkpcdd.Text), CSng(lbltmujer.Caption))  
pruebas.Show  
End Sub  
Private Sub btxthoras_Change()  
If bxtmujer = "" Then  
mujer = 0  
Else  
mujer = CSng(bxtmujer)  
End If  
If btxthoras = "" Then  
horas = 0  
Else  
horas = CSng(btxthoras)  
End If  
lbltmujer = mujer * horas  
End Sub  
Private Sub bxtmujer_Change()  
If bxtmujer = "" Then  
mujer = 0  
Else  
mujer = CSng(bxtmujer)  
End If  
If btxthoras = "" Then  
horas = 0  
Else  
horas = CSng(btxthoras)  
End If  
lbltmujer = mujer * horas  
End Sub
```

ANEXO G6

Algoritmo de la resolución del método simplex.

```
Private Sub cmdsgt_Click()
Dim columna As Integer
Dim fila As Single
Dim datos_fila() As Single
Dim noceros As Integer
Dim num_holguras As Integer
Dim pasada As Integer
Dim carga As Single
Dim costo_real As Single
Dim rinde As Single

' Dim tmp As Integer
'
' tmp = CSng(Text1)
pasada = 0
Unload Me
num_holguras = UBound(variables) - 1
•
Do
noceros = verifica_noceros(variables(), num_var)
If noceros > 0 And pasada = 0 Then
columna = columna_pivote(variables(), 1, num_var)
Else
columna = columna_pivote(variables(), 1, num_holguras)
pasada = 1
End If
' If Text1 = "" Then
' columna = tmp
' Else
' columna = CSng(Text1)
' End If
fila = fila_pivote(variables, columna)
Call divide_fila(variables, fila, columna)
Call pasar_datos(variables, datos_fila)
Call multi_suma(variables, columna, datos_fila())
txtmatriz.Text = ""
txtmatriz.Text = ver_matriz
pruebas.Show
If verifica_positivos(variables(), 1, num_holguras) = 0 Then
pasada = 1
End If
Loop While pasada = 0 Or verifica_positivos(variables(), 1, num_holguras)

Call recoge_resultado(variables(), num_var)

ReDim suma_cubas(1 To UBound(especies, 2))
For i% = 1 To UBound(suma_cubas)
ReDim suma_cubas(i).todas_cubas(1 To 1)
Next

'Este for sirve para buscar las cubas por cada especie
*****
For num_spcie = 1 To UBound(especies, 2)
tipo = especies(1, num_spcie)
n_pdr = 1
prcntg_const = 0.02
```



CIB-ESPOL


```
busqPath = "SELECT numero_cuba,peso,costo_carga FROM ingreso_atun WHERE
atun="" + tipo + "" AND fecha_ingreso>=#"
& fecha_inicio & ""# AND fecha_ingreso<=#" & fecha_fin & ""# order by peso asc"
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
```

```
ReDim cubas_especie(1 To busq.RecordCount, 1 To 3)
ReDim padres(1 To busq.RecordCount)
ReDim cubas(1 To busq.RecordCount)
```

```
For j% = 1 To busq.RecordCount
cubas_especie(j, 1) = busq!numero_cuba
cubas_especie(j, 2) = busq!peso
cubas_especie(j, 3) = busq!costo_carga
busq.MoveNext
Next j
```

```
busq.Close
```

```
Do
temp = 0
termino = 0
cqnt = 0
carga = 0
```

```
For j% = 1 To UBound(cubas)
carga = carga + cubas_especie(j, 2)
Next j
```

```
If especies(3, num_spcie) <= cubas_especie(1, 2) And especies(3, num_spcie) > 0 Then
Call ingresa_cuba(1, cubas_especie(1, 2), cubas_especie(1, 2) / especies(3, num_spcie) -
1)
Else
If Format(especies(3, num_spcie), "#.####") = Format(carga, "#.####") Then
Call ingresa_cuba(-1, especies(3, num_spcie), 0)
Else
Call buscar_cubas(0, especies(3, num_spcie), 1, UBound(cubas_especie, 1), 0)
End If
End If
```

```
prcntg_const = prcntg_const + 0.01
```

```
For i% = 1 To UBound(suma_cubas(num_spcie).todas_cubas)
For j% = 1 To UBound(cubas_especie, 1)
If suma_cubas(num_spcie).todas_cubas(i) = cubas_especie(j, 1) Then
suma_cubas(num_spcie).costo_total = suma_cubas(num_spcie).costo_total +
cubas_especie(j, 3)
End If
Next j
Next i
Loop While especies(3, num_spcie) <> 0 And suma_cubas(num_spcie).total_cubas = 0

Next num_spcie
```

```
*****
```

```
'Aquí termina busqueda de cubas
```

```
For i% = 1 To UBound(suma_cubas)
costo_real = costo_real + suma_cubas(i).costo_total
Next i
```

```

For j% = 1 To UBound(especies, 2)
rinde = rinde + (especies(2, j) * especies(3, j))
Next j
cajas_teorico = rinde * 1000000 / (140 * 48)
rinde = 0
For j% = 1 To UBound(especies, 2)
rinde = rinde + (especies(2, j) * suma_cubas(j).total_cubas)
Next j
cajas_real = rinde * 1000000 / (140 * 48)

For k = 1 To UBound(suma_cubas)
ver_datos = ver_datos + CStr(suma_cubas(k).total_cubas) + " "
ver_datos = ver_datos + CStr(suma_cubas(k).porcntg) + " "
If UBound(suma_cubas(k).todas_cubas) = 1 And suma_cubas(k).todas_cubas(1) = 0
Then
ver_datos = ver_datos + ""
Else
For i% = 1 To ultimo(suma_cubas(k).todas_cubas)
ver_datos = ver_datos + CStr(suma_cubas(k).todas_cubas(i)) + " "
Next i
End If
ver_datos = ver_datos + vbCrLf
Next k
ver_datos = ver_datos + "Costo real: " + CStr(costo_real)
ver_datos = ver_datos + vbCrLf
ver_datos = ver_datos + "# de cajas: " + CStr(cajas_real)
Form2.Show
frmResultados.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
txtmatriz.Text = ver_matriz
End Sub

```



CTB-ESPOL

ANEXO G7

Algoritmo de la ventana de resultados de producción.

```
Dim last_line As Integer
'Dim cadena As String
Dim totalPeso_teo As Single
Dim totalPeso_rea As Single
Dim totalCosto_teo As Single
Dim totalCosto_rea As Single
Dim num_dcubas As Integer

Private Sub Command1_Click()
    frmInfo.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
    FGteoricos.CellAlignment = 4
    For i% = 1 To UBound(especies, 2)
        If especies(3, i) <> 0 Then
            If especies(4, i) = "bigeye" Then
                FGteoricos.Text = "Ojo Grande": FGteoricos.col = 1
                FGreales.Text = "Ojo Grande": FGreales.col = 1
            ElseIf especies(4, i) = "skipjack" Then
                FGteoricos.Text = "Barrilete": FGteoricos.col = 1
                FGreales.Text = "Barrilete": FGreales.col = 1
            Else
                FGteoricos.Text = "Aleta Amarilla": FGteoricos.col = 1
                FGreales.Text = "Aleta Amarilla": FGreales.col = 1
            End If
            FGteoricos.Text = especies(5, i): FGteoricos.col = 2
            FGreales.Text = especies(5, i): FGreales.col = 2
            FGteoricos.Text = especies(3, i): FGteoricos.col = 3
            totalPeso_teo = totalPeso_teo + especies(3, i)
        '
        ' CmbCubas(FGteoricos.Row - 1).Text = "Cubas"
        ' For j% = 1 To UBound(suma_cubas(i).todas_cubas)
        '     If suma_cubas(i).todas_cubas(j) <> 0 Then
        '         cadena = cadena + "," + CStr(suma_cubas(i).todas_cubas(j))
        '         CmbCubas(FGteoricos.Row - 1).AddItem CStr(suma_cubas(i).todas_cubas(j))
        '     End If
        ' Next
        ' FGreales.Text = cadena: FGreales.col = 3
        FGreales.Text = CStr(suma_cubas(i).total_cubas): FGreales.col = 3
        totalPeso_rea = totalPeso_rea + suma_cubas(i).total_cubas
        FGreales.RowExpanded = True
    Next i
    FGteoricos.Text = CStr(Format(especies(3, i) * especies(6, i), "#,###.###")):
    FGteoricos.col = 0
    totalCosto_teo = totalCosto_teo + especies(3, i) * especies(6, i)
    FGreales.Text = CStr(Format(suma_cubas(i).costo_total, "#,###.###")): FGreales.col = 0
    totalCosto_rea = totalCosto_rea + suma_cubas(i).costo_total
    FGteoricos.Row = FGteoricos.Row + 1
    FGreales.Row = FGreales.Row + 1
End If
If (FGteoricos.Row = FGteoricos.Rows - 1) Then
    FGteoricos.Rows = FGteoricos.Rows + 1
End If
If (FGreales.Row = FGreales.Rows - 1) Then
```

```
FGreales.Rows = FGreales.Rows + 1
End If
cadena = ""
Next i
IbItotal(0) = CStr(Format(totalPeso_teo, "#,###.###"))
IbItotal(1) = CStr(Format(totalCosto_teo, "#,###.###"))
IbItotal(2) = CStr(Format(totalCosto_rea, "#,###.###"))
IbItotal(3) = CStr(Format(totalPeso_rea, "#,###.###"))
IbItotal(4) = CStr(Format(totalCosto_teo / cajas_teorico, "#,###.###"))
IbItotal(5) = CStr(Format(totalCosto_rea / cajas_real, "#,###.###"))
last_line = FGteoricos.Row
End Sub
Private Sub FGteoricos_LostFocus()
FGteoricos.Row = last_line
End Sub
```

ANEXO G8

Algoritmo de la ventana de combinación de cubas.

```
Dim busq As New ADODB.Recordset
Dim busqPath As String
Dim num As Integer
Dim peso_total As Single
```

```
Private Sub CmdImprime_Click()
    Printer.PaperSize = 9
    Printer.FontName = "Courier New"
    Printer.FontSize = 12
    Printer.Print valores_imprimir
    Printer.EndDoc
```

```
If MsgBox("Estás seguro que quieres borrar estas cubas", _
    vbOKCancel + vbApplicationModal + _
    vbExclamation, "Cuidado!") = 1 Then
```

```
    For i% = 1 To UBound(suma_cubas)
        Call borra_cubas(suma_cubas(i).todas_cubas)
```

```
    Next i
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Dim ancho As Integer
```

```
    valores_imprimir = " Especie | Tipo | Peso con Cuba | Cuba | Peso Actual " + vbCrLf
```

```
    ancho = Len(valores_imprimir)
```

```
    For i% = 1 To ancho
```

```
        valores_imprimir = valores_imprimir + "="
```

```
    Next i
```

```
    valores_imprimir = valores_imprimir + vbCrLf
```

```
    For i% = 1 To UBound(especies, 2)
```

```
        If especies(3, i) <> 0 Then
```

```
            For j% = 1 To UBound(suma_cubas(i).todas_cubas)
```

```
                If suma_cubas(i).todas_cubas(j) <> 0 Then
```

```
                    If especies(4, i) = "bigeye" Then
```

```
                        num = (15 - Len("Ojo Grande")) \ 2
```

```
                        For k% = 1 To num
```

```
                            valores_imprimir = valores_imprimir + " "
```

```
                        Next k
```

```
                        valores_imprimir = valores_imprimir + "Ojo Grande"
```

```
                        For k% = 1 To (15 - (num + Len("Ojo Grande")))
```

```
                            valores_imprimir = valores_imprimir + " "
```

```
                        Next k
```

```
                        valores_imprimir = valores_imprimir + "|"
```

```
                    ElseIf especies(4, i) = "skipjack" Then
```

```
                        num = (15 - Len("Barrilete")) \ 2
```

```
                        For k% = 1 To num
```

```
                            valores_imprimir = valores_imprimir + " "
```

```
                        Next k
```

```
                        valores_imprimir = valores_imprimir + "Barrilete"
```

```
                        For k% = 1 To (15 - (num + Len("Barrilete")))
```

```
                            valores_imprimir = valores_imprimir + " "
```

```
                        Next k
```



CIB-ESPOL

```

valores_imprimir = valores_imprimir + "|"
Else
num = (15 - Len("Aleta Amarilla")) \ 2
For k% = 1 To num
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + "Aleta Amarilla"
For k% = 1 To (15 - (num + Len("Aleta Amarilla")))
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + "|"
End If
'Coloca en columna de TIPO
num = (8 - Len(especies(5, i))) \ 2
For k% = 1 To num
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + especies(5, i)
For k% = 1 To (8 - (num + Len(especies(5, i))))
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + "|"
'Coloca en columna de PESO CON CUBA
busqPath = "SELECT (a.peso+b.peso) AS suma_pesos " _
+ "FROM ingreso_atun AS a,cubas AS b " _
+ "WHERE a.numero_cuba=b.numero_cuba " _
+ "AND a.numero_cuba=" + CStr(suma_cubas(i).todas_cubas(j))
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
peso_total = busq!suma_pesos
busq.Close
num = (15 - Len(CStr(peso_total))) \ 2
For k% = 1 To num
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + CStr(peso_total)
For k% = 1 To (15 - (num + Len(CStr(peso_total))))
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + "|"
'Coloca en columna CUBA
num = (8 - Len(CStr(suma_cubas(i).todas_cubas(j)))) \ 2
For k% = 1 To num
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + CStr(suma_cubas(i).todas_cubas(j))
For k% = 1 To (8 - (num + Len(CStr(suma_cubas(i).todas_cubas(j))))
valores_imprimir = valores_imprimir + " "
Next k
valores_imprimir = valores_imprimir + "|"
End If
valores_imprimir = valores_imprimir + vbCrLf
For o% = 1 To ancho
valores_imprimir = valores_imprimir + "-"
Next o
valores_imprimir = valores_imprimir + vbCrLf
Next j
End If
Next i
TxtInfo = valores_imprimir
End Sub
Private Sub TxtInfo_Change()
End Sub

```



CIB-ESPOL

ANEXO G9

Algoritmo de la ventana de procesar por tipo.

```
Public busq As New ADODB.Recordset
Public busqPath As String
Public num_mark As Integer
```

```
Private Sub ChkTipo_Click(Index As Integer)
    If ChkTipo(Index).Value = 0 Then
        num_mark = 0
        LblDspnbldd(Index) = ""
        For i% = 0 To 13
            If ChkTipo(i).Value <> 0 Then
                num_mark = num_mark + 1
            End If
        Next
        If num_mark = 0 Then
            DTPicker1.Enabled = True
            DTPicker2.Enabled = True
        End If
    Else
        LblDspnbldd(Index) = CStr(disponible(ChkTipo(Index).Caption))
        DTPicker1.Enabled = False
        DTPicker2.Enabled = False
    End If
End Sub
```

```
Private Sub CmdCancel_Click()
    Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub CmdSiguiente_Click()
    Dim cant As Integer
    cant = 0
```

```
    For Index = 0 To 13
        If ChkTipo(Index).Value = 1 Then
            If cant = 0 Then
                ReDim atunes(1 To 1)
            Else
                ReDim Preserve atunes(1 To UBound(atunes) + 1)
            End If
            cant = cant + 1
            If Index < 9 And Index > -1 Then
                atunes(cant) = "0" + CStr(Index + 1)
            Else
                atunes(cant) = CStr(Index + 1)
            End If
        End If
    Next Index
```

```
    If cant = 0 Then
        MsgBox "Tiene que elegir por lo menos una opción", vbInformation + vbOKOnly, "Precaución"
    Else
        modelo = 4
        FrmFill.Show
        Unload Me
    End If
```

```
End Sub
```



CIB-ESPOL

```

Private Sub DTPicker1_CloseUp()
    fecha_inicio = Format(DTPicker1.Value, "mm/dd/yyyy")
    If fecha_inicio > fecha_fin Then
        DTPicker2.Value = Format(fecha_inicio, "medium date")
    End If
    fecha_fin = Format(DTPicker2.Value, "mm/dd/yyyy")
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    Dim fecha_menor As Date

    busqPath = "SELECT top 1 fecha_ingreso From ingreso_atun order by fecha_ingreso asc"
    busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText

    If busq.RecordCount = 0 Then
        fecha_menor = Format(Now, "medium date")
    Else
        fecha_menor = busq!fecha_ingreso
    End If

    busq.Close
    DTPicker1.MinDate = fecha_menor
    DTPicker1.Value = fecha_menor
    DTPicker2.MinDate = fecha_menor
    DTPicker2.Value = fecha_menor
End Sub

```

```

Function disponible(tpo As String) As Single
    Dim busq As New ADODB.Recordset
    Dim busqPath As String
    Dim nu As Single

    fecha_inicio = Format(DTPicker1.Value, "mm/dd/yyyy")
    fecha_fin = Format(DTPicker2.Value, "mm/dd/yyyy")

    busqPath = "SELECT sum(peso) as total FROM ingreso_atun WHERE atun IN" _
        + "(SELECT atun FROM constantes WHERE tipo LIKE '" + tpo _
        + "') AND fecha_ingreso>=#" & fecha_inicio & "# AND fecha_ingreso<=#" & fecha_fin &
        "#"
    busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText

    If IsNull(busq!total) Then
        disponible = 0
    Else
        disponible = busq!total
    End If

    busq.Close
End Function

```

```

Private Sub LblDspnbldd_Click(Index As Integer)

```

End Sub

ANEXO G10

Algoritmo de la ventana de procesar por especie y tipo.

```
Public busq As New ADODB.Recordset
Public busqPath As String
Dim texto As String
Dim fila_actual As Integer

Private Sub CmbEspecie_Click()
    If CmbEspecie.Text <> "Elija la especie" Then
        If CmbEspecie.Text = "Ojo Grande" Then
            texto = "bigeye"
        ElseIf CmbEspecie.Text = "Barrilete" Then
            texto = "skipjack"
        ElseIf CmbEspecie.Text = "Aleta Amarilla" Then
            texto = "yellowfin"
        End If
        CmbTipo.Clear
        CmbTipo.Text = "Elija el tipo"
        busqPath = "SELECT tipo FROM constantes WHERE especie=" + texto + ""
        busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
        For i% = 1 To busq.RecordCount
            CmbTipo.AddItem busq!tipo
            busq.MoveNext
        Next i
        busq.Close
    End If
    CmbTipo.SetFocus
End Sub

Private Sub CmdCancel_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub CmdEliminar_Click()
    If FGEspeTipo.TextMatrix(FGEspeTipo.Row, 0) <> "" Then
        FGEspeTipo.RemoveItem (FGEspeTipo.Row)
        FGEspeTipo.Rows = FGEspeTipo.Rows + 1
        fila_actual = fila_actual - 1
        FGEspeTipo.Row = fila_actual
    End If
    If FGEspeTipo.Row = 1 Then
        DTPicker1.Enabled = True
        DTPicker2.Enabled = True
    End If
End Sub

Private Sub CmdListar_Click()
    Dim dspnbldd As Single

    If CmbEspecie.Text = "Elija la especie" Or CmbTipo = "Elija el tipo" Then
        MsgBox "Debes seleccionar la especie con su respectivo tipo", vbInformation + vbOKOnly,
        "Precaución"
    Else
        fecha_inicio = Format(DTPicker1.Value, "mm/dd/yyyy")
        fecha_fin = Format(DTPicker2.Value, "mm/dd/yyyy")

        busqPath = "SELECT sum(peso) as dspnbldd FROM ingreso_atun WHERE atun IN
        (SELECT atun FROM constantes WHERE especie=" + _
        + texto + " AND tipo=" + CmbTipo.Text + ") AND fecha_ingreso>=#" + _
```

```
& fecha_inicio & "# AND fecha_ingreso<=#" & fecha_fin & "#"  
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
```

```
If IsNull(busq!dspnbldd) Then  
    MsgBox "Esta especie y tipo no tiene disponibilidad", vbExclamation + vbOKOnly,  
"Precaución"  
    busq.Close  
Else  
    dspnbldd = busq!dspnbldd  
    busq.Close  
  
    FGEspeTipo.Row = fila_actual  
  
    FGEspeTipo.Text = CmbEspecie.Text: FGEspeTipo.col = 1  
    FGEspeTipo.Text = CmbTipo.Text: FGEspeTipo.col = 2  
    FGEspeTipo.Text = dspnbldd: FGEspeTipo.col = 0  
  
    FGEspeTipo.Row = FGEspeTipo.Row + 1  
    If (FGEspeTipo.Row = FGEspeTipo.Rows - 1) Then  
        FGEspeTipo.Rows = FGEspeTipo.Rows + 1  
    End If  
    CmbEspecie.Text = "Elija la especie"  
    CmbTipo.Clear  
    CmbTipo.Text = "Elija el tipo"  
  
    fila_actual = FGEspeTipo.Row  
    DTPicker1.Enabled = False  
    DTPicker2.Enabled = False  
End If  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub CmdSiguiente_Click()
```

```
    Dim f As Integer
```

```
    f = 1
```

```
    FGEspeTipo.Row = 1
```

```
    FGEspeTipo.col = 0
```

```
    Do While FGEspeTipo.TextMatrix(f, 0) <> ""
```

```
        If FGEspeTipo.TextMatrix(f, 0) = "Ojo Grande" Then
```

```
            texto = "bigeye"
```

```
        ElseIf FGEspeTipo.TextMatrix(f, 0) = "Barrilete" Then
```

```
            texto = "skipjack"
```

```
        ElseIf FGEspeTipo.TextMatrix(f, 0) = "Aleta Amarilla" Then
```

```
            texto = "yellowfin"
```

```
        End If
```

```
        busqPath = "SELECT atun FROM constantes WHERE especie=" & _  
            + texto & " AND tipo=" & FGEspeTipo.TextMatrix(f, 1) & ""
```

```
        busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
```

```
        ReDim Preserve atunes(1 To f)
```

```
        atunes(f) = busq!atun
```

```
        f = f + 1
```

```
        busq.Close
```

```
    Loop
```

```
    modelo = 3
```

```
    FrmFill.Show
```

```
    Unload Me
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Dim fecha_menor As Date
```



CIB-ESPOL

```
fila_actual = FGEspeTipo.Row
```

```
busqPath = "SELECT top 1 fecha_ingreso From ingreso_atun order by fecha_ingreso asc"  
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
```

```
If busq.RecordCount = 0 Then  
    fecha_menor = Format(Now, "medium date")  
Else  
    fecha_menor = busq!fecha_ingreso  
End If
```

```
busq.Close  
DTPicker1.MinDate = fecha_menor  
DTPicker1.Value = fecha_menor  
DTPicker2.MinDate = fecha_menor  
DTPicker2.Value = fecha_menor  
End Sub
```

ANEXO G11

Algoritmo de la ventana de ingreso de datos.

```
Public busq As New ADODB.Recordset
Public busqPath As String
Dim i As Integer
Dim bloque As Integer
Dim peso_cuba As Single
Dim lineas As Integer
Dim last_line As Integer
```

```
Private Sub limpia_plantilla()
    TxtPrecio = "": LblPago = "": TxtPeso = ""
    DTPicker1.Value = Format(Now, "medium date")
    CmbEspecie.Text = CmbEspecie.List(0)
    For i = CmbTipo.ListCount - 1 To 1 Step -1
        CmbTipo.RemoveItem (i)
    Next i
    CmbTipo.Text = CmbTipo.List(0)
    CmbCuba.Text = CmbCuba.List(0)
```

```
For i% = 1 To last_line - 1
    For j% = 0 To 6
        FGIngreso.TextMatrix(i, j) = ""
    Next j
Next i
FGIngreso.col = 0
FGIngreso.Row = 1
last_line = 1
```



CIB-ESPOL

End Sub

```
Private Sub CmbCuba_Click()
    TxtPeso.SetFocus
End Sub
```

```
Private Sub CmbCuba_GotFocus()
    If bloqueo = 0 Then
        busqPath = "SELECT numero_cuba FROM cubas WHERE libre=-1 order by numero_cuba asc"
        busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
        For i = 1 To busq.RecordCount
            CmbCuba.AddItem busq!numero_cuba
            busq.MoveNext
        Next i
        bloqueo = 1
        busq.Close
    End If
End Sub
```

```
Private Sub CmbEspecie_Click()
    If CmbEspecie.ListIndex <> 0 Then

        busqPath = "SELECT tipo FROM constantes WHERE empirico=" + CmbEspecie.Text + ""
        busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
        For i% = 1 To busq.RecordCount
            CmbTipo.AddItem busq!tipo
            busq.MoveNext
        Next i
        busq.Close
```

```

End If
CmbTipo.SetFocus
End Sub

Private Sub CmbTipo_Click()
If CmbTipo.ListIndex <> 0 Then
    busqPath = "SELECT precio_ton FROM constantes WHERE empirico=" + CmbEspecie.Text
+ " AND tipo=" + CmbTipo.Text + ""
    busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
    TxtPrecio = busq!precio_ton
    busq.Close
End If
CmbCuba.SetFocus
End Sub

Private Sub CmdCancel_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdEliminar_Click()
elimina
End Sub

Private Sub cmdIngresar_Click()
For i% = 1 To last_line - 1
    busqPath = "SELECT atun FROM constantes WHERE empirico=" + FGIngreso.TextMatrix(i,
0) + _
    " AND tipo=" + FGIngreso.TextMatrix(i, 1) + ""
    busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
    tmp$ = busq!atun
    busq.Close

    busqPath = "INSERT INTO ingreso_atun VALUES (" & tmp & ", " & _
    FGIngreso.TextMatrix(i, 2) & ", " & FGIngreso.TextMatrix(i, 3) & ", " & _
    FGIngreso.TextMatrix(i, 6) & ", " & Str(CSng(FGIngreso.TextMatrix(i, 5))) & ")"
    busq.Open busqPath, cn, adOpenDynamic

    busqPath = "UPDATE cubas SET libre=0 WHERE numero_cuba=" & FGIngreso.TextMatrix(i,
2)
    busq.Open busqPath, cn, adOpenDynamic
Next i
elimina
FGIngreso.Row = 1
End Sub

Private Sub CmdLimpiar_Click()
limpia_plantilla
End Sub

Private Sub CmdListar_Click()
FGIngreso.Text = CmbEspecie.Text: FGIngreso.col = 1
FGIngreso.Text = CmbTipo.Text: FGIngreso.col = 2
FGIngreso.Text = CmbCuba.Text: FGIngreso.col = 3
FGIngreso.Text = LblNeto: FGIngreso.col = 4
FGIngreso.Text = TxtPrecio: FGIngreso.col = 5
FGIngreso.Text = LblPago: FGIngreso.col = 6
FGIngreso.Text = DTPicker1.Value: FGIngreso.col = 0
FGIngreso.Row = FGIngreso.Row + 1
If (FGIngreso.Row = FGIngreso.Rows - 1) Then
    FGIngreso.Rows = FGIngreso.Rows + 1
End If

```

```

CmbCuba.RemoveItem (CmbCuba.ListIndex)
last_line = FGIngreso.Row
limpia_plantilla
End Sub

```

```

Private Sub FGIngreso_LostFocus()
    FGIngreso.Row = last_line
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    bloqueo = 0

```

```

    busqPath = "SELECT empirico FROM constantes GROUP BY empirico"
    busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
    For i% = 1 To busq.RecordCount
        CmbEspecie.AddItem busq!empirico
        busq.MoveNext
    Next i
    busq.Close

```

```

DTPicker1.Value = Format(Now, "medium date")
lineas = FGIngreso.Rows
last_line = FGIngreso.Row

```

```

End Sub

```



CIB-ESPOL

```

Private Sub cmbcuba_LostFocus()
    If CmbCuba.ListIndex > 0 Then
        busqPath = "SELECT peso FROM cubas WHERE numero_cuba=" + CmbCuba.Text
        busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
        peso_cuba = busq!peso
        busq.Close
    End If
End Sub

```

```

Private Sub TxtPeso_Change()
    Dim peso As Single, precio As Single
    If TxtPeso <> "" Then
        If IsNumeric(TxtPeso) = False Then
            MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
            TxtPeso = ""
            TxtPeso.SetFocus
        Else
            peso = CSng(TxtPeso)
            precio = CSng(TxtPrecio)
            LblNeto = Str(Format(peso - peso_cuba, "#,###.###"))
            LblPago = Format(precio * (peso - peso_cuba), "standard")
        End If
    Else
        LblNeto = "": LblPago = ""
    End If
End Sub

```

```

Private Sub TxtPeso_GotFocus()
    If TxtPrecio <> "" And CmbCuba.ListIndex > 0 Then
        TxtPeso_Change
    Else
        MsgBox "Debes elegir antes una especie y tipo de pescado", vbInformation + vbOKOnly,
        "Faltan datos"
        CmbEspecie.SetFocus
    End If
End Sub

```

Private Sub elimina()

```
    If FGIngreso.TextMatrix(FGIngreso.Row, 0) <> "" Then  
        FGIngreso.RemoveItem (FGIngreso.Row)  
        FGIngreso.Rows = FGIngreso.Rows + 1  
        FGIngreso.Row = last_line - 1  
    End If
```

End Sub

Private Sub TxtPrecio_LostFocus()

```
    If TxtPrecio <> "" Then  
        If IsNumeric(TxtPrecio) = False Then  
            MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"  
            TxtPrecio = ""  
            TxtPrecio.SetFocus  
        End If  
    End If  
End Sub
```

ANEXO G12

Algoritmo de la ventana de ingreso de datos.

```
Public busq As New ADODB.Recordset
Public busqPath As String
Private Sub CmdCancelar_Click()
    Unload Me
End Sub
Private Sub CmdIngresar_Click()
    If TxtCod = "" Or TxtPeso = "" Then
        MsgBox "Tiene que llenar todos los campos", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
    Else
        busqPath = "INSERT INTO cubas VALUES (" & TxtCod & _
            ", " & TxtPeso & ", '-1')"
        busq.Open busqPath, cn, adOpenDynamic
        If MsgBox("La cuba fue ingresada", vbOKOnly + vbInformation, "Éxito") Then
            Unload Me
        End If
    End If
End Sub
Private Sub Form_Load()
    busqPath = "SELECT numero_cuba FROM cubas order by numero_cuba asc"
    busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
    For i = 1 To busq.RecordCount
        CmbCubas.AddItem busq!numero_cuba
        busq.MoveNext
    Next i
    busq.Close
End Sub
Private Sub Label1_Click()
End Sub
Private Sub TxtCod_LostFocus()
    If TxtCod <> "" Then
        If IsNumeric(TxtCod) = False Then
            MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
            TxtCod = ""
            TxtCod.SetFocus
        End If
    End If
End Sub
Private Sub TxtPeso_GotFocus()
    Dim items As Integer
    items = 0
    Do While TxtCod <> CmbCubas.List(items) And items < (CmbCubas.ListCount - 1)
        items = items + 1
    Loop
    If TxtCod = CmbCubas.List(items) Then
        MsgBox "Ya existe esta cuba", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
        TxtCod.SetFocus
    End If
End Sub
Private Sub TxtPeso_LostFocus()
    If TxtPeso <> "" Then
        If IsNumeric(TxtPeso) = False Then
            MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
            TxtPeso = ""
            TxtPeso.SetFocus
        End If
    End If
End Sub
```



CIB-ESPOL

ANEXO G13

Algoritmo de la ventana de ingreso de nuevas especies y tipos de atún.

```
Public busq As New ADODB.Recordset
Public busqPath As String
Dim fila_actual As Integer

Private Sub CmbTipo_Click()
    TxtRinde.SetFocus
End Sub

Private Sub CmdCancel_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub CmdEliminar_Click()
    If FGIngreso.TextMatrix(FGIngreso.Row, 0) <> "" Then
        FGIngreso.RemoveItem (FGIngreso.Row)
        FGIngreso.Rows = FGIngreso.Rows + 1
        fila_actual = fila_actual - 1
        FGIngreso.Row = fila_actual
    End If
End Sub

Private Sub cmdIngresa_Click()
    Dim nuevos As Integer

    If FGIngreso.TextMatrix(1, 0) <> "" Then

        busqPath = "SELECT COUNT(*) AS nuevos FROM constantes WHERE atun like 'nv%"
        busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
        nuevos = busq!nuevos
        busq.Close

        For i% = 1 To fila_actual - 1
            busqPath = "INSERT INTO constantes VALUES (" & "nv" & (nuevos + i) & ", " & _
                FGIngreso.TextMatrix(i, 0) & ", " & FGIngreso.TextMatrix(i, 1) & ", " & _
                FGIngreso.TextMatrix(i, 2) & ", " & CStr(Left(FGIngreso.TextMatrix(i, 2), 2) / 100) & _
                ", " & "0.0" & ", " & FGIngreso.TextMatrix(i, 3) & ", " & FGIngreso.TextMatrix(i, 4) & ")"
            busq.Open busqPath, cn, adOpenDynamic
        Next i
        For i% = 1 To fila_actual - 1
            For j% = 0 To 4
                FGIngreso.TextMatrix(i, j) = ""
            Next j
        Next i
        FGIngreso.Row = 1
        MsgBox "Ingreso satisfactorio", vbInformation + vbOKOnly, "Éxito"
    End If
End Sub

Private Sub CmdLimpiar_Click()
    CmbTipo.Text = "Elija el tipo"
    TxtEspecie = "": TxtPrecio = "": TxtHoras = "": TxtRinde = ""

    For i% = 1 To fila_actual - 1
        For j% = 0 To 4
            FGIngreso.TextMatrix(i, j) = ""
        Next j
    Next i
End Sub
```

```
FGIngreso.col = 0
FGIngreso.Row = 1
```

```
TxtEspecie.SetFocus
End Sub
```

```
Private Sub CmdListar_Click()
```

```
If TxtPrecio = "" Or TxtEspecie = "" Or TxtRinde = "" Or TxtHoras = "" Or CmbTipo.Text = "Elija el tipo" Then
```

```
MsgBox "Tiene que llenar todos los campos", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
Else
```

```
FGIngreso.Text = TxtEspecie.Text: FGIngreso.col = 1
FGIngreso.Text = CmbTipo.Text: FGIngreso.col = 2
FGIngreso.Text = TxtRinde.Text + " %": FGIngreso.col = 3
FGIngreso.Text = TxtPrecio: FGIngreso.col = 4
FGIngreso.Text = TxtHoras: FGIngreso.col = 0
FGIngreso.Row = FGIngreso.Row + 1
```

```
If (FGIngreso.Row = FGIngreso.Rows - 1) Then
```

```
FGIngreso.Rows = FGIngreso.Rows + 1
```

```
End If
```

```
CmbTipo.Text = "Elija el tipo"
```

```
TxtEspecie = "": TxtPrecio = "": TxtHoras = "": TxtRinde = ""
```

```
End If
```

```
fila_actual = FGIngreso.Row
```

```
End Sub
```



CIB-ESPOL

```
Private Sub Form_Load()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub TxtHoras_LostFocus()
```

```
If TxtHoras <> "" Then
```

```
If IsNumeric(TxtHoras) = False Then
```

```
MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
```

```
TxtHoras = ""
```

```
TxtHoras.SetFocus
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub TxtPrecio_LostFocus()
```

```
If TxtPrecio <> "" Then
```

```
If IsNumeric(TxtPrecio) = False Then
```

```
MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
```

```
TxtPrecio = ""
```

```
TxtPrecio.SetFocus
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub TxtRinde_LostFocus()
```

```
If TxtRinde <> "" Then
```

```
If IsNumeric(TxtRinde) = False Then
```

```
MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
```

```
TxtRinde = ""
```

```
TxtRinde.SetFocus
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

ANEXO G14

Algoritmo de la ventana de cambios de tipos de envases.

```
Public busq As New ADODB.Recordset
Public busqPath As String

Private Sub CmdCancel_Click()
If CmdModifica.Caption = "&Modificar" Then
Unload Me
Else
For i = 0 To 5
TxtModifica(i).Enabled = False
TxtModifica(i).Visible = False
Next i
CmdModifica.Caption = "&Modificar"
End If
End Sub

Private Sub CmdModifica_Click()
Dim i As Integer
If CmdModifica.Caption = "&Modificar" Then
For i = 0 To 5
TxtModifica(i).Enabled = True
TxtModifica(i).Visible = True
TxtModifica(i) = LblTipo(i + 6)
Next i
TxtModifica(0).SetFocus
CmdModifica.Caption = "&Aceptar"
Else
For i = 3 To 5
busqPath = "UPDATE caja_lata SET llenado="" & TxtModifica((i - 3) * 2) & _
", cantidad="" & TxtModifica((i - 3) * 2 + 1) & "" WHERE tamaño="" & LblTipo(i) & ""
busq.Open busqPath, cn, adOpenDynamic
Next i
For i = 0 To 5
TxtModifica(i).Enabled = False
TxtModifica(i).Visible = False
LblTipo(i + 6) = TxtModifica(i)
Next i
CmdModifica.Caption = "&Modificar"
End If
End Sub

Private Sub Form_Load()

busqPath = "SELECT llenado,cantidad FROM caja_lata"
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
For i = 6 To 11
If i Mod 2 = 0 Then
LblTipo(i) = busq!llenado
Else
LblTipo(i) = busq!cantidad
busq.MoveNext
End If
Next i
busq.Close
End Sub
Private Sub TxtModifica_Change(Index As Integer)
End Sub
```

ANEXO G15

Algoritmo de la ventana para proyección anual.

```
Public busq As New ADODB.Recordset
Public busqPath As String
Dim existe As Boolean
Dim i As Integer
Dim col_ini As Integer
Dim row_ini As Integer
Dim fila_actual As Integer
Private Sub CmbEspecie_Click()
    If CmbEspecie.ListIndex <> 0 Then
        If CmbTipo.Enabled = True Then
            CmbTipo.Clear
            CmbTipo.Text = "Elija el tipo"
            busqPath = "SELECT tipo FROM constantes WHERE empirico=" + CmbEspecie.Text + ""
            busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
            For i% = 1 To busq.RecordCount
                CmbTipo.AddItem busq!tipo
                busq.MoveNext
            Next i
            busq.Close
            CmbTipo.SetFocus
        Else
            TxtPeso.SetFocus
        End If
        FrmSeleccion.Enabled = False
    Else
        FrmSeleccion.Enabled = True
    End If
End Sub
Private Sub CmbTipo_Click()
    TxtPeso.SetFocus
End Sub
Private Sub CmdCancel_Click()
    Unload Me
End Sub
Private Sub CmdEliminar_Click()
    If FGProy.TextMatrix(FGProy.Row, 0) <> "" Then
        FGProy.RemoveItem (FGProy.Row)
        FGProy.Rows = FGProy.Rows + 1
        fila_actual = fila_actual - 1
        FGProy.Row = fila_actual
    End If
End Sub
Private Sub CmdListar_Click()
    existe = False
    If CmbEspecie.Text = "Elija la especie" Then
        MsgBox "Debe elegir una especie", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
    ElseIf CmbTipo.Enabled = True And CmbTipo.Text = "Elija el tipo" Then
        MsgBox "Debe elegir un tipo", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
    ElseIf TxtPeso.Text = "" Then
        MsgBox "Debe colocar el peso", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
    Else
        If OptProy(0).Value = True Then
            FGProy.Text = CmbEspecie.Text: FGProy.col = 1
            FGProy.Text = "Todos": FGProy.col = 2
            FGProy.Text = TxtPeso.Text: FGProy.col = 0
            FGProy.Row = FGProy.Row + 1
        Else
```

```

For i = 1 To FGProy.Row
  If FGProy.TextMatrix(i, 0) = CmbEspecie.Text And FGProy.TextMatrix(i, 1) =
CmbTipo.Text Then
    existe = True
  End If
Next i
If existe = True Then
  MsgBox "Ya se colocó esta especie y tipo", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
Else
  FGProy.Row = row_ini: FGProy.col = col_ini
  FGProy.Text = CmbEspecie.Text: FGProy.col = 1
  FGProy.Text = CmbTipo.Text: FGProy.col = 2
  FGProy.Text = TxtPeso.Text: FGProy.col = 0
  FGProy.Row = FGProy.Row + 1
End If
End If
CmbEspecie.Text = "Elija la especie"
TxtPeso.Text = ""
fila_actual = FGProy.Row
End If
If CmbTipo.Enabled = True Then
  CmbEspecie.Text = "Elija la especie"
  CmbTipo.Text = "Elija el tipo"
End If
End Sub
Private Sub CmdSiguiente_Click()
  Dim f As Integer
  If OptProy(0).Value = True Then
    For Index = 1 To FGProy.Row - 1
      If FGProy.TextMatrix(Index, 0) = "Ojo Grande" Then
        toda_especie(1, 1) = "be"
        toda_especie(1, 2) = FGProy.TextMatrix(Index, 2)
        If toda_especie(2, 1) = "" Then
          toda_especie(2, 1) = "be"
        End If
        If toda_especie(3, 1) = "" Then
          toda_especie(3, 1) = "be"
        End If
      Else
        If FGProy.TextMatrix(Index, 0) = "Barrilete" Then
          toda_especie(2, 1) = "sj"
          toda_especie(2, 2) = FGProy.TextMatrix(Index, 2)
          If toda_especie(3, 1) = "" Then
            toda_especie(3, 1) = "sj"
          End If
          If (toda_especie(1, 1) = "") Then
            toda_especie(1, 1) = "sj"
          End If
        Else
          toda_especie(3, 1) = "yf"
          toda_especie(3, 2) = FGProy.TextMatrix(Index, 2)
          If (toda_especie(2, 1) = "") Then
            toda_especie(2, 1) = "yf"
          End If
          If (toda_especie(1, 1) = "") Then
            toda_especie(1, 1) = "yf"
          End If
        End If
      End If
    Next
  End If
  modelo = 1
  modelo1 = 2

```

```

FrmFill.Show
Unload Me
Else
f = 1
FGProy.Row = 1
FGProy.col = 0
Do While FGProy.TextMatrix(f, 0) <> ""
If FGProy.TextMatrix(f, 0) = "Ojo Grande" Then
texto = "bigeye"
Elseif FGProy.TextMatrix(f, 0) = "Barrilete" Then
texto = "skipjack"
Elseif FGProy.TextMatrix(f, 0) = "Aleta Amarilla" Then
texto = "yellowfin"
End If
busqPath = "SELECT atun FROM constantes WHERE especie=" & _
+ texto & " AND tipo=" & FGProy.TextMatrix(f, 1) & ""
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
ReDim Preserve atunes(1 To f)
atunes(f) = busq!atun
f = f + 1
busq.Close
Loop
modelo = 3
FrmFill.Show
Unload Me
End If
End Sub
Private Sub FGProy_Click()
End Sub
Private Sub Form_Load()
busqPath = "SELECT empirico FROM constantes GROUP BY empirico"
busq.Open busqPath, cn, adOpenStatic, adLockReadOnly, adCmdText
For i% = 1 To busq.RecordCount
CmbEspecie.AddItem busq!empirico
busq.MoveNext
Next i
busq.Close
End Sub
Private Sub OptProy_Click(Index As Integer)
If Index = 1 Then
CmbTipo.Enabled = True
CmbTipo.Text = "Elija el tipo"
Else
CmbTipo.Enabled = False
CmbTipo.Text = "Elija el tipo"
End If
End Sub
Private Sub TxtPeso_GotFocus()
col_ini = FGProy.col
row_ini = FGProy.Row
For i = 1 To FGProy.Row
If FGProy.TextMatrix(i, 0) = CmbEspecie.Text Then
existe = True
End If
Next
If existe = True Then
MsgBox "Ya se colocó esta especie", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
CmbEspecie.SetFocus
CmbEspecie.Text = "Elija la especie"
existe = False
Else
FGProy.Row = row_ini: FGProy.col = col_ini

```



CIB-ESPOL

```
End If
End Sub
Private Sub TxtPeso_LostFocus()
    If TxtPeso <> "" Then
        If IsNumeric(TxtPeso) = False Then
            MsgBox "Este campo debe ser numérico", vbExclamation + vbOKOnly, "Precaución"
            TxtPeso = ""
            TxtPeso.SetFocus
        End If
    End If
End Sub
```

ANEXO G16

Algoritmo de ventana de resultados de proyección.

```
Dim last_line As Integer
Dim totalPeso_teo As Single
Dim totalPeso_rea As Single
Dim totalCosto_teo As Single
Dim totalCosto_rea As Single
Dim num_dcubas As Integer
Private Sub CmdAceptar_Click()
    Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
    FGteoricos.CellAlignment = 4
    For i% = 1 To UBound(especies, 2)
        If especies(3, i) <> 0 Then
            If especies(4, i) = "bigeye" Then
                FGteoricos.Text = "Ojo Grande": FGteoricos.col = 1
                FGreales.Text = "Ojo Grande": FGreales.col = 1
            ElseIf especies(4, i) = "skipjack" Then
                FGteoricos.Text = "Barrilete": FGteoricos.col = 1
                FGreales.Text = "Barrilete": FGreales.col = 1
            Else
                FGteoricos.Text = "Aleta Amarilla": FGteoricos.col = 1
                FGreales.Text = "Aleta Amarilla": FGreales.col = 1
            End If
            FGteoricos.Text = especies(5, i): FGteoricos.col = 2
            FGreales.Text = especies(5, i): FGreales.col = 2
            FGteoricos.Text = especies(3, i): FGteoricos.col = 3
            totalPeso_teo = totalPeso_teo + especies(3, i)
            FGreales.Text = CStr(suma_cubas(i).total_cubas): FGreales.col = 3
            totalPeso_rea = totalPeso_rea + suma_cubas(i).total_cubas
            FGreales.RowExpanded = True
            FGteoricos.Text = CStr(Format(especies(3, i) * especies(6, i), "#,###.###")): FGteoricos.col = 0
            totalCosto_teo = totalCosto_teo + especies(3, i) * especies(6, i)
            FGreales.Text = CStr(Format(suma_cubas(i).costo_total, "#,###.###")): FGreales.col = 0
            totalCosto_rea = totalCosto_rea + suma_cubas(i).costo_total
            FGteoricos.Row = FGteoricos.Row + 1
            FGreales.Row = FGreales.Row + 1
        End If
        If (FGteoricos.Row = FGteoricos.Rows - 1) Then
            FGteoricos.Rows = FGteoricos.Rows + 1
        End If
        If (FGreales.Row = FGreales.Rows - 1) Then
            FGreales.Rows = FGreales.Rows + 1
        End If
        cadena = ""
    Next i
    lbltotal(0) = CStr(Format(totalPeso_teo, "#,###.###"))
    lbltotal(1) = CStr(Format(totalCosto_teo, "#,###.###"))
    lbltotal(2) = CStr(Format(totalCosto_rea, "#,###.###"))
    lbltotal(3) = CStr(Format(totalPeso_rea, "#,###.###"))
    If cajas_teorico = 0 Then
        lbltotal(4) = 0
    Else
        lbltotal(4) = CStr(Format(totalCosto_teo / cajas_teorico, "#,###.###"))
    End If
    If cajas_real = 0 Then lbltotal(5) = 0
    Else
        lbltotal(5) = CStr(Format(totalCosto_rea / cajas_real, "#,###.###"))
    End If
    last_line = FGteoricos.Row
    LblCajas = CStr(cajas_real)
End Sub
Private Sub FGteoricos_LostFocus()
    FGteoricos.Row = last_line
End Sub
```

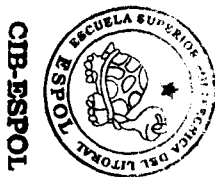


ANEXO H

PARAMETROS PARA LA COMPROBACIÓN DEL MÉTODO SIMPLEX

	Ojo grande 2-3	Ojo grande 3-4	Ojo grande 4-7	Ojo grande +7	Ojo grande +20	Ojo grande +40	Ojo grande +60	Ojo grande +100	Barrilete 2-3	Barrilete 3-4	Barrilete 4-7	Barrilete +7	Barrilete +12	Función Objetivo
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9450
	380	650	750	800	850	850	850	850	350	550	800	850	850	
dimiento	0.38	0.4	0.42	0.45	0.47	0.48	0.48	0.49	0.36	0.4	0.42	0.45	0.46	5.68
as-obrero	48.73	39.31	28.57	19.29	11.9	14.92	10.42	6.67	45.73	39.31	28.57	19.29	17.19	332.9
acidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
onibilidad	2.184	4.241	3.324	0.934	3.444	0.96	1.043	5.488	4.985	6.294	13.06	2.169	1.01	

cajas en ton
20.16
 horas-obrero
1600
 capacidad
50 ton



BIBLIOGRAFÍA

1. INSTITUTO NACIONAL DE PESCA, Actividad de la Flota Cerquera Atunera durante 1999, Volumen XVIII, Guayaquil – Ecuador
2. JONSON RICHARD, Probabilidad y Estadística para Ingenieros de Miller y Freund, Quinta Edición, Editorial Prentice Hall, 1997
3. KRAJEWSKI LEE, Administración de Operaciones, Quinta Edición, Editorial Prentice may, 2000.
4. KNIGH KEVIN, Inteligencia Artificial, Segunda Edición, Editorial Mac Graw – Hill, ISBN: 84-481-1858-3.
5. LIEBERMAN GERARLD, Introducción a la Investigación de Operaciones, Sexta Edición, Editorial Mc Graw-Hill Intereamericana Editores, México D.F. 1997. REVISTA REDES DEL MAR, Número 2, pág. 36, Diciembre 2000.

6. REVISTA PESQUERO, Tercera Edición, Número 17, pág. 10-13, 16-19, 40. Enero-Marzo 2001.
7. TAHA HAMDYA, Investigación de Operaciones, Sexta Edición, Editorial Prentice Hall, México, 1998.
8. TENENBAUM AARÓN, Estructuras de Datos, Primera Edición, Editorial Prentice Hall, ISBN: 03-199746-7.