

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**Diseño de una Instalación para la Producción
e Industrialización de la Tilapia
(Tema Mancomunado)**

Reg

171

Herrera Echauri, Ernesto

199

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a :

FRANCISCO LISC MIAJA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis

ADQ. 1975

FECHA

PROC. HT-168



QUIMICA

Con cariño para mis

Padres:

Con fraternal afecto para Tere:

A la Memoria de mis ilustres Abuelos:

A mis Maestros:

Enrique García Galiano y Eduardo Rojo y de
Regil como testimonio de mi agradecimiento.

Tiernamente para Alina

Honorable Jurado:

Presidente: Prof: Enrique García Galiano

Vocal: Prof. Julio Terán Zavaleta

Secretario: Prof. Eduardo Rojo y de Regil

1er. Suplente: Prof. Rubén Berra García y Coss

2o. Suplente: Prof. Ricardo Ricardez Solís

INTRODUCCION

El hombre, al igual que todo organismo vivo, necesita alimentos que le proporcionen la energía y los elementos necesarios para mantener vivos los tejidos, para crecer y para trabajar. Todos los alimentos que el hombre consume contienen distintas sustancias que provienen de los reinos animal, vegetal o mineral.

Existen muchos alimentos diferentes, pero todos ellos sólo contienen tres clases de nutrientes: carbohidratos, grasas, proteínas; y dos tipos de complementos: vitaminas y sales minerales. Los carbohidratos y las grasas son alimentos energéticos y proporcionan la mayor parte de la energía en las dietas de casi todos los pueblos (en algunas partes llegan a constituir hasta el 80 % de la dieta).

El constituyente más abundante en nuestros cuerpos es la proteína, aproximadamente un 54 % de la masa orgánica total. Las proteínas son compuestos químicos de gran tamaño molecular; son polipéptidos, que es el término genérico para compuestos moleculares grandes, constituidos por cadenas de unidades que se repiten. Estas unidades que se repiten en las proteínas son los aminoácidos. Aunque sólo existen veinte de éstos en las proteínas comunes, al unirse en combinaciones y cantidades diferentes, forman cientos de distintas proteínas.

De los veinte aminoácidos, el organismo puede elaborar doce, siempre que la dieta contenga "los materiales básicos" (carbono y nitrógeno); los ocho restantes

tes se le deben suministrar ya elaborados y, por ello, se les llama " aminoácidos esenciales ". Además, debido a las mayores necesidades durante el crecimiento, los niños requieren otros dos aminoácidos, la arginina y la histidina, que son esenciales en su dieta (Véase TABLA I).

TABLA I

AMINOACIDOS

<u>Esenciales:</u>	<u>No esenciales:</u>
Leucina	Alanina
Isoleucina	Glicina
Lisina	Serina
Metionina	Prolina
Valina	Hidroxiprolina
Treonina	Cistina
Triptófano	Tirosina
Fenilalanina	Acido Glutámico
Arginina	Acido Aspártico
Histadina	Cisteína

Para los niños

La calidad determina la utilidad de una proteína alimenticia para el crecimiento y mantenimiento de los tejidos. Es obvio que una proteína con una -- composición de aminoácidos esenciales, similar a la de los tejidos corporales, sea -- más útil que una cuya composición sea diferente.

Se puede determinar la calidad usando la proteína como alimento en condiciones experimentales específicas y midiendo cuanto se usa para sintetizar proteína corporal, los tejidos pueden seleccionar los aminoácidos que les sean útiles; el resto se oxida para suministrar energía, pero, en la que se refiere a síntesis de proteínas, éstas se desperdician. Por tanto, el porcentaje que se retiene en el organismo para la síntesis de tejido nuevo es una medida de la utilidad de la proteína contenida en el alimento. Este porcentaje se denomina "valor biológico". Sólomente las proteínas del huevo y de la leche humana tienen un valor biológico de 100; la carne y el pescado tienen un valor de 75, y el pan 50. Esto significa que, en condiciones experimentales específicas, el 100 %, 75% ó 50% de la proteína ingerida, se utilizó para la síntesis de tejidos.

Las proteínas del huevo y de la leche humana tiene todos los aminoácidos presentes en las proporciones adecuadas, por lo que se aprovechan cabalmente para síntesis de tejidos. En las condiciones de medición, el 100 % de la proteína de huevo o de leche humana ingeridas se queda en el organismo y se usa para síntesis tisular; estos alimentos tienen un valor biológico de 100. Ninguna otra proteína es tan buena. Por ejemplo, la leche de vaca tiene una deficiencia del 15% en la metionina, uno de los aminoácidos esenciales, y así su valor biológico (VB) es de 85. El trigo (y de ahí el pan) tiene una deficiencia del 50% en otro aminoácido esencial, la lisina, por lo que su VB es de 50.

El pescado tiene un valor biológico de 75 aproximadamente, existiendo pequeñas variaciones según la especie. En la TABLA II se dan valores biológi-

cos de algunos alimentos proteínicos (1).

CALIDAD Y CANTIDAD

La cantidad de proteína (promedio) necesaria para reemplazar la pérdida continua de tejido en el ser humano, es de 45 a 50 gramos al día. Esta es la cantidad necesaria si la proteína es de calidad " perfecta ", con VB de 100, y el organismo puede utilizarla toda para la síntesis tisular.

Si la proteína dietética no es perfecta, se requieren más que los 45 a 50 g. La cantidad puede compensar la calidad, y 90 g. de una proteína con VB de 50 son tan buenos como 45 g. de proteína con VB de 100.

TABLA I I

PROTEINA	VALOR BIOLOGICO
Animal :	
Huevo entero	100
Leche de vaca	85-90
Carne de res	76
Leche entera en polvo	88
Salmón	72
Caseína	73
Gelatina	25
Vegetal :	
Trigo (entero)	67
Trigo (harina blanca)	52
Papa	67
Concentrado proteínico de soya	75
Cacahuete	56

(1) Fisher, P. y A. Bender.- Valor Nutritivo de los Alimentos.
Limusa - Willey, S. A., México (1972).

CAPITULO I

PANORAMA

MUNDIAL

Y

NACIONAL

DE

LOS

ALIMENTOS

CONSUMO Y NECESIDADES PROTEINICAS MUNDIALES.

Uno de los principales problemas que en la actualidad se le plantea al mundo en general es el de asegurar una alimentación adecuada para su población, tan numerosa y en tan rápido crecimiento. La situación no es igual en todas las regiones - del globo; por una parte, en los países desarrollados, donde vive la tercera parte de - la población se cuenta con suficientes alimentos, los que en ocasiones son consumidos en exceso, y por otra, en los países de escaso desarrollo, con las dos terceras partes - de la población mundial, grandes núcleos sociales sufren múltiples carencias, con serias consecuencias económicas y de salud.

Sin embargo, y en ésto es importante insistir, en los últimos años ha habi- do una gran tendencia hacia el mejoramiento. En muchos países de escaso desarrollo, que posiblemente alojan a una tercera parte de la población mundial, se han estado - realizando grandes esfuerzos por mejorar el abastecimiento de alimentos, movimiento que por su magnitud y extensión ha sido calificado como la "revolución verde". Co

mo consecuencia, varios expertos en la materia consideran que gracias a la tecnología derivada de esta revolución, será posible llegar a satisfacer las demandas mundiales; pero sin embargo, se ha encontrado que esta revolución ha planteado nuevos problemas, tales como dificultades de almacenamiento y transporte, aparición de excedentes, etc., cuya solución no es fácil.

DISPONIBILIDADES PROTEINICAS Y DISTRIBUCION.

La disponibilidad de nutrientes para algunos países y áreas se muestra en - la TABLA III (1), durante el período 1963 - 1965. La TABLA IV da los porcentajes de grupos alimenticios importantes con respecto a las disponibilidades proteínicas totales.

(1) Lawrie, R.A. - Proteins as Human Food. Butterworths, London (1970).

TABLA III

DISPONIBILIDADES PROTEINICAS (por persona y por día)
(1963-1965)

AREA O PAIS	CALORIAS	PROTEINAS ANIMALES (g)	PROTEINAS VEGETALES (g)	PROTEINAS TOTALES (g)
LEJANO ORIENTE (incl. China)	2 050	8.6	46.2	54.8
Asia (Sur)	2 020	6.4	43.0	49.4
Asia (Zona Meri- dional)	2 180	13.1	36.3	49.4
Asia Oriental	2 350	20.5	54.6	75.1
Principales islas del sureste de Asia	2 040	7.1	33.6	40.7
China Meridional	2 010	8.2	50.5	58.7
CERCA NO Y MEDIO ORIENTE	2 410	14.0	57.6	71.6
AFRICA	2 170	10.9	47.6	58.5
Africa del Norte	2 100	10.9	44.1	55.0
Africa Central y Occidental	2 120	7.8	46.9	54.7
Africa Oriental y del Sur	2 270	15.0	49.8	64.8
LATINOAMERICA	2 590	24.1	43.5	67.6
Brasil	2 780	19.4	49.4	68.8
Zona Norte y Occiden- tal de Sudamérica	2 220	22.2	36.3	58.5
México y América Central	2 500	21.3	45.0	66.3
Países del Río de la Plata	3 090	50.5	37.0	87.5
REGIONES EN DESARRO- LLO	2 140	10.7	46.9	37.6
EUROPA (incl. Rusia)	3 050	42.8	44.8	87.6
Europa Oriental	3 180	32.4	56.7	89.1
Europa Occidental	3 020	45.4	41.9	87.3
NORTEAMERICA	3 140	65.3	27.8	93.1
OCEANIA	3 230	63.9	31.5	95.4
REGIONES DESARROLLA- DAS	3 070	48.3	40.8	89.1
MUNDO	2 380	21.0	45.1	66.1

TABLA IV

CONTRIBUCIONES (en %) DE DIFERENTES ALIMENTOS

A LAS DISPONIBILIDADES PROTEINICAS TOTALES.

(1963-1965)

	Cereales	Féculas y Tubérculos	Leguminosas Nueces y semillas	Vegetales y frutas	Proteínas vegetales	Carne	Huevos	Pescado	Leche	Proteínas animales
LEJANO ORIENTE (incl. China Meridional)	59.3	3.3	18.0	3.3	84.3	6.6	0.7	4.6	3.8	15.7
Asia del Sur	64.5	1.0	19.6	1.0	87.1	1.4	0.2	1.4	9.9	12.9
Asia Meridional	58.8	2.0	8.3	4.0	73.5	7.1	1.4	15.4	2.6	26.5
Asia Oriental	48.2	2.1	14.0	8.4	72.7	6.1	2.9	15.6	2.7	27.3
Principales islas del sureste de Asia	64.4	6.4	7.4	3.9	82.6	7.1	1.0	8.6	0.7	17.4
China Meridional	57.8	4.6	20.3	3.2	86.1	10.0	0.5	2.7	0.5	13.9
CERCANO Y MEDIO ORIENTE	67.8	1.0	6.7	4.9	80.1	8.0	0.7	1.4	9.5	19.6
Africa	54.7	9.1	15.7	1.9	81.4	9.2	0.5	4.1	4.8	18.6
Africa del Norte	69.9	1.1	5.1	4.2	80.3	7.8	0.8	1.6	9.5	19.6
Africa Central y Occidental	51.2	14.8	18.1	1.6	85.7	6.8	0.4	5.1	2.0	14.3
Africa Oriental y del Sur	55.1	4.5	15.6	1.7	76.9	12.5	0.6	3.4	6.6	23.1
LATINOAMERICA	39.8	4.0	16.9	3.4	64.3	18.3	1.9	2.7	12.7	35.7
Brasil	37.9	3.6	26.6	3.7	71.8	13.5	2.2	2.3	10.2	28.2
México y América Central	44.3	2.1	18.2	3.0	67.9	12.7	1.8	2.4	14.9	32.1
Países del Norte y Oeste de Sudáfrica	41.0	7.5	8.5	4.3	61.8	18.8	1.2	4.8	13.2	38.2
Países del Río de la Plata	32.7	4.2	2.5	2.9	42.3	41.0	2.1	1.4	13.0	57.7
REGIONES EN DESARROLLO	57.2	3.8	16.8	3.3	81.4	8.3	0.9	4.0	5.4	18.6

(Continuación TABLA IV)

	Cereales	Féculas y Tubérculos	Leguminosas Nueces y semillas	Vegetales y frutas	Proteínas vegetales	Carne	Huevos	Pescado	Leche	Proteínas animales
EUROPA (incl. Rusia)	36.8	5.5	3.8	5.4	15.5	21.5	3.8	4.2	18.8	48.5
Europa Oriental	50.0	6.4	3.0	4.2	63.6	16.4	2.5	1.5	15.1	36.4
Europa Occidental	33.5	5.4	3.9	5.6	48.4	22.8	4.1	4.9	19.8	51.6
NORTEAMERICA	17.6	2.6	4.6	5.2	30.1	36.3	5.8	2.9	24.9	69.9
OCEANIA	24.9	2.4	2.2	3.6	33.1	36.8	4.2	3.1	22.5	66.9
REGIONES DESARROLLADAS	31.9	4.7	3.9	5.3	45.8	25.4	4.3	3.9	20.4	54.2
MUNDO	47.9	4.1	12.1	3.9	68.2	14.7	2.1	3.9	10.9	31.8

Las disponibilidades proteínicas decrecen grandemente al pasar de países industrializados con un alto consumo de productos de origen animal a los países de la zona ecuatorial donde la dieta se basa en raíces y tubérculos.

Los requerimientos proteínicos por persona, por día, varían de 83 a 51 g. Aunque ciertos países industrializados gozan de un amplio margen de seguridad, 43 de 88 países bajo consideración muestran un nivel de consumo menor que los requerimientos estimados. Estos 43 países tienen una población en conjunto de 900 millones de habitantes, la mitad de la población total de los 88 países.

REQUERIMIENTOS ACTUALES Y FUTUROS DE ALIMENTOS PROTEINICOS.

Tomando en cuenta tanto las disponibilidades como los requerimientos proteínicos mundiales en la actualidad, se da una cuenta que las cantidades de uno y otro son aproximadamente iguales. Sin embargo, mientras que en algunos países se consume bastante más de lo necesario para satisfacer sus necesidades nutricionales, en otros ni siquiera se cubren los requerimientos mínimos.

Los requerimientos proteínicos son calculados de acuerdo con las recomendaciones de la asociación FAO/WHO^(*) (Grupo Experto en Requerimientos Proteínicos) (1963), utilizando datos provisionales de peso corporal y una división de la población según sexo y edad.

(*) FAO : Food and Agriculture Organization

WHO: World Health Organization.

Sin embargo, estos cálculos y estudios regionales muestran que aún cuando los requerimientos medios o promedio (M) se satisfacen, la mitad de la población - en países cuyas disponibilidades están marginadas, no tiene sus requerimientos cubiertos. De hecho, para cubrir los requerimientos de la gran mayoría de la población -- (97.5%), es necesario, en principio, tener abastecimientos equivalentes al 120% de los requerimientos medios o promedio (M) disponibles. Este valor representa los "requerimientos prácticos" (P).

Para una dieta adecuada, cuando menos del 10 al 12% de las calorías - totales deben derivar de las proteínas. Este criterio también es formulado en la forma de un objetivo o meta (O), como un balance calórico-proteínico que asegura una relación $\frac{\text{calorías derivadas de proteínas}}{\text{calorías totales}}$ entre el 10 y el 12%.

La TABLA V muestra las disponibilidades proteínicas y los requerimientos por persona -por día de proteínas. Los requerimientos proteínicos del hombre promedio se dan en tres niveles:

M - Requerimientos medios o promedio (nivel nacional)

Cubre solamente los requerimientos del 50% de la población.

P - (Requerimientos medios o promedio + 20 %)

Cubre los requerimientos del 97.5% de la población.

O - Objetivos.

Asegura una relación $\frac{\text{cals. derivadas de prots.}}{\text{cal. totales}}$ entre el 10 y el 12%.

DISPONIBILIDADES PROTEINICAS Y REQUERIMIENTOS
 PROTEINICOS POR PERSONA - POR DIA (de proteínas locales)

	Disponibilidades		Requerimientos			
	Calorías	Proteínas totales (g.)	Calorías	Proteinas totales (g.) M P O		
LEJANO ORIENTE (incl. China Meridional)	2050	54.8	2250	49.1	59	68
Asia del Sur	2020	49.4	2230	49.1	59	63
Asia Meridional del Sur	2180	49.4	2170	41.9	50	57
Asia Oriental	2350	75.1	2370	52.5	75	75
Islas principales del sureste de Asia	2040	40.7	2040	41.8	50	55
China Meridional	2010	58.7	2300	50.7	60	72
CERCANO Y MEDIO ORIENTE	2410	71.6	2410	56.1	72	77
AFRICA	2170	58.5	2250	51.6	62	69
Africa del Norte	2100	55.0	2350	55.2	66	72
Africa Central y Occidental	2120	54.7	2220	50.3	60	63
Africa Oriental y del Sur	2270	64.8	2270	52.5	65	73
LATINOAMERICA	2590	67.6	2360	53.3	68	71
Brasil	2780	68.8	2350	54.9	69	71
México y América Central	2500	66.3	2280	50.3	66	69
Países del Norte y del Oeste de América del Sur	2220	58.5	2350	51.1	61	72
Países del Río de la Plata	3090	87.5	2620	61.8	88	88
REGIONES EN DESARROLLO	2140	57.6	2270	50.2	61	69

(Continuación TABLA V)

	Disponibilidades		Requerimientos			
	Calorías	Proteínas totales (g.)	Calorías	Proteínas totales (g.) M P O		
EUROPA (incl. Rusia)	3050	87.6	2690	50.2	88	88
Europa Oriental	3180	87.1	2690	59.7	89	89
Europa Occidental	3020	87.3	2680	60.3	87	87
AMERICA DEL NORTE	3140	93.1	2520	61.0	93	93
OCEANIA	3230	95.4	2700	56.3	95	95
REGIONES DESARROLLADAS	3070	89.1	2650	60.4	89	89
MUNDO	2380	66.1	2370	53.0	66	74

DISPONIBILIDADES DE ALIMENTOS EN MEXICO

Durante los últimos 30 años, la producción de alimentos en el país ha aumentado considerablemente, sobre todo en algunos productos vegetales. Sin embargo, la situación no es tan halagüeña como a primera vista parece, ya que los niveles de 1940 eran muy bajos y la población ha crecido muy rápidamente. Así por ejemplo, considerando los cereales y granos, en 1940, para una población de casi 20 millones había solo 2.9 millones de toneladas; en el período de 1940 a 1969 la cifra de producción se cuadruplicó hasta un total de 12.8 millones de toneladas, pero la población aumentó una y media veces y el resultado es que apenas se está llegando a un ni vel aceptable en la disponibilidad de estos productos.

Por otra parte, producción no es sinónimo de disponibilidad, pues en la misma forma que crece la producción, también crecen, y a veces en mayor grado, las pérdidas, las exportaciones y los usos industriales y forrajeros.

En la TABLA VI (2) se presenta un resumen de las disponibilidades per capita de los principales alimentos agrupados desde un punto de vista nutricional, expresados en peso neto, que corresponde a la porción comestible de cada uno de ellos, por persona y por día.

(2) Ramírez, J., P. Arroyo y A. Chávez.- Aspectos Socioeconómicos de los Alimentos y la Alimentación en México. Comercio Exterior. 21, N^o. 8, 675 (1971).

TABLA VI

CAMBIOS EN LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS,
CALORIAS Y PROTEINAS EN MEXICO.

(Gramos en peso neto, por persona y por día)

ALIMENTOS	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1969
Cereales	334.5	343.2	385.9	392.1	424.5	441.0	431
Leguminosas y oleaginosas	27.5	33.4	37.0	50.3	58.3	65.0	55.0
Raíces feculentas	13.1	14.9	14.1	15.0	19.1	17.5	18.0
Verduras	28.6	22.8	29.1	29.9	27.7	34.0	51.0
Frutas	93.2	96.6	103.5	98.5	114.6	130.2	124.0
Carnes	39.9	35.3	31.4	39.2	45.9	57.8	57.0
Leche	222.5	223.3	209.0	213.3	268.9	278.5	244.3
Pescados y mariscos	2.6	2.3	2.6	6.2	3.2	4.2	6.3
Huevo	8.3	8.5	9.4	11.6	11.9	13.9	14.9
Azúcar	59.8	62.0	61.9	74.4	84.0	89.5	98.9
Grasas	17.7	19.1	17.0	16.8	16.8	17.9	17.8
Calorías	1991	2058	2166	2277	2522	2662	2619
Proteínas totales	54.3	55.3	58.8	62.6	72.0	78.1	72.0
Proteínas animales	17.1	16.2	15.0	16.1	22.6	23.3	22.7

En la TABLA VI se muestra que ha aumentado significativamente la cantidad de alimentos que en promedio cada mexicano tiene para su nutrición. Se hace especial hincapié en la palabra "promedio", ya que debe quedar claro que las cifras dadas por cada uno de los años no corresponden mas que al total disponible dividido entre la población nacional.

En 1940 se disponían de menos de dos mil calorías y 55 g de proteínas totales por persona y por día, valores semejantes a los que en la actualidad tiene la India; en el decenio último ya se dispone de más de 2600 calorías y de 70 g de proteínas, que son las cifras reconocidas como mínimas para un país de escaso desarrollo como el nuestro.

Las disponibilidades per capita de alimentos dan un total de 2619 calorías, 72.0g de proteínas totales de las cuales 22.7 g son de origen animal. Estas cifras son semejantes a las recomendadas, que como se ve en la TABLA VII son de 2600, 75 y 25 respectivamente.

TABLA VII

	Disponibilidad por habitante (México)	Recomendaciones	
Calorías	2619	2600	+
Proteínas totales (g.)	72.0	75.0	+
Proteínas animales	22.7	25.0	+

+ Recomendaciones de la FAO para países de escaso desarrollo.

Se muestra, por lo tanto, que los volúmenes totales satisfacen las necesidades de la población, pero no en cuanto a calidad, ya que hay déficit: ligero para proteínas totales y más marcado en el caso de las proteínas animales.

Un fenómeno de especial importancia es que en los últimos doce años, - a pesar de los incrementos de la producción, no ha habido un aumento paralelo de la disponibilidad, sino que esta última ha permanecido sensiblemente igual en el período, tal como se muestra en la TABLA VIII

TABLA VIII
DISPONIBILIDAD DE CALORIAS Y PROTEINAS
EN LOS ULTIMOS AÑOS.

(Por persona y por día) (México)

Año	Calorías	Proteínas	Proteínas animales
1958	2528	75.2	20.5
1959	2320	69.4	20.6
1960	2523	74.9	22.6
1961	2501	74.4	20.3
1962	2544	73.6	22.2
1963	2674	76.5	21.4
1964	2492	73.1	21.6
1965	2662	78.1	23.3
1966	2747	79.4	21.7
1967	2625	76.0	22.9
1968	2547	75.1	22.9
1969	2619	72.0	22.7

No obstante lo anterior, se debe tomar en cuenta el hecho, subrayado por la FAO, de que no porque se logre la cifra mínima recomendada se debe considerar que ya no hay escasez de alimentos, sino que aconseja que se debe promover un excedente de aproximadamente 15% para abastecer a la población de escasos recursos. Esto significa que nuestra meta óptima real debe ser de aproximadamente 3,000 calorías por persona y por día. Esta meta no puede lograrse con el solo hecho de aumentar la producción, pues ya ha sido discutido que por más que se aumente la producción, ya no se incrementa paralelamente el consumo aparente, sino que se tiene que recurrir al almacenamiento o a la exportación. Por lo tanto, para aumentar el consumo hay que promover el poder de compra de los estratos socioeconómicos bajos y fomentar la educación alimentaria.

El renglón de los productos animales es especialmente importante para la nutrición ya que su consumo se relaciona fundamentalmente con la salud y bienestar sociales, pero también es un renglón muy difícil de promover si no existen, por una parte, inversión cuantiosa de recursos económicos y técnicos, y por otra, suficiente poder adquisitivo de los sectores mayoritarios.

DISTRIBUCION DE LAS DISPONIBILIDADES.

Toda la información que ha sido mencionada corresponde a promedios nacionales, los que si bien son útiles desde el punto de vista económico, no informan mayormente de lo que en realidad está pasando en el país.

Se sabe que el desarrollo económico nacional no ha beneficiado por -

igual a todos los sectores que componen la sociedad mexicana, sino más bien ha dado lugar a la expansión de ciertos grupos, con reducción proporcional, aunque no absoluta, de los otros.

De acuerdo con lo anterior, se podría plantear la pregunta de si el aumento en los consumos aparentes de alimentos que ha experimentado el país en los últimos 30 años ha beneficiado a toda la población por igual o solamente a los sectores urbanos en proceso de expansión numérica y económica.

Como un primer paso para aclarar la situación antes señalada, se llevó a cabo una investigación sobre la disponibilidad de alimentos en el Distrito Federal, para que, después de deducir estas cantidades de los totales nacionales, fuera posible estimar las disponibilidades del resto del país. En este trabajo se informa únicamente sobre los resultados obtenidos con las investigaciones de balance de los alimentos de origen animal, ya que éstos son más significativos como indicadores nutricionales y se tiene más confianza en su veracidad.

En la TABLA IX se presentan las disponibilidades "per capita" de los alimentos de origen animal en el Distrito Federal, tanto en cifras brutas por años, como en cantidades netas por día.

TABLA IX

CAMBIO EN LOS PROMEDIOS DE DISPONIBILIDAD
BRUTA ANUAL Y NETA DIARIA DE ALIMENTOS DE
ORIGEN ANIMAL POR HABITANTE EN EL D.F.

Alimentos	Conceptos	1960	1962	1964	1966	1968	1969
Leche	Bruto Kg/año	189.4	185.7	181.4	178.1	173.2	171.2
	Neto g/día	518.9	508.9	497.5	487.8	474.6	469.0
Huevo	Bruto Kg/año	15.4	15.3	15.6	15.9	16.1	16.1
	Neto g/día	37.5	37.3	38.0	38.8	39.2	39.2
Carne de res	Bruto Kg/año	30.0	32.8	31.4	28.8	28.5	30.1
	Neto g/día	63.2	69.0	66.2	60.8	60.2	63.3
Carne de cerdo	Bruto Kg/año	9.7	8.5	11.4	7.9	9.6	9.6
	Neto g/día	21.7	19.0	25.7	17.6	21.6	21.4
Carnes de aves	Bruto Kg/año	3.9	3.9	4.6	5.5	5.8	5.9
	Neto g/día	6.0	6.0	7.0	8.3	8.9	9.1
Otras carnes	Bruto Kg/año	3.0	3.0	3.0	2.9	2.4	2.5
	Neto g/día	6.5	6.5	6.4	6.1	5.3	5.4
Pescado y mariscos	Bruto Kg/año	6.2	7.1	8.1	8.7	8.8	8.8
	Neto g/día	12.7	14.6	16.5	17.8	18.1	18.1

Las cifras de la TABLA IX señalan que, en promedio, en el Distrito -

Federal existen por habitante grandes disponibilidades de alimentos de origen animal que representan aproximadamente el doble que las discutidas en el capítulo anterior para el país en general.

En la TABLA X se presenta el porcentaje que del total de alimentos - dispone el Distrito Federal para su consumo en tres años diferentes del decenio pasado.

TABLA X
PROPORCION DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL
QUE ABSORBE EL DISTRITO FEDERAL.

Alimentos	1960		1965		1969	
	Disponibilidad nacional (miles de ton.)	% del D.F.	Disponibilidad nacional (miles de ton.)	% del D.F.	Disponibilidad nacional (miles de ton.)	% del D.F.
Leche	3443	26.8	4068	27.0	4306	30.6
Huevo	173	42.7	242	39.6	298	39.5
Carne de res	618	26.9	739	28.6	858	26.1
Carne de cerdo	249	18.9	276	20.4	318	22.4
Carne de aves	37	52.7	57	56.1	76	58.1
Otras carnes	46	31.4	64	28.4	68	28.7
Pescado y mariscos	79	38.0	126	42.8	150	41.9
Población (millones de habitantes)	34.9	13.9	41.8	14.8	48.2	15.4

En la TABLA X se puede ver que, a pesar de que el D. F. tiene el 15% de la población del país, dispone para su consumo entre el 22 y el 58% de las disponibilidades nacionales según el alimento de que se trate.

En el D.F. existe una preferencia muy marcada por algunos productos como carne de aves, pescado, mariscos y huevo, de los cuales esta entidad capta alrededor de la mitad de los volúmenes nacionales, mientras que de otros, como la carne de cerdo, chivo y carneros, en la misma zona se consume entre la cuarta y la quinta parte del total nacional.

Este fenómeno de desigualdad en la concentración de alimentos, que llega al grado de dejar al resto del país con disponibilidades muy poco significativas para la nutrición, se muestra en la TABLA XI en la que se comparan ambos mercados.

TABLA XI

DISPONIBILIDAD BRUTA ANUAL Y NETA DIARIA DE ALIMENTOS
POR HABITANTE EN EL D.F. Y EN EL RESTO DEL PAIS.

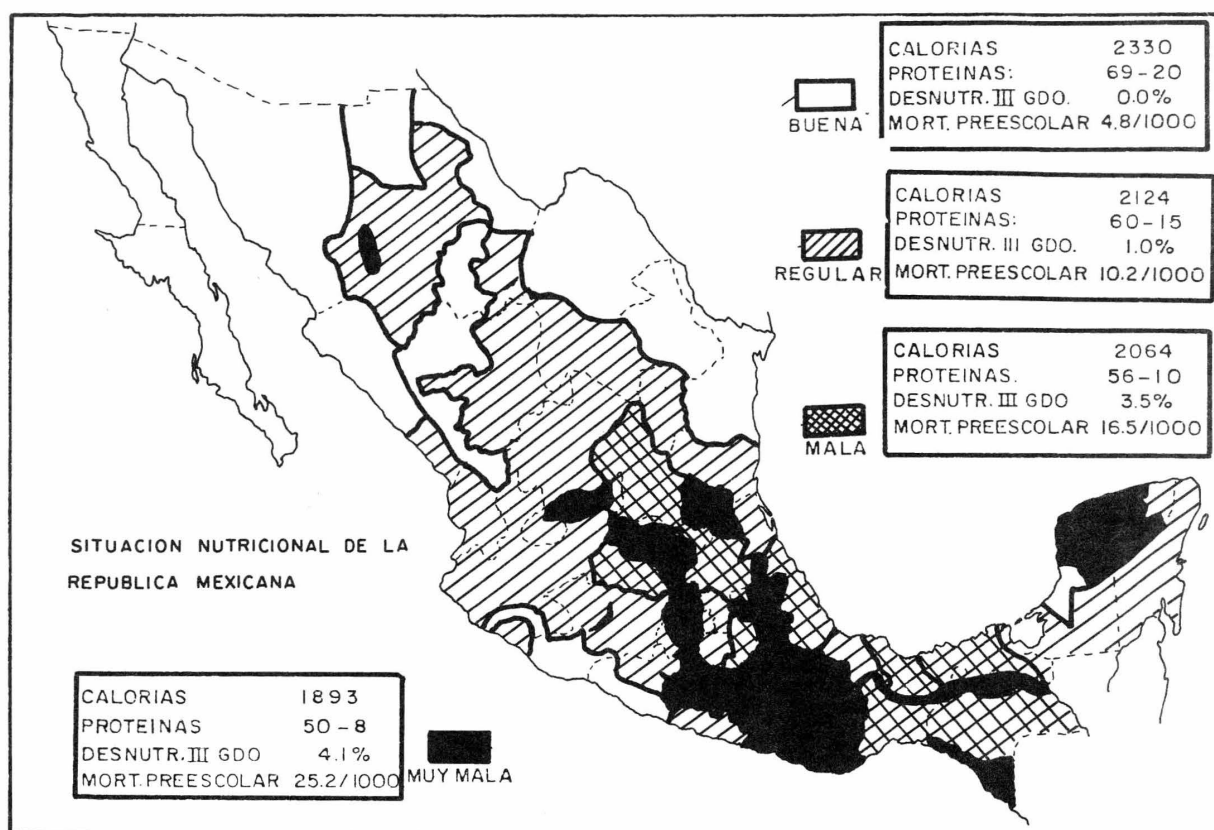
Alimentos	Conceptos	1960		1965		1969	
		Resto país	D.F.	Resto país	D.F.	Resto país	D.F.
Leche	Bruto Kg/año	84.3	189.4	83.4	169.6	73.2	177.0
	Neto g/día	230.8	518.9	228.4	464.6	200.5	434.9
Huevo	Bruto Kg/año	3.3	15.4	4.1	15.5	4.4	16.1
	Neto g/día	8.0	37.5	10.0	37.9	11.0	39.2
Came de res	Bruto Kg/año	14.9	34.0	14.8	33.8	15.6	29.1
	Neto g/día	31.4	71.7	31.2	70.3	32.8	63.3
Came de cerdo	Bruto Kg/año	6.7	9.7	6.1	9.0	6.0	9.6
	Neto g/día	15.0	21.7	13.7	20.1	13.6	21.4
Came de aves	Bruto Kg/año	0.6	3.9	0.6	5.1	0.8	6.0
	Neto g/día	0.9	6.0	0.9	7.8	1.2	9.1
Otras carnes	Bruto Kg/año	1.1	3.0	1.2	3.0	1.1	2.6
	Neto g/día	2.3	6.5	2.6	6.3	2.4	6.0
Pescado y mariscos	Bruto Kg/año	1.6	6.2	2.0	8.6	3.0	8.8
	Neto g/día	3.4	12.7	4.0	17.7	6.2	18.1

Las diferencias registradas por este método son francamente impresionantes. El Distrito Federal dispone, por habitante, de siete veces más carne de aves, - más de tres veces de huevos, pescados y mariscos y más del doble de leche y carne de ganado que el resto del país.

Además es importante destacar que la disponibilidad de alimentos en el D.F. crece mucho más rápidamente que en el resto del país; sin embargo, el fenómeno no es tan acentuado pues la población del primero crece más rápidamente.

Por lo tanto, se puede considerar como ilusoria la idea de que el país- ha superado el subdesarrollo desde el punto de vista de la alimentación. Es cierto - que en promedio ya se dispone de las cifras mínimas, pero también es cierto que existe una sociedad dual en la que un sector de la población más rico y poderoso cuenta ya con variados y valiosos alimentos, mientras que otros, el de los obreros no califi- cados y la población rural, está limitado a una dieta monótona con alimentos de es- casa calidad.

En el mapa anexo se presentan las distintas regiones de acuerdo a su clasificación nutricional y en él están también reunidas las características del consumo - de cada una de ellas.



Las regiones de regular nutrición están sobre todo en el área central del norte, en el occidente y en las porciones más meridionales de ambas vertientes marítimas.

Los problemas más graves se encuentran en las zonas clasificadas como de mala o muy mala nutrición, las que se concentran en cinco grandes áreas fácilmente distinguibles en el mapa :

- a) En el centro del país que incluye una gran zona desde el Bajío hasta Zacatecas y Durango ;
- b) En un anillo amplio y densamente poblado alrededor del valle de México ;
- c) En el sur incluyendo las partes montañosas del estado de Guerrero y todo Oaxaca ;
- d) En el estado de Chiapas ;
- e) En la zona henequenera de Yucatán.

Todas estas regiones presentan un cuadro claro de desnutrición endémica. Sus consumos, tanto calóricos como proteicos y de otros principios nutritivos, son muy bajos y la salud y estado nutricional de los niños son precarios. Estas áreas pueden ser calificadas, con justicia, como zonas "problema " desde el punto de vista nutricional, cuya situación reclama medidas resolutivas con urgencia.

En el curso de este trabajo se ha visto que, conforme se han ido profun-

dizando y aclarando las disponibilidades y los consumos de alimentos en el país y en el mundo, se muestra que la mala nutrición es quizá el problema que afecta más la productividad, salud y bienestar de la población mundial.

El análisis a nivel de disponibilidades nacionales globales da la impresión halagüeña de que los problemas se van resolviendo con el solo aumento de la producción. Cabe señalar que el problema de la alimentación tiene dos facetas que se deben distinguir: la "subnutrición", deficiencia en calorías totales, y la "malnutrición", deficiencia en calidad del alimento.

La "subnutrición" es un problema que se resuelve si se logra aumentar la producción de los diferentes alimentos que intervienen en la dieta de una población, para que de esta manera, al incrementarse la ingestión de alimentos, se satisfagan las necesidades calóricas del organismo.

La "malnutrición" es un problema social muy serio, y se atribuye a la mala calidad de la proteína, aunque existen casos de deficiencias de vitaminas y minerales que también se clasifican como "malnutrición". Si fuera posible satisfacer las necesidades proteínicas, aún existirían deficiencias en otros nutrientes, pero -- cuando menos, muchos problemas actuales se solucionarían.

POSIBILIDADES DE AUMENTAR LAS DISPONIBILIDADES DE ALIMENTOS.

SOLUCION PARCIAL DEL PROBLEMA PROTEINICO.

La humanidad se acerca a un precipicio donde se padece hambre cada vez que las sequías y las plagas diezman las cosechas. No existe ninguna fórmula sencilla que nos aleje del precipicio. Un paso obvio y difícil, pero esencial a largo plazo, es la reducción de las velocidades de crecimiento de los pueblos. Mientras tanto, las disponibilidades de alimentos se pueden aumentar siguiendo tres líneas de acción: la creación de un banco mundial de alimentos (a corto plazo), la modernización de la agricultura en los países subdesarrollados (a largo plazo), y finalmente, una intensificación de las investigaciones en el campo de los alimentos y de la agricultura.

Mucha gente ha sugerido la creación de un banco mundial de alimentos que sea administrado internacionalmente, con el cual se podrían aumentar las disponibilidades en países subdesarrollados durante los años de malas cosechas, debidas al mal clima, plagas de insectos o enfermedades. Respecto a la producción agrícola, las posibilidades físicas de incrementarla son muy grandes, tanto en términos de recursos naturales como tecnológicos.

Tal vez el primer paso para aumentar las disponibilidades de alimentos, es mediante la mayor utilización de las tierras cultivables. Aproximadamente 10% de la superficie terrestre es cultivada, y se estima que el 30 o 40% es el área máxima cultivable (3). Pero las áreas adicionales incluyen las selvas ecuatoriales, así -

(3) Altschul, A.M.- Proteins, their Chemistry and Politics.
Butterworths, London (1970).

como enormes extensiones de sabanas tropicales y pastizales. Por ejemplo, es posible aumentar el área cultivada en Canadá y los E.U.A., así como en la India, donde el aumento puede ser de un 25%. Sin embargo, en Japón y la Gran Bretaña, prácticamente toda la tierra posiblemente cultivable ya está en explotación.

Las sabanas de Sudamérica, Australia y Africa se encuentran subexplotadas y ofrecen grandes posibilidades para incrementar la agricultura mediante el control de las inundaciones e irrigación. En Africa existe además el problema de que algunas sabanas se destruyen por incendios.

Los ríos que se forman en áreas montañosas y cuyo cauce atraviesa tierras áridas, pueden contribuir enormemente en aumentar las disponibilidades mundiales.

Siempre que ha habido un mejoramiento en la práctica de la agricultura, ya sea por mayor irrigación, adición de fertilizantes o mejores semillas, ha habido un marcado mejoramiento en la producción de alimentos.

PRODUCCION ANIMAL MAS EFICIENTE.

Un mejoramiento en el proceso agrícola, trae como consecuencia una mayor producción de proteínas animales; pero aparte de esto, hay mejoramientos específicos que son resultado de crías selectivas y mejores prácticas de alimentación. De esta forma, se ha incrementado la producción de leche por vaca, se ha disminuido la cantidad de alimento requerido por unidad de peso vivo en aves como pavos y gallinas, etc.

Otro factor importante en el mejoramiento de la producción animal es el control de las enfermedades, que pueden causar pérdidas de millones de pesos — anualmente.

PROTEINA DE PESCADO.

Aunque el 75% de la superficie terrestre está cubierta por agua, sólo el 10% de la proteína animal y el 1% de las disponibilidades totales, proviene de fuentes acuáticas. Sin embargo, la producción de pescado se puede aumentar mediante técnicas de pesca más eficientes, mecanización, o bien, por el cultivo de especies en mares y lagos.

LA ACUACULTURA CONTRA EL HAMBRE.

"Acuicultura" o "acuicultura" — el cultivo de especies en lagos, mares y recintos — también llamada "piscicultura" puede contribuir a aliviar la escasez mundial de alimentos. Las perspectivas para una empresa de esa naturaleza son especialmente atractivas en regiones donde las deficiencias de proteínas son más críticas y en donde se dispone de miles de kilómetros cuadrados de costas, estuarios y pantanos.

La utilización de bahías y estuarios para el cultivo de mariscos, la construcción de embalses que se llenen con la marea en los pantanos de los manglares para la cría del camarón y cierta variedad de peces con aletas, se puede realizar con la intervención de capitales relativamente pequeños. La magnitud de una operación de tal índole es variable y se puede adaptar a las limitaciones económicas y fi-

sicas de la situación local, ya que no se requiere de una inversión inicial cuantiosa, - tal como un barco pesquero o una planta de procesamiento. De hecho, con 6 o 7 pes cadores hábiles se pueden controlar con éxito 400 hectáreas de estuarios apropiadas para el cultivo de moluscos y crustáceos, o atender estanques rústicos para peces. Si se usan las técnicas disponibles, " cosechas" de más de 2 toneladas de camarón y pe- ces finos por hectárea, en embalses que se llenan con la marea y que necesitan poco o ningún alimento adicional, pueden ser obtenidas. Con las técnicas tridimensiona- les de cultivo se pueden producir más de 22.5 toneladas de ostras y 81.5 toneladas- de almejas (sin tomar en cuenta las conchas) por hectárea al año.

La realización del potencial total de la acuicultura en los países en - vías de desarrollo requerirá de la introducción y adopción de las mejores técnicas dis ponibles. Estas técnicas incluyen el crecimiento en criaderos (que ya se practica - con éxito y en escala comercial con los camarones y muchas especies de peces y ma- riscos costosos), el exterminio de las plagas y los animales predadores, la alimenta- ción complementaria y el cultivo de organismos para alimento, así como también la- administración del almacenamiento y la cosecha.

Aunque la apertura de nuevas zonas y la aplicación de las técnicas ade cuadas de acuicultura pueden, por sí mismas contribuir en forma apreciable al sumi- nistro de alimentos del mundo, el potencial de la acuicultura desde el punto de vis ta de su desarrollo futuro es todavía prometedor. Con algunas excepciones, pocos - han sido los esfuerzos que se han llevado a cabo para la cría artificial de animales - acuáticos. La mayoría de las técnicas que se utilizan actualmente han sido creadas de una manera empírica, con poco conocimiento de los factores ambientales que in-

fluyen en el crecimiento de los mariscos y peces. En muchos casos, se crían animales en recintos artificiales sin saber qué es lo que comen. Una información básica de la reproducción, alimentación, comportamiento y la ecología general de los organismos, que conduzca a la manipulación experimental de los animales y su ambiente, tendrá seguramente como resultado un crecimiento más rápido y un rendimiento mayor. El control genético y la cría selectiva constituyen factores prometedores, que serán posibles por medio del desarrollo de sementales en criaderos especiales.

No cabe duda que se pueden llegar a conseguir especies comerciales de rápido crecimiento y alto valor nutritivo con tolerancia al medio y otras ventajas hereditarias, que hagan posible no sólo la producción de más abundantes y mejores alimentos, sino también la introducción de diferentes formas de acuacultura en zonas explotadas.

Uno de los rasgos más atractivos de la acuacultura estriba en que se puede practicar en zonas ampliamente diseminadas en vías de desarrollo, directamente por y para el pueblo que más necesita mejorar su alimentación y sus ingresos. En la acuacultura rústica no se encuentran los problemas que representan el almacenamiento, el procesamiento, la distribución y los costos consiguientes, que son obstáculos de importancia para el desarrollo comercial de las operaciones de la pesca en regiones remotas. Los productos de la acuacultura no sólo tienen buena aceptación, sino que generalmente son considerados por su frescura y buen estado, artículos de lujo que gozan de gran demanda entre la población local. Aún cuando el aumento en la producción puede y es de esperar que así sea - alterar el concepto de artículo de lujo, el problema de la venta de productos como los mariscos, el camarón y los -

peces comestibles tradicionales de cada región, difiere considerablemente del que re presenta lograr la aceptación de productos poco familiares como los concentrados de proteína de pescado.

Finalmente la acuicultura, tal como se practica actualmente en muchos países, es una empresa muy lucrativa que rinde buenas utilidades sobre el capital invertido. En muchos países, los bancos del gobierno instan a solicitar préstamos para dicho propósito, tanto porque es un buen negocio, cuanto por su contribución a las reservas locales de alimentos. Por consiguiente, no hacen falta incentivos para el desarrollo de la acuicultura, fuera de la adquisición de los conocimientos técnicos y disponibilidad del terreno apropiado.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS

DE

LA

PISCICULTURA

INTRODUCCION A LA PISCICULTURA.

El pescado es un alimento de alta calidad. Contiene cantidades importantes de proteína, es rico en vitaminas y contiene también cantidades variables de --grasa, calcio, fósforo y otros elementos nutritivos necesarios para la salud del hombre y para su crecimiento. Los expertos en nutrición consideran que el pescado, acompañado de diversos productos vegetales, constituyen una alimentación equilibrada.

Es posible producir pescado, es decir, hacer piscicultura en cuerpos de agua contruidos y controlados por el hombre. Estos se pueden clasificar como:

- Estanques: Contruidos especialmente para piscicultura, y en ellos se practica la piscicultura intensiva.
- Arrozales: Contruidos especialmente para el cultivo de arroz, con el que se puede asociar la piscicultura de tipo intensivo cuando la - entrada y salida del agua se puede controlar completamente.

- Presas de agua artificiales de cualquier tamaño: construidas para diversos usos: producción de energía eléctrica, almacenamiento de -- agua para beber, reserva de agua para ganado, riego, etc. En estas presas se puede practicar la piscicultura extensiva.
- Recintos de todos los tamaños, construidos en cuerpos de agua de poca profundidad: En este caso se pueden practicar ambos tipos de -- piscicultura, según las disponibilidades locales.

TABLA XII

PISCICULTURA INTENSIVA

- Meta principal: Producción de pescado.
- La alimentación (entrada) - del agua está controlada.
- Se hace la " carga " con especies de peces seleccionados para la piscicultura.
- Los peces son alimentados o se utilizan abonos.
- Los peces están protegidos contra los peces de presa (depredadores).
- La producción de pescado por unidad de superficie es elevada.

PISCICULTURA EXTENSIVA

- Meta principal: Otra que la producción de pescado.
- La alimentación del agua - generalmente no está controlada, y si lo está, este control no toma en cuenta las necesidades piscícolas.
- La " carga " se hace generalmente a partir de la población natural del río.
- Generalmente no se alimenta a los peces y no se utilizan abonos.
- No tienen protección.
- La producción de pescado - por unidad de superficie es débil.

CADENA ALIMENTICIA.

Los diversos organismos que viven, crecen y se multiplican en el agua o en el fondo, están unidos estrechamente entre sí y constituyen los eslabones de una cadena llamada "cadena alimenticia". Un organismo se nutre de otros organismos -- más pequeños, sirviendo él mismo de alimento a otros organismos más gruesos. El pez es uno de los eslabones de esta cadena.

Las sales minerales son utilizadas por el fitoplancton y las plantas superiores, que a su vez sirven de alimento a los animales: zooplancton, larvas de insectos, etc., y, finalmente, peces. Todos los organismos que quedan sin ser comidos -- por otros, mueren y caen al fondo en medio de desperdicios orgánicos. Estas materias a su vez se transforman en sales minerales mediante la acción de las bacterias.

Según sean los organismos de que se alimenta un pez, tiene una cadena alimenticia más o menos larga.

Un pez que se alimenta de fitoplancton o de plantas, tiene una cadena alimenticia corta, porque entre él y las sales minerales (principio de la cadena) no hay más que un eslabón de la cadena alimenticia.

Un pez de presa que se nutre de otros peces, tiene una cadena alimenticia larga, pues entre él y las sales minerales hay siempre varios eslabones, que pueden ser:

4° eslabón: los peces que le sirven de presa

3° eslabón: larvas de insectos comidas por estos peces

2° eslabón: zooplancton del que se nutren las larvas de insectos.

1° eslabón: fitoplancton del que se nutre el zooplancton.

Al pasar de un eslabón a otro se pierde siempre materia viva. Por ejemplo, para engordar un kilogramo, un pez de presa debe comer de 5 a 8 kg de peces — que le sirven de presa. Es pues, en principio, más ventajoso criar en un estanque peces de cadena alimenticia corta. Existen, sin embargo, posibilidades de asociar la — crianza de peces de cadenas alimenticias diferentes.

PISCICULTURA INTENSIVA

Definición y características generales: (1)

La piscicultura intensiva consiste en producir cantidades de peces importantes en un cuerpo de agua cuya superficie y volumen sean tan reducidos como sea — posible. Es una actividad que puede compararse con la cría intensiva de ganado y — en la cual el piscicultor puede, en todo momento, disponer del agua del estanque y — de los peces que en él se hallan.

Siendo una actividad permanente que se practica de manera continua en un mismo lugar (estanques, recintos, etc.), la producción de pescado — salvo circunstancias excepcionales — se obtiene a partir de la aportación de alimentos y/o — abonos.

(1) Bard, J., P. De Kimpe y P. Lessent. —

Manual de Piscicultura destinado a la América Tropical.

Nogent - Sur - Marne, Francia (1974).

ESTANQUES DE PISCICULTURA INTENSIVA.

Definición:

Un estanque es un ensamble de agua que se puede llenar y vaciar fácilmente según sean las necesidades de la piscicultura. Debe constituir un medio favorable al desarrollo del pez.

Localización de los estanques:

Se requieren dos condiciones:

- Un suministro de agua conveniente
- Un terreno apropiado

AGUA

- Debe hallarse en cantidad suficiente
- Debe ser de buena calidad.

Hay que disponer todo el año de una cantidad de agua suficiente para llenar los estanques y compensar las pérdidas provocadas por la evaporación y las infiltraciones a través del fondo o de los diques del estanque. El relleno de un estanque que acaba de vaciarse debe poder hacerse en poco tiempo.

Cuando un estanque acaba de ser construido, necesita, por regla general, mucho más agua que un año o dos más tarde. Los diques y el fondo absorben mucha agua y se precisa cierto tiempo antes de que se "colmaten". Al cabo de un año o dos, las pérdidas se hacen muy pequeñas si los estanques han sido bien construidos.

No es posible dar una cifra sobre las pérdidas de agua por infiltración. - Varían considerablemente de un lugar a otro según la naturaleza del terreno, la elevación del estanque por encima de la capa subterránea y el modo como fue construido.

Las pérdidas por evaporación varían según el clima de la región: temperatura, asoleamiento, humedad del aire. Pueden alcanzar hasta 2.5 cm al día en regiones tropicales, lo que requiere compensarlas haciendo que el estanque reciba 3 litros por segundo por hectárea.

Podemos admitir que hay que disponer de un caudal mínimo de 10 litros/segundo por hectárea de estanque, para estar seguros de no tener dificultades en la alimentación del agua.

Si hay que tener cuidado con el caudal mínimo de los arroyos que alimentan el estanque, hay que tener también en cuenta el caudal máximo durante las grandes "riadas".

CALIDAD DEL AGUA.

La calidad del agua es muy importante. Las aguas que no pueden ser utilizadas para la piscicultura son muy escasas, pero la producción de los estanques puede variar según los caracteres físicos y químicos del agua.

CARACTERES FISICOS.

Los más importantes son la transparencia y color, así como la temperatura.

TRANSPARENCIA Y COLOR

La luz es indispensable para que los organismos del fitoplancton puedan desarrollarse dentro del agua, por lo cual el agua tiene que ser lo más transparente posible.

Las aguas turbias que contienen materia en suspensión no son favorables para la piscicultura. En efecto, por una parte, no penetra la luz y la producción de fitoplancton se halla frenada; por otra parte, el lodo que contiene puede ser perjudicial para los peces. Este lodo se pega a las branquias y molesta la respiración; puede, también, pegarse sobre los huevos del pez y matarlos.

Es preciso pues, evitar alimentar un estanque con aguas de color rojo, - amarillo o gris. Conviene evitar igualmente las causas que puedan enturbiar el agua, como la incursión de gente o ganado al estanque.

Las aguas claras, azulosas o verdosas son excelentes para la piscicultura. El agua de color verde oscuro es señal de que el estanque esta siendo bien alimentado o fertilizado.

TEMPERATURA

Debe convenir a las características biológicas particulares del pez que se quiere criar. Es un factor determinante para que la reproducción se lleve a cabo.

CARACTERES QUIMICOS.

Aguas neutras o ligeramente alcalinas son las mejores para la piscicultura. Aguas con un pH inferior a 5 o superior a 9 no son convenientes. Las alcalinas son muy productivas.

El oxígeno es indispensable, obviamente, para los peces y demás organismos acuáticos, sin embargo, la mayoría de los peces de aguas tropicales necesitan -- muy poco oxígeno para su respiración.

TOPOGRAFIA DEL TERRENO .

De la topografía, es decir, del relieve del terreno, depende la posibilidad de construir estanques, así como su tipo, superficie, forma, profundidad y cantidad.

Para que se puedan construir estanques, el declive del terreno debe ser suficiente para permitir el flujo de agua por canales, pero no excesivo que provoque inundaciones.

TIPO DE ESTANQUES

- Estanques de presa: Establecidos en el fondo de un valle, construyéndose un dique a través de éste. Los alimentan una o varias fuentes, la capa freática o un arroyo del que reciben la totalidad de -- sus aguas (caudal), sin la posibilidad de controlarlas.
- Estanques en derivación: dispuestos sobre un lado del valle y alimenen

tados de agua por la derivación de un canal, a raíz de una fuente — de un arroyo principal. Reciben pues, sólo una parte del caudal, siendo posible su control en todo momento.

ELECCION DEL TIPO DE ESTANQUE.

La elección entre ambas variedades queda determinada por la topografía, según los siguientes criterios:

- DECLIVE FUERTE A LO LARGO DEL ARROYO

Caso A : Declive fuerte a través del valle

No será posible, generalmente, construir estanques. Sería preciso construir diques demasiado elevados.

Caso B : Declive débil a través del valle

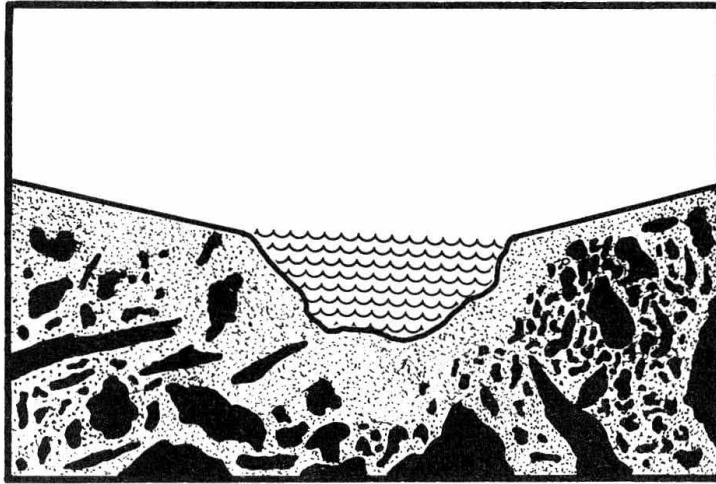
La construcción de estanques de presa no será, las más de las veces, posible. En cambio, podrán establecerse fácilmente estanques en derivación.

- DECLIVE A LO LARGO DEL ARROYO

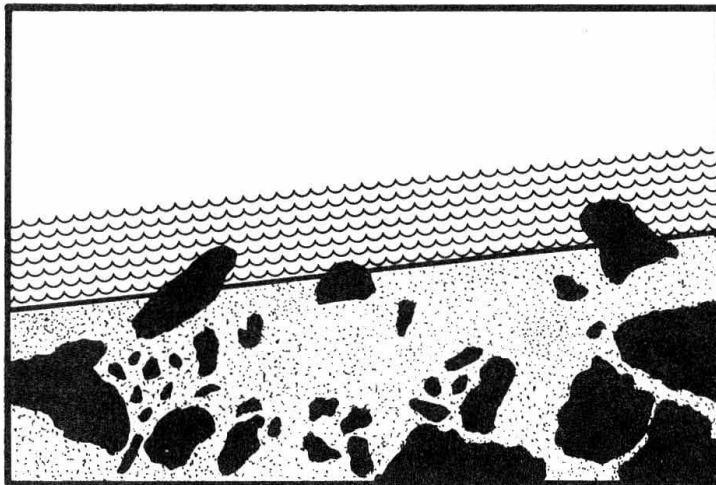
Caso A : Declive fuerte a través del valle

A no ser que el valle sea demasiado encajonado y que el declive a través de los lados del valle no exceda --- 10%, podrán construirse estanques en derivación; precisaría un canal de derivación muy largo para alimentar--

FIGURA 1



DECLIVE A TRAVES DEL VALLE



DECLIVE A LO LARGO DEL ARROYO

los, y los estanques tendrían que ser muy angostos.

Caso B: Declive débil a través del valle

No podrán construirse, generalmente, estanques de presa. La construcción de estanques en derivación será posible, pero habrá que establecer un canal de derivación más largo, mientras menor sea el declive a lo largo del valle.

Si se puede disponer al gusto de terrenos diferentes y estando en posibilidad de escoger entre los dos tipos de estanques, los criterios de elección pueden ser los que aparecen en la tabla XIII, aconsejando de antemano no construir estanques de presa si el caudal del arroyo que lo atraviesa es demasiado irregular.

T A B L A X I I I

ESTANQUES DE PRESA		ESTANQUES EN DERIVACION	
VENTAJAS	INCONVENIENTES	VENTAJAS	INCONVENIENTES
- Construcción barata en general. - Productividad natural bastante buena - que procede de aportaciones de terrenos	- Necesidad de un vertedero bien estudiado. Peligro de que se rompa el dique en caso de riada. - Aplicación de abonos y alimentos artificiales - más difícil, debido a las variaciones del caudal.	- Explotación fácil. Control sencillo del agua. - Aplicación de abonos y alimentos artificiales facilitada por la posibilidad de regular la alimentación del agua.	- Construcción cara en general. - Productividad natural débil, sobretodo si los estanques han sido cavados en suelo infértil.

FORMA Y TAMAÑO DE UN ESTANQUE

Una vez escogido el tipo de estanque, hay que determinar su forma, — su tamaño, las cotas del punto de llegada del agua, niveles de agua en el estanque y — en el punto de vaciamiento.

FORMA :

Cuando se trata de un estanque de presa, la forma se halla impuesta -- por la configuración del terreno. En cambio, para los estanques en derivación que — están en parte cavadas en el suelo, importa escoger la forma de manera de reducir has ta el mínimo el costo de cava. Se adopta generalmente la forma rectangular.

DIMENSIONES :

Para apreciar la dimensión de un estanque, se mide la superficie del — agua. La superficie de los estanques de piscicultura intensiva se sitúa generalmente — entre varios centenares de metros cuadrados y varias hectáreas, según la topografía del terreno, los recursos del propietario y las condiciones de explotación.

La forma de un estanque es de gran importancia, pues para la misma — superficie útil, el perímetro puede variar mucho y el costo de la construcción de los — diques sigue, naturalmente, esta variación. Mientras más alargado sea el estanque, mayor será su perímetro y la longitud total de los diques. La tabla siguiente da la re lación entre forma y perímetro de estanque:

LONGITUD (M)	ANCHO (M)	SUPERFICIE (M ²)	LONG. TOTAL DE LOS DIQUES (M)
100.00	100.00	10,000	400.00
141.10	70.85	10,000	424.00
182.60	54.75	10,000	474.50
240.65	41.55	10,000	564.45
327.80	30.50	10,000	716.60

Evidentemente no siempre es posible elegir la forma, ya que el piscicultor debe atenerse tanto a los límites como a los accidentes de sus propiedades.

El tamaño del estanque es también importante. Se debe considerar -- que, cuando se duplican las dimensiones de un estanque, su superficie se multiplica -- por cuatro, por ejemplo:

ESTANQUE	PERIMETRO	SUPERFICIE
10 (10) m	40 m	100 m ²
20 (20) m	80 m	400 m ²
40 (40) m	160 m	1600 m ²

Sabemos que la producción es proporcional a la superficie, lo cual significa que con un gasto de construcción de los diques dos veces más elevados, tendremos una producción cuatro veces más fuerte .

Esto significa que no es ventajoso construir estanques demasiado peque

La profundidad mínima de un estanque debe ser superior a 0.50 m. Si la profundidad fuera menor, plantas nocivas podrían fácilmente crecer en el estanque. Tampoco ha de ser el estanque demasiado profundo, para que la luz pueda penetrar — bastante cerca del fondo permitiendo que el fitoplancton se desarrolle por toda la masa de agua. Además, cuando el estanque es muy profundo, la construcción de los diques y de los aparatos de vaciamiento se hace más complicada y más cara. Por estos motivos se limita generalmente la profundidad máxima de los estanques de piscicultura entre 1.5 y 3.0 m. En región subtropical, la profundidad ha de ser siempre suficiente para que los peces puedan escapar a los efectos nocivos de las diferencias de temperatura.

COTAS (ALTURA) DEL PUNTO DE LLEGADA DE AGUA, DEL NIVEL DE AGUA EN EL ESTANQUE Y DEL PUNTO DE VACIAMIENTO.

En los estanques de presa estas cotas se hallan inmediatamente determinadas por la forma del valle.

Los estanques en derivación, como todo estanque de piscicultura, han de poderse llenar fácilmente y vaciarse del mismo modo en cualquier época del año.

Es preciso que:

I) El nivel de agua máximo del estanque se halle levemente — más abajo que el del fondo del canal de alimentación (30 - centímetros por lo menos).

II) El punto de vaciamiento del estanque se halle por encima —

de las aguas más altas del arroyo, para que la pesca por variamiento pueda realizarse en la medida de lo posible, cualquiera que sea el nivel del agua.

Suponiendo que en la parte más profunda del estanque la altura del agua prevista sea de 1.50 m., y que el tubo de alimentación llegue a 30 cm. sobre el nivel del agua, la instalación de estanques requiere una diferencia mínima de 1.80 m entre la cota de alimentación (fondo del canal) y la de las aguas más altas del arroyo. Si la altura del agua en el canal (alimentación) es de 30 cm., la diferencia a preveer, entre el nivel del agua del canal y el nivel más alto del arroyo es de 2.10 m. - En caso de que el estanque tenga que ir equipado con una pesquería fija, hay que preveer un metro más, o sea, en total 3.10 metros. (Ver figura 2)

NIVELES EN UN ESTANQUE

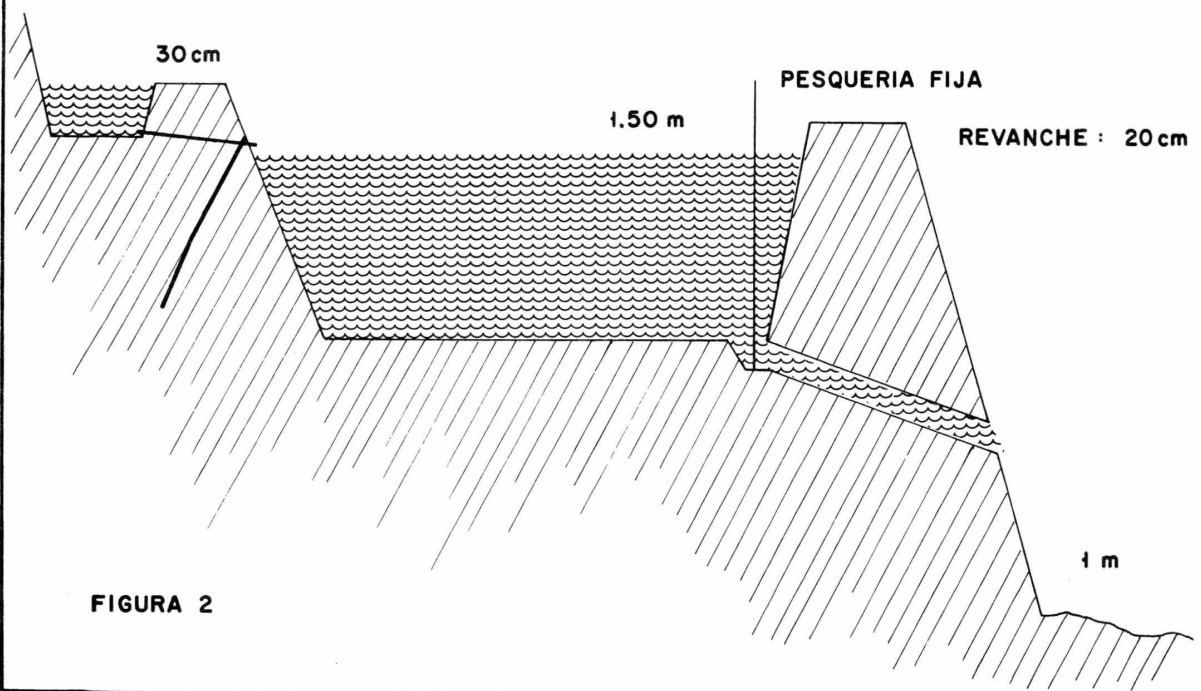


FIGURA 2

Las bases de una piscicultura intensiva son:

- * La elección del tipo y del lugar de los estanques
- * La elección del procedimiento de alimentación
- * La elección del pez de piscicultura.
- * La elección del método
- * La práctica de éste

ELECCION DEL TIPO Y DEL LUGAR DEL ESTANQUE

Anteriormente hemos visto que esta selección depende en primer lugar de la topografía local, pero cuando existe la posibilidad de elegir entre varios sitios, - otros factores entran en juego:

- La naturaleza del pez que se quiere criar:

No todos los peces pueden vivir en cualquier estanque; algunos re quieren estanques grandes, otros se acomodan mejor en estanques-
pequeños.

- La disponibilidad de mano de obra y capital:

No se puede establecer una piscicultura sino a la medida de sus -
medios.

- El factor más importante es, sin duda, el lugar que ocupa el centro
de cultivo en la economía local:

- * ¿ Cuántas personas se beneficiarán con el establecimiento de-
éste ?

- * ¿ De que personal se dispondrá para el cuidado de los estanques ?
- * ¿ Qué cultivo se hará ?
- * ¿Cuál será el método de crianza ?
- * ¿ De qué desperdicios agrícolas puede disponerse ?
- * ¿ A qué distancia de los estanques se realizan estas actividades ?
- * ¿ Hay industrias de transformación agrícola (cervecerías, fabricas de aceite, etc.) en los alrededores ? y, en caso afirmativo, ¿ los subproductos de esta industria pueden ser utilizados para fertilizar los estanques o alimentar a los peces ?
- * ¿ Qué se hará del producto de la piscicultura : el consumo - será local o qué mercados podrá abastecer ? ¿ Será preciso-transportar el pescado y cuál será el precio del transporte ?

Una vez seleccionado el tipo de estanques, éstos pueden tener usos diferentes : crías, engorda (comercial) y experimentación. A continuación se describen cada uno de ellos, según las recomendaciones del Instituto Nacional de Pesca:

ESTANQUES PARA CRIA

- Características :

Superficie:	1 - 2 Ha (10,000 m ²)
Ancho :	50 m.
Largo :	200 - 400 m.
Profundidad :	0.60 m.
Fondo :	Limo-arcilloso

Las dimensiones que se proporcionan pueden ser modificadas, acoplándose a aspectos técnicos, pero sin modificar el ancho, ya que es primordial para el manejo de los diferentes estanques.

ESTANQUES PARA ENGORDA

- Características :

Superficie :	Mayor de 2 Ha
Ancho :	50 m
Largo :	El que se desee
Profundidad :	0.60 - 1.20 m
Fondo :	Limo-arcilloso

La altura de los lados de los estanques generalmente es de 0.60 m en uno y 1.20 m en el otro, para formar pendiente, lo cual facilita la captura de los peces. En el extremo de mayor profundidad se debe construir un desfogue.

ESTANQUES EXPERIMENTALES

Las características de estos estanques son iguales a las descritas para los estanques de engorda.

Este tipo de estanques puede ser de utilidad en la separación de los sexos, para la obtención de híbridos o para el mejoramiento de la especie mediante la cría selectiva, cuyo objetivo es la obtención de sementales de gran rendimiento en el aspecto comercial. Estos estanques también se pueden utilizar para el estudio del

comportamiento de la Tilapia en cautiverio.

DISTRIBUCION DE LOS ESTANQUES

La distribución de las áreas de los estanques se debe delimitar en la siguiente proporción: 15% para cría, 35% para experimentación y 50% para engorda. La cantidad de hectáreas depende del terreno; un buen estanque piscícola debe tener, por lo menos, $10,000\text{ m}^2$ (una hectárea) de superficie para considerarlo de interés - para la explotación comercial.

ELECCION DEL PROCEDIMIENTO DE FERTILIZACION O DE CRIA

En aguas tropicales casi en vano se pensaría aprovechar la productividad natural de las aguas para hacer piscicultura intensiva, pues esta productividad es demasiado baja.

Quien dice piscicultura intensiva supone el empleo de abonos o la - aportación de alimentos o la práctica de un cultivo intercalar.

F E R T I L I Z A C I O N

El mejoramiento de la producción natural en los estanques puede obtenerse por la aportación de abonos que provocan un desarrollo de las algas planctónicas y en consecuencia, del zooplancton.

Los abonos pueden ser orgánicos o minerales.

ABONOS ORGANICOS

La acción de los abonos orgánicos es múltiple :

- i) Algunos abonos orgánicos son inmediatamente asimilados por la - fauna acuática y en particular por el zooplancton, o incluso los - peces.
- ii) Los abonos orgánicos proporcionan, por descomposición y mineralización, los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo de las algas planctónicas.
- iii) Los abonos orgánicos favorecen la producción del CO_2 , imprescindible para el desarrollo de las mismas algas.

Los principales abonos orgánicos son :

- Toda clase de estiércol de ganado y aves, pero los mejores son - los de cerdo, pollo y patos .
- Los abonos compuestos.
- Toda clase de desperdicio de matadero.
- Varios desperdicios o subproductos de industrias agrícolas : cervecerías, molinos, aceiterías, etc.
- Las aguas de alcantarilla de las ciudades.

MODO DE APLICACION

Hay que hacer notar que algunos abonos orgánicos se aplican automáticamente cuando se asocia la cría de un animal y la piscicultura (Ver capítulo posterior).

Fuera de este caso, se pueden adoptar las siguientes indicaciones :

- Estiercol de pollo :

De un cuarto a una carretilla por cada 100 m² cada quince días.

Es preciso aclarar que el estiercol tiene valor cuando no contiene demasiada materia inerte y " fermentescible ", como virutas de paja. De todas maneras se necesita tomar precauciones para evitar fermentaciones que podrían ser provocadas por una introducción masiva de estiércol y que producirían la muerte de la mayoría de los peces por deficiencia de oxígeno.

- Abonos compuestos

Se componen generalmente por varios desperdicios vegetales (hojas, frutas, residuos de comida). Su valor es generalmente débil y se mejora si se añade un poco de estiercol .

- Sangre

La sangre seca procedente de los mataderos puede mezclarse con los alimentos : el salvado o cualquier producto semejante. La dosis aconsejada es de 10 - 20 litros por 100 m² cada quince días.

- Huesos

Los huesos, también procedentes de los mataderos, favorecen el desarrollo del zooplancton. Se puede dar 20 kg o una y media carretillas por cada 100 m² cada tres meses. Este abono es especialmente útil para la alimentación de los alevinos.

- Residuos o subproductos de industrias agrícolas

Estos residuos se consideran generalmente como alimentos y, en efecto, los peces se los comen, pero la parte que no es consumida se descompone y actúa como abono (especialmente por su nitrógeno).

- Aguas de alcantarilla

Las aguas negras se emplean mucho en piscicultura en Asia (particularmente en el sureste), constituyendo su principal técnica de fertilización y alimentación de estanques.

El método aumenta la producción de manera notable, pues el rendimiento se sitúa cerca de las 3 - 5 toneladas por hectáreas anuales. A pesar de este rendimiento, cabe ser cuidadosos en el empleo del método en los lugares donde exista "esquistosomiasis", pues si las esquistosomas se transmiten a los peces, pueden contaminar a los pescadores que entran al agua con las piernas desnudas.

Donde no se tema la esquistosomiasis, la técnica es muy valiosa, porque la ventaja es doble: por un lado, los peces sacan provecho de los elementos nutritivos que se hallan en las aguas de cloaca (algunas veces es necesario diluir las aguas para evitar un exceso de fermentación), y por el otro lado, comiendo varios desperdicios y plancton, los peces limpian el agua.

El empleo de aguas de cloaca es un método de fertilización muy útil y provechoso, pero cada caso particular tiene que ser estudiado cuidadosamente.

ABONOS MINERALES

Varios resultados interesantes fueron obtenidos en el pasado en Asia y, más recientemente, en Costa de Marfil (Africa). Los experimentos se prosiguen, pero ahora ya se pueden dar indicaciones prácticas sobre el empleo de estos abonos.

De manera general, la aplicación de abonos minerales no da rendimientos tan altos como la aplicación de abonos orgánicos. A pesar de esto, los abonos minerales tienen varias ventajas, entre las cuales están :

- + Por lo general son baratos
- + El costo de transporte es poco elevado
- + Su aplicación es muy sencilla
- + No existe el peligro de fermentación en el estanque

Los experimentos que fueron realizados tenían dos metas principales :

- 1) Elección del abono químico
- 2) Dosis, periodicidad y modo de aplicación.

ELECCION DEL ABONO QUIMICO

El fosfato parece ser el más útil de los abonos minerales. Eventualmente se complementa con nitrógeno.

Aparentemente la potasa y la cal carecen de interés.

DOSIS, PERIODICIDAD Y MODO DE APLICACION

- Fosfato

Los fosfatos se encuentran en el comercio bajo varias denominaciones, por lo cual es preferible expresar la dosis en kilogramos de P_2O_5 . Según los datos obtenidos en Costa de Marfil, la cantidad de pentóxido de fósforo a aportar es de 27 kg por hectárea por mes. Por ejemplo, cuando localmente se obtenga superfosfato triple de 45% de pentóxido, la dosis mensual será de : - - - -
 $(27 \times 100) / 45 = 60$ kg de superfosfato. Las experiencias demostraron que la concentración de fósforo en el agua decrece rápidamente : después de ocho días se encuentran solamente dos décimos de la concentración inicial. Por ese motivo es aconsejable suministrar el fosfato cada quince días, repartiendo así el total antes señalado. El fosfato no debe arrojarse directamente en el agua. Si así se hiciese, se fijaría en el lodo de los fondos, con poca posibilidad de recuperación. Por el contrario, el fosfato se coloca en un pequeño cesto flotante, para que se disuelva lentamente y pueda ser aprovechado.

APORTACION DE ALIMENTOS

La mayoría de los alimentos artificiales son a la vez consumidos por los peces y utilizados por el plancton para su desarrollo, de modo que contribuyen directa e indirectamente al desarrollo piscícola.

Todos los desperdicios de transformación de los productos alimenticios, ya sea que procedan de la economía o de una industria, pueden emplearse en piscicultura. Se aprecia su valor por la medida de su coeficiente de transformación :

$$Q_n = \frac{\text{Peso de los alimentos distribuidos}}{\text{Peso de los peces cosechados}}$$

Una vez conocido el valor del coeficiente de transformación, hay que especificar si el coeficiente es establecido sobre la base de peso húmedo o seco del alimento distribuido. Con alimentos equilibrados, por ejemplo el granulado seco - - (15 % de humedad) y con alto contenido de proteína (30 %), se puede conseguir un coeficiente de transformación cercano a la unidad, mientras que empleando solamente una " torta " de oleaginosas, el coeficiente es aproximadamente de tres.

Fuera de los países industrializados, los piscicultores rara vez tienen la posibilidad de adquirir alimentos equilibrados y listos para alimentar a los peces. Las tortas de oleaginosas son especialmente caras si los estanques están lejos de la fábrica de aceite. Por el contrario, varios desperdicios procedentes de industrias agrícolas y los cuales carecen de valor comercial, como, por ejemplo, los residuos de las cervecerías, constituyen una comida excelente y barata para la producción de pescado. El coeficiente de transformación es del orden de doce, debido a que tales residuos contienen un 80% de humedad .

El suministro de los alimentos debe efectuarse a intervalos regulares. -
Diariamente de ser posible.

En piscicultura intensiva los vegetales verdes no constituyen un alimento

to apropiado, aún cuando los peces sean fitófagos. Su coeficiente de transformación es muy elevado y los gastos de transporte para su distribución son demasiado fuertes - para ser aceptados, aunque, por otra parte, el alimento no cuesta nada.

ELECCION DEL PEZ DE PISCICULTURA

Características de un buen pez de piscicultura :

- + Debe tener carne de buena calidad
- + Tiene que ser rústico y fácil de manejar
- + Ha de poder reproducirse fácilmente en el estanque
- + Debe presentar un crecimiento rápido, partiendo de una alimentación económica, de forma tal que puede producirse a un costo razonable.

Lo anterior implica el empleo de un pez de cadena alimenticia corta, - capaz de explotar rápidamente los abonos o alimentos aplicados en el estanque. Los peces carnívoros son caros de alimentar en la mayoría de los casos, por lo que no son utilizables mas que en las pisciculturas de " lujo ". Sin embargo, pueden emplearse los peces de presa de modo útil para "equilibrar " las poblaciones de peces de cadena alimenticia corta, deshaciéndose de los peces de tamaño demasiado pequeño que consumirían alimentos aprovechables. De esta forma se convierten en carne de pez - de presa la cual, normalmente, es apreciada.

ELECCION DEL METODO DE PISCICULTURA

Es difícil actualmente definir los métodos a escoger cuando no se han determinado los peces a emplear, sin embargo, es útil dar algunos principios:

- La elección del método, así como la de los peces de piscicultura depende ante todo del gusto de los consumidores: ¿ Para qué -- criar carpas si a la población no le gusta ? ¿ Para que criar Tilapia de 2 kg si la población se conforma con peces de 100 g a mejor precio ?
- Nunca hay que mezclar en el mismo estanque la producción de alevinos y la producción de peces para consumo. Ha de controlarse siempre estrictamente la producción de alevinos, y para -- ello, hacerla aparte.
- De un modo general, las curvas de crecimiento de los peces (y de las poblaciones de peces) es una curva que afecta la forma de una "S" (Figura 3). Hay pues, interés en situarse en la parte de la curva que tiene fuerte pendiente y en no conservar indefinidamente peces demasiado grandes que consumen alimento sin engordar.
- Ocurre igualmente que ciertos peces (entre ellos la Tilapia) no pueden seguir creciendo cuando empiezan a reproducirse. Efectivamente, sus propios alevinos les hacen competencia y si no se

CURVA DE CRECIMIENTO

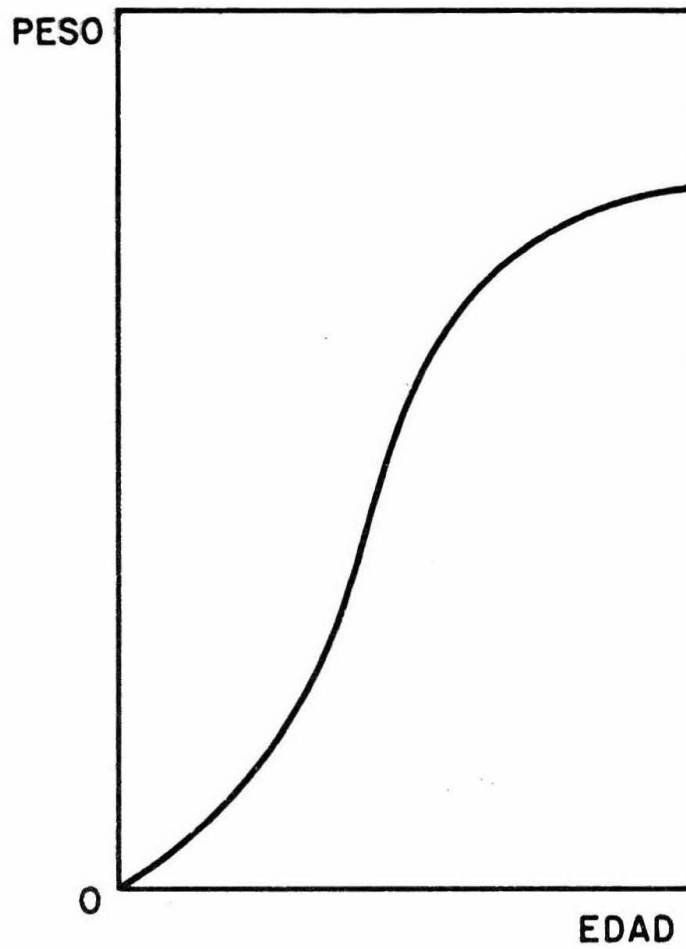


FIGURA 3

interviene, la población del estanque aumenta en peso, pero el número y peso de los peces mayores queda constante. Lo que sucede es que el aumento en peso de la población proviene de los alevinos, los cuales muy a menudo no tienen ningún valor y que por consumir alimentos constituyen una pérdida. En este caso se tratará, ya sea de parar el ciclo de reproducción desde la primera aparición de los alevinos, o bien, en eliminar estos alevinos mediante la introducción de un pez de presa que equilibre la población.

- El equilibrio, y por consiguiente el rendimiento óptimo de la población de peces de un estanque, se alcanza si esta población proporciona, cada año, una cosecha de peces de tamaño comercial satisfactorio, teniendo en cuenta la cantidad de alimentos o de abonos dados al estanque.

PRACTICA DE LA ALIMENTACION Y DE LA FERTILIZACION

Ha de distribuirse la alimentación de modo que permita a los peces comerla fácilmente: ciertos granos, por ejemplo, han de ser triturados y empapados antes de su distribución, para que se hinchen y floten en lugar de caer en los lodos del fondo del estanque. Se habla mucho de alimentos equilibrados, preparados de antemano en forma granulada: es, seguramente, un modo excelente de alimentar a los peces, pero es preciso que su precio sea compatible con las posibilidades del piscicultor. El alimento se arroja en sitios específicos con el fin de ver las cantidades consumidas, o si hay que aumentar o disminuir la ración.

La alimentación ha de llevarse a cabo con regularidad y con la mayor frecuencia posible, diario de ser posible. Una cantidad dada de alimento es mucho mejor aprovechada si se suministra a los peces en pequeñas cantidades cada día, en lugar de una sola vez cada semana.

COSECHA DEL PESCA DO

Puede hacerse de dos formas :

- En una operación : vaciando el estanque
- En varias etapas, haciendo pescas intermediarias, sin vaciar el -
estanque y una pesca final vaciándolo.

Así pues, cuando se vacía un estanque, si se quiere expresar el rendimiento en peso total de peces cosechados, ha de especificarse a continuación el porcentaje de peces de tamaño comercial. Desde luego, es más sencillo indicar sólamen

te el peso de los peces de tamaño comercial (mercante); son las únicas cifras válidas para apreciar la eficiencia del método elegido. Con mucha frecuencia no se ha tomado en cuenta el porcentaje de pescado mercante, adelantándose cifras de producción impresionantes, pero que pueden corresponder en gran parte, a peces sin valor.

PUESTA EN PRACTICA DEL METODO DE PISCICULTURA

Las operaciones a considerar son :

- La siembra
- La alimentación o aplicación de abonos
- La cosecha de los peces
- La conservación del estanque

LA SIEMBRA

Se suele sembrar los estanques con peces de pocos gramos de peso. Su cantidad se calcula en función de la superficie del estanque, así como de la disponibilidad de alimento o de aportación de abono.

COSECHA DEL PESCADO EN UNA ETAPA

Se hace varios meses después de la carga, a lo más después de un año.

Se vacía el estanque poco a poco, colocando una caja de captura en el tubo de desagüe del estanque. Esta caja de captura se construye de enrejado de alambre, dejándose abierta la parte superior. (Ver fig. 4).

CAJA DE CAPTURA

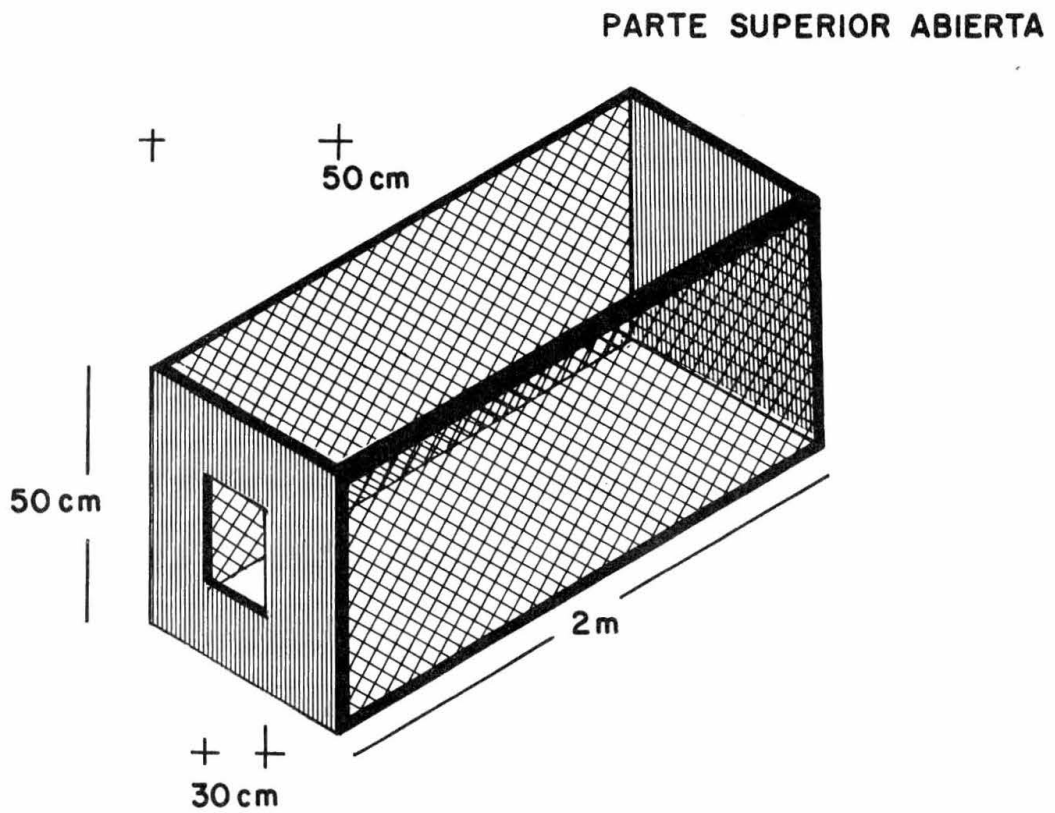


FIGURA 4

COSECHA DEL PESCADO EN VARIAS ETAPAS

Cuando un piscicultor posee varios estanques, puede vaciarlos en épocas diferentes, para repartir las cosechas de pescado en diversos momentos del año. -- Un piscicultor que tan sólo posea uno o dos estanques también puede escalonar sus cosechas haciendo primeramente, durante el período de cría, pescas parciales llamadas " pescas intermediarias ", sin vaciar el estanque. Posteriormente se efectuará una -- pesca final (total), durante la cual se vacía el estanque, pudiendo recoger todo -- cuanto queda al final de la cría. La práctica de las pescas intermediarias permite -- también, por regla general, recoger una producción total más elevada que la obtenida mediante el mero vaciamiento al final del ciclo.

CONSERVACION DEL ESTANQUE

Las precauciones a tomar para su conservación se refieren a :

- + El modo de llenar y mantener el nivel de agua
- + La conservación del fondo
- + La conservación del resto del estanque
- + El control de la vegetación.

RELLENO Y MANTENIMIENTO DEL NIVEL

Cuando se llena un estanque por vez primera, hay que hacer que el -- agua llegue a él suavemente de tal forma que los diques que están secos vayan empa-- pándose lenta y progresivamente y puedan " apretarse uniformemente ".

Cuando se llena un estanque utilizado con anterioridad no se requieren tantas precauciones, pero, si el estanque ha estado seco durante un período prolongado, es recomendable hacerlo lentamente.

El nivel de agua no debe alcanzar la cumbre de los diques. Debe dejarse cierto "desquite" (distancia entre el nivel del agua y la cumbre de los diques) (Ver Fig. 2). En el caso de estanques pequeños, un desquite de 20 cm es suficiente.

CONSERVACION DEL FONDO

El suelo del fondo del estanque y el lodo que se deposita encima tienen una gran importancia para una buena producción de peces. No conviene que el lodo sea muy espeso. Por lo tanto, no se ha de dejar acumular una cantidad demasiado importante en el fondo del estanque, lo que, además, disminuye su profundidad. Cuando se vacía el estanque para la cosecha de los peces se aprovecha para sacar el exceso de lodo. Este lodo es fértil y puede usarse como abono para el campo o los jardines después de haberlo secado. Igualmente se quitan todas las hierbas acuáticas que crecieron en el fondo o que están depositadas encima.

CONSERVACION DEL RESTO DEL ESTANQUE

En cada vaciamiento del estanque habrá que inspeccionar detalladamente las partes de los diques que se encuentran bajo las aguas cuando el estanque está lleno y tapar con arcilla los agujeros y los huecos. Se arrancarán, dado el caso, las plantas indeseables (particularmente árboles y arbustos) que se instalaron en los diques.

CONTROL DE LA VEGETACION

En principio, las hierbas que crecen en el estanque dañan la producción piscícola, pues, por una parte, fijan para su provecho elementos fertilizantes - que serían aprovechados por los peces, y por otra, dan sombra al agua, frenando así el desarrollo del fitoplacton. Además, puede servir de soporte a animales: insectos y moluscos, que pueden ser peligrosos para la salud pública. Salvo raras excepciones, hay que arrancarlas.

CAPITULO III

LA

TILAPIA

LA TILAPIA COMO PEZ DE PISCICULTURA

La selección de la Tilapia como pez de piscicultura en este estudio se debió a que, además de satisfacer los requisitos mencionados en el capítulo anterior, - como son: carne de buena calidad, rústico, fácil manejo, magnífica reproducción en estanques, cadena alimenticia corta, etc., se ha aclimatado perfectamente en México.

Las tilapias son oriundas de Africa, aunque algunas variedades provienen del oriente medio. El gran interés despertado por este tipo de peces se debe, -- principalmente, a que su alimentación se basa en fitoplancton, por lo que a partir de .. 1945 han sido introducidas en las regiones tropicales de Asia y América.

Por el momento se cultivan cuatro especies en América; éstas se distinguen fácilmente por el número de branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial:

ESPECIE	No. de Branquiespinas
- Tilapia melanopleura (T. rendalli)	8 - 12
- Tilapia mossambica	14 - 20
- Tilapia hornorum	19 - 24
- Tilapia nilotica	20 - 26

De las cuatro especies anteriores, sólomente dos presentan interés para la piscicultura, por su rápido crecimiento y facilidad de alimentación:

- Tilapia Mossambica
- Tilapia Nilotica.

TILAPIA MOSSAMBICA

Es nativa de Africa Oriental y pertenece a la familia Cichlidae (1). Los cíclido son una gran familia compuesta por más de 600 especies; se encuentran preferentemente en regiones tropicales.

Tilapia Mossambica (Peters), comunmente llamada Tilapia, ha sido - introducida en Tailandia, Filipinas, Haití, Formosa, Sumatra, Malaya, India, Trinidad, Borneo del Norte, Borneo Occidental, Borneo Oriental, Martinica, Pakistán, - Ceilán, Estados Unidos, Brasil y México.

El habitat de la tilapia varía grandemente. Este pez se ha encontrado tanto en aguas dulces como salobres, e inclusive en aguas con una salinidad mayor a la del agua de mar. Presenta, además, la ventaja de poder ser transferido de aguas dulces a saladas, o viceversa, sin inconveniente alguno.

HABITOS REPRODUCTIVOS

La Tilapia Mossambica puede considerarse como el prototipo de las es-

(1) Kelly, H.D.- Preliminary Studies on Tilapia Mossambica Peters relative to - Experimental Pond Culture. Proceedings of the tenth annual Conference, Southeastern Association of Game and Fish Commissioners. Eastaboga, Alabama- (1957)

pecies de cíclidos africanos que mayormente ha sido sujeta a estudio. Las interesantes costumbres de sus hábitos reproductivos han sido descritas por numerosos investigadores desde 1953 haciéndose muy notables hallazgos en cuanto a esta especie se refiere.

El macho adulto en condiciones de apareamiento establece un territorio, limpiando en el fondo del estanque un área regular de aproximadamente 30 - 50 cm., dependiendo de la longitud del pez, posteriormente lleva una vigilancia constante sobre su "nido" y persigue a cualquier otro macho que se acerque. Las hembras son inducidas por el macho hacia el "nido" a desovar. El desove se realiza en profundidades que van de 30 cm. a un metro. Se han hecho observaciones dentro de presas donde el desove se lleva a cabo entre dos y cuatro metros de profundidad.

Los huevos son esparcidos sobre el "nido", fertilizados por el macho y tomados inmediatamente en la boca por la hembra. Posteriormente la hembra se va o es arrojada del nido por el macho. El macho permanece cuidando el nido y listo para cortejar otras hembras (polígamo). Para asegurar el máximo de esta reproducción se ha observado que un macho puede fertilizar perfectamente bien los huevecillos de tres hembras, por lo tanto la conversión en los estanques de reproducción es de 3:1, con lo cual se obtienen resultados altamente productivos.

El desarrollo embrionario de los huevecillos tarda de sesenta a setenta y dos horas, después de las cuales avivan los pequeños peces; sin embargo, la hembra continúa llevándolos en su cavidad bucal por otros cinco a ocho días, a lo largo de los cuales éstos abandonan la cavidad bucal de la madre paulatinamente, retornando-

a refugiarse en la boca en los momentos de peligro durante algunos días más.

El número anual de desove varía con la temperatura y el alimento, --
siendo, por lo común, a intervalos de 30 - 40 días.

El número de huevos o crías que una hembra puede llevar en su boca --
depende de su edad (tamaño); por ejemplo, una hembra de 8 cm. de longitud puede
criar de 100 a 150 huevos, mientras que otra de 11 cm. es capaz de proteger entre --
200 - 250 huevecillos. Un par de peces adultos puede proporcionar 10,000 crías en
un período de un año.

En la Estación de Acuacultura Tropical de Temascal, (2) Oax. se ha-
podido observar que el desove es continuo, pero en concentraciones masivas durante --
los meses de marzo, mayo y agosto cuando la temperatura del agua se mantiene en un
mínimo de 18 ° C y un máximo de 26 ° C.

Cuando las crías son liberadas por la madre, cosa que sucede a las --
tres o cuatro semanas, forman un cardumen compacto cerca de la superficie del agua--
donde son fácilmente colectadas; si no son colectadas en este momento, se van al fondo
do y a las zonas intermedias, donde la captura se complica.

DESCRIPCION GENERAL.

Su color original es variable, especialmente en el macho durante la --
fase reproductiva. Durante la fase no-reproductiva ambos sexos son gris-aceitunado

(2) Morales D., Armando.- Biología de las Especies de Cultivo. FIDEFA, México
(s/f).

dos. A lo largo de la parte dorsal del cuerpo presentan una serie de rayas negras ver ticales que algunas veces se extienden por debajo del abdomen en forma difusa. En adición a estas líneas se presentan dos horizontales muy ténues a lo largo del cuerpo.

En los peces jóvenes se distingue una mancha oscura rodeada por un -- área clara en la parte posterior de la aleta dorsal. Esta mancha se presenta en la -- mayoría de las especies del género *Tilapia* por lo que recibe el nombre de "mancha -- de *Tilapia*". En esta especie esta mancha va atenuándose conforme el pez crece, di fundiéndose casi por completo en el adulto. En la fase reproductiva las hembras -- presentan una coloración grisacea mientras que el macho adquiere una coloración ne- gra; es decir, todo el cuerpo se torna completamente negro a excepción de la mandí- bula inferior a partir de la cabeza, que se vuelve amarillenta; las aletas pectoral, -- dorsal y caudal se tornan rojizas. En algunas hembras también se presenta esta colo- ración rojiza en el margen de las aletas. Las coloraciones pueden aparecer y desapa- recer en forma instantánea.

Dentro de las pesquerías de la Presa Miguel Alemán se cuenta con es- ta especie (ocupa el segundo lugar en cantidad).

HABITOS ALIMENTICIOS.

Tilapia mossambica se considera como una especie omnívora puesto que su alimentación se basa en el consumo de plancton, insectos y vegetales acuáticos, -- consumiendo también alimentos artificiales, harinas y granos. Los peces jóvenes se -- alimentan preferentemente de fitoplancton y zooplancton. Todos rechazan el ali- -- mento vivo.



CRECIMIENTO.

En México el crecimiento logrado en estanques es de 86 g. promedio a las doce semanas en los machos, que comúnmente crecen más rápido que las hembras - (50 g.). En seis meses alcanzan una talla de 19 - 25 cm. con un peso de 150 - 220 g. La talla máxima registrada en la Presa Miguel Alemán fue de 38 cm. con un peso de 1150 g.

El crecimiento varía con la temperatura y éste cesa cuando la temperatura es inferior a los 15° C. La muerte sobreviene abajo de los 10° C.

TILAPIA NILOTICA.

Al igual que la anterior es originaria del Africa por lo cual no soporta temperaturas abajo de 10° C.

HABITOS REPRODUCTIVOS.

Es una especie que permanece unida en cardúmenes cuando se encuentra sexualmente inmadura o cuando las condiciones no son favorables para la reproducción, tales como: temperatura del agua, falta de alimentación, etc. Cuando las condiciones son óptimas los machos se separan y establecen territorios que defienden - unos y otros. Las hembras maduras visitan estos territorios formandose parejas y seleccionando un lugar para el desove al que se llama " nido " .

En estanques rústicos experimentales se observó el establecimiento de estos territorios, comenzando con la construcción de los nidos de desove. Estos se-

localizan habitualmente a una profundidad de 60 a 80 cm. La construcción de los nidos comienza con la excavación en el sustrato de una depresión en forma de plato, cuyo tamaño varía entre los 0.20 y 1.20 m. según la talla del pez. Estos nidos de presentan en posición vertical al sustrato semejando un cráter.

El detritus, arena o arcilla, dependiendo del sustrato, es desalojado con la boca, acompañándolo con movimientos revolventes del cuerpo.

Cuando los nidos se encuentran elaborados el territorio del macho consiste en 1.5 m. alrededor de él.

Durante la fase de elaboración de los nidos, los machos presentan una expansión de los radios de la aleta dorsal, una curvatura de la placa hipúrica de la aleta caudal, así como la boca abierta e hinchada. Esto se debe al acercamiento de los nidos. Cuando el área es reducida para el número de machos, se ocasionan disputas territoriales, así como también desgarramientos de las aletas dorsal y caudal, debido a los movimientos que hace para atraer a la hembra a desovar.

Las hembras se mueven en cardúmenes de un lugar a otro del estanque, entrando y saliendo de los nidos hasta que finalmente se deciden a desovar en uno. Cuando el desove se inicia, el comportamiento de los peces principia con desplazamientos laterales y con movimientos de la aleta caudal. Hembra y macho se orientan en sentido opuesto en la parte más profunda del nido (en el caso de estanques rústicos) y en el medio natural. Asimismo se ha observado que el macho inicia movimientos circulares, presionando con la parte anterior de la cabeza la región abdominal de la hembra. Los efectos pueden ser de inducción a la hembra a soltar los óvulos.

Siguiendo con estos desplazamientos el desove ocurre, resultando en la ovoposición de 10 a 20 huevecillos en cada movimiento circular de la hembra. El macho pasa sobre ellos soltando el esperma y fertilizándolos.

La hembra toma los huevecillos y los adhiere en su mucosa bucal donde van a ser incubados. Después de efectuado el acto de reproducción, la hembra permanece en la parte más profunda del estanque en donde se mantiene a temperatura más constante, mientras que el macho se prepara a seguir con sus actividades pre-reproductivas (polígamo).

Toda la incubación y cuidados son llevados por la hembra, por consiguiente, *Tilapia nilotica* es miembro del grupo de peces con incubación bucal, pero relegada exclusivamente a las hembras, como lo han confirmado numerosos investigadores especializados en la materia.

Dentro de las especies de *Tilapia* sólo se presentan cuatro probables — excepciones que no son incubadoras bucales, éstas son: *Tilapia quinansans*, *Tilapia spamanii*, *Tilapia zilli* y *Tilapia melanopleura*.

En México las temporadas de desove duran todo el año (a intervalos de 30 a 60 días) acentuándose en marzo, mayo y septiembre.

El período de incubación varía con la temperatura. La reproducción se inicia a los 21° C. A temperaturas de 24° C, que pueden considerarse óptimas, los alevinos miden de 7 a 10 mm de longitud después de ocho días de avivar el huevecillo (lo que ocurre en 72 horas). Después de diez días el saco vitelino se --

reabsorbe totalmente cuando la temperatura no baja de 24 °C.

La duración del cuidado de la cría varía de una hembra a otra, así como de los alevinos. Cuando se presenta algún peligro, la región de la cabeza de la hembra se ensancha y la cavidad bucal se retrae hacia adentro modificándose las membranas branquiostegas y expendiéndose las agallas. Después del quinto día los alevinos entran cada vez con menor frecuencia en la cavidad bucal de la hembra, desapareciendo a los ocho días.

FECUNDIDAD.

El número de huevecillos y de crías de *Tilapia nilotica* varía con el tamaño de ésta. Las hembras de 31 - 33 cm llegan a tener de 1000 a 1800 huevecillos en la boca, durante la época de mayor desove (marzo y abril para México). La incubación y cuidado de la cría dura aproximadamente veinte días, sin embargo, si estas crías se separan antes de los días señalados, un nuevo desove ocurre antes del tiempo descrito (15 a 40 días después) aunque con un número inferior.

MADURACION DE LOS HUEVOS.

Los ovarios de *Tilapia nilotica* contienen huevos de varios tamaños cuando las hembras se consideran sexualmente maduras. Mediante condiciones favorables, una parte de estos huevos (de forma alargada) van madurando, haciéndose más o menos redondos y saliendo en desoves sucesivos. Los huevos ya maduros varían de 2 - 3 mm en tamaño. En la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, de acuerdo con la alimentación y temperaturas del agua, *Tilapia nilotica* empieza a -

desovar a los cuatro meses de edad (midiendo entonces 16 - 22 cm.).

HABITOS ALIMENTICIOS

Tilapia nilótica es principalmente plantófago, utilizando todos los tamaños de fitoplancton, principalmente diatomeas, así como insectos (chironómidos) - que fueron hallados en todos los tamaños de peces observados, sin embargo algunos datos respecto al porcentaje de estos insectos hallados en sus estómagos sugiere la exis--tencia de alguna selectividad para el consumo de insectos en alguna fase de la vida - del pez (4.1, 14.3 y 5.6% del total de alimento consumido).

Altas concentraciones de materia inorgánica (40%) fueron halladas - en el tracto digestivo de peces de tamaño intermedio. La ocurrencia de este tipo de alimentos sugiere que su alimentación ocurre en todos los estratos del estanque, dando como resultado un mejor aprovechamiento del alimento en su conjunto.

En el caso de ejemplares pequeños (2.5 cm en promedio) se nota que los pequeños crustáceos constituyen una parte muy importante de su dieta. Además - se encuentran restos de anélidos, algas filamentosas y pececillos pero son relativamente poco importantes, dado que se encuentran en pequeñísimas cantidades y como resultado de predación.

Tilapia nilotica es la especie que mejor se ha adaptado a las condiciones ecológicas prevalecientes en el vaso de la Presa Miguel Alemán en donde se han - encontrado ejemplares de 50 cm. de longitud con peso de 2.5 kg. En las estadísti--cas locales en curso se obtiene un promedio peso - longitud de esta especie de 36 cm.

y un peso de 1.200 kg.

CRIANZA

La Tilapia presenta, por lo menos en zona tropical, un gran inconveniente: la precocidad y facilidad de su reproducción. Si no se controla ésta, el estanque se puebla rápidamente de millones de alevinos sin valor. Existen varios métodos de crianza cuya meta es evitar este inconveniente:

- METODO DE CRIANZA DE PECES DE LA MISMA EDAD

Consiste primeramente en producir, luego en criar alevinos que tengan la misma edad hasta que alcancen el tamaño requerido para consumo.

Este método exige que se cuente con uno o varios estanques de superficie reducida para la producción de alevinos, y uno o varios estanques más para el crecimiento de los mismos.

Para la producción de alevinos se pueden utilizar estanques de 100 a 200 m² cargados con doce hembras y cuatro machos por cada 100 m². Se recoge un promedio de 2000 alevinos después de tres o cuatro meses.

Se "siembran" los estanques de crecimiento con alevinos de unos gramos, a razón de 10,000 a 30,000 por hectárea, según la fertilidad del estanque y la cantidad de alimentos artificiales disponibles.

El vaciamiento y la cosecha de los peces se llevan a cabo cuando éstos empiezan a reproducirse, o sea, generalmente tras seis o siete meses de engorda.

Se obtienen peces de 60 a 100 g.

- CRIA DE TILAPIA ASOCIADA A UN PEZ CARNIVORO.

Ya se ha mencionado que varias especies de Tilapia poseen una ventaja - en común: se alimentan de fitoplancton y, por lo tanto, tienen una cadena alimenticia muy corta. Pero su excesiva reproducción constituye un inconveniente.

Existen muchos peces carnívoros que suelen reproducirse fácilmente en estos estanques. Estos peces pertenecen a los géneros:

Arapaima (Osteoglossidae), Cichla (Cichlidae), Plagioscion (Sciaenidae) y Hoplias (Characidae, Erythrininae) y podrían, tal vez, ser asociadas con la Tilapia para producir poblaciones equilibradas. En Africa, el Lates Niloticus o Perca del Nilo (Centropomidae) se emplea con éxito para limitar la reproducción de la Tilapia.

HIBRIDACION

En varias especies de Tilapia (Nilotica, Mossambica y Hornorum), - los machos crecen más rápido que las hembras. Parece, por lo tanto, conveniente - eliminar a las hembras, operación que por un lado hace desaparecer todo peligro de reproducción " salvaje ", y por otro, elimina los peces de crecimiento menor. Es decir, la utilidad es doble. Desgraciadamente la separación de los sexos no es fácil - en peces jóvenes; generalmente se necesitan especialistas experimentados, y siempre - existirá la posibilidad de que las hembras vírgenes sean confundidas con los machos. Sin embargo, la separación de los sexos puede hacerse empleando un " cesto " que de

ja pasar las hembras y retiene los machos. Este "separador", tomando en cuenta - - que los machos crecen más rápidamente que las hembras, contiene una abertura del tamaño de las hembras, por lo que sólo éstas pueden pasar por el orificio.

Una solución práctica consiste en producir híbridos todos machos mediante el cruzamiento de un macho Tilapia Hornorum con una hembra Tilapia Nilótica o Mossambica. El procedimiento es muy seguro y actualmente se emplea en Brasil.

Hay que tener cuidado con los híbridos, porque, aunque todos son machos, no son estériles. Si por error se introduce una hembra Tilapia Hornorum o Nilótica, habrá producción de alevinos y la operación no será tan exitosa.

Los híbridos de macho Tilapia Hornorum con hembra Tilapia Nilótica - tienen un crecimiento mayor que los híbridos de macho Tilapia Hornorum con hembra Tilapia Mossambica. La producción de alevinos se hace de la misma manera que con las Tilapias normales, pudiéndose obtener trescientos alevinos por hembra cada tres o cuatro meses.

La estación de piscicultura de Lukang, del Instituto de Investigaciones sobre Piscicultura de Taiwan, ha estudiado el índice de crecimiento de los híbridos -- obtenidos cruzando Tilapia Mossambica con Tilapia Nilótica. Los resultados se - - - muestran en la Tabla XIV, e indican que los híbridos obtenidos cruzando hembras de Tilapia Mossambica con machos de Tilapia Nilótica manifiestan un crecimiento más rápido.

T A B L A XIV

ESPECIES	PESO INICIAL (g)	PESO MEDIO A LOS CUARENTA DIAS (g)
Tilapia Mossambica	1.67	71.7
Tilapia Nilotica	0.55	92.0
T. Mossambica (Macho) / T. Nilotica (Hembra)	1.25	104.7
T. Nilotica (Macho) / T. Mossambica (Hembra)	0.55	142.2

Estos híbridos toleran temperaturas de 4.4° C durante períodos breves , y de 14°C indefinidamente. La temperatura máxima que soportan es del orden de -- 42° C.

En la Tabla XV se muestran los resultados obtenidos en un experimento con Tilapia híbrido, bajo tres diferentes tratamientos y para dos niveles de " siembra " .

Para complementar el experimento anterior, se efectuó un segundo experimento, del cual se obtuvo información sobre la producción de híbridos de Tilapia - bajo diferentes métodos de cultivo, durante un período de un año. Los resultados de este experimento se encuentran resumidos en la Tabla XVI.

TABLA XV

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON HIBRIDOS DE TILAPIA
SOMETIDOS A TRES TRATAMIENTOS DIFERENTES Y PARA DOS
NIVELES DE SIEMBRA.

Pececillos	5 600			8 960		
Tratamientos	Control	Fertilizante orgánico	Alimento	Control	Fertilizante orgánico	Alimento
Producción total kg/ estanque	11.8	28.7	35.0	9.9	36.3	63.5
Producción total kg/ ha	330.0	804.0	980.0	277.0	1 016.0	1 778.0
Producción neta kg/ estanque	10.3	27.3	33.6	6.4	33.1	60.0
Producción neta kg/ ha	288.0	764.0	941.0	179.0	927.0	1 680.0
Peso prom. en la siembra, g	7.4	7.4	7.1	8.0	7.3	7.2
Peso prom. en la cosecha, g.	58.0	166.0	185.0	36.0	148.0	229.0
% sobrevivientes	83.3	86.5	94.0	87.3	90.1	86.4
Fertilizante kg/ estanque	--	990.0	--	--	990.0	--
Fertilizante kg/ ha	--	27 720.0	--	--	27 720.0	--
Alimento kg/ estanque	--	--	91.3	--	--	163.5
Alimento kg/ ha	--	--	2 556.0	--	--	4 578.0
Conversión alim.	--	--	2.7:1	--	--	2.7:1
Días de experim.	253.0	253.0	253.0	253.0	253.0	253.0
Crecimiento, g/ día	0.2	0.6	0.7	0.1	0.6	0.9

TABLA XVI

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS CON HIBRIDOS DE TILAPIA SOMETIDOS
A TRES TRATAMIENTOS DIFERENTES A UN NIVEL DE SIEMBRA

Tratamientos	Abono Orgánico (vaca)			Fertilizante Químico			Abono Orgánico Alimento		
Estanques	22	24	Prom.	21	26	Prom.	23	25	Prom.
Pececillos/ha	8 960.0	8 960.0		8 960.0	8 960.0		8 960.0	8 960.0	
Peso prom. en la siembra, g	20.0	21.5	21.5	22.0	22.0	22.0	20.0	20.0	20.0
Peso prom. en la cosecha, g	164.0	144.0	154.0	226.0	203.0	215.0	616.0	514.0	565.0
Producción total									
kg/estanque	52.2		47.9	68.4	64.3	66.3	187.8	161.0	174.4
kg/ha	1 462.0	1 221.0	1 341.0	1 915.0	1 800.0	1 856.0	5 258.0	4 508.0	4 883.0
Producción neta									
kg/estanque	45.7	37.0	41.4	61.3	57.3	59.3	181.3	154.6	170.0
kg/ha	1 280.0	1 036.0	1 159.0	1 716.0	1 604.0	1 660.0	5 076.0	4 329.0	4 760.0
Alimento									
kg/estanque	--	--	--	--	--	--	617.2	617.2	617.2
kg/ha	--	--	--	--	--	--	17 282.0	17 282.0	17 282.0
Abono orgánico									
kg/estanque	2 050.0	2 050.0	2 050.0	--	--	--	1 680.0	1 680.0	1 680.0
kg/ha	57 400.0	57 400.0	57 400.0	--	--	--	47 040.0	47 040.0	47 040.0
Fertilizante									
Sulfato de amonio									
kg/estanque	--	--	--	62.0	62.0	62.0	--	--	--
kg/ha	--	--	--	1 736.0	1 736.0	1 736.0	--	--	--
Superfosfato triple									
kg/estanque	--	--	--	63.0	63.0	63.0	--	--	--
kg/ha	--	--	--	1 764.0	1 764.0	1 764.0	--	--	--
Conversión alim.	--	--	--	--	--	--	3.4	3.8	3.6
% sobrevivientes	100.0	94.0	97.0	95.0	99.0	97.0	95.0	98.0	97.0
Días experim.	356.0	356.0	--	356.0	356.0	--	356.0	356.0	--
Crecimiento, g/día	0.40	0.30	0.35	0.60	0.50	0.65	1.70	1.40	1.55

CULTIVO MIXTO DE HÍBRIDOS DE TILAPIA Y CARPA ESPEJO

Con el fin de probar la hipótesis que establece que por medio del cultivo mixto de híbridos de Tilapia con otras especies (en este caso con Carpa espejo -- *Cyprinus carpio* --) se obtiene una producción mayor que con el cultivo independiente de ellas, se efectuó una serie de experimentos (Brasil, 1973) cuyos resultados se encuentran resumidos en la TABLA XVII. (4)

Puede observarse que no existe una diferencia significativa entre la producción total cosechable de híbridos de Tilapia solos y en cultivo mixto, mientras que sí la hay entre las dos anteriores y la de carpa sola.

COMPARACION ENTRE EL HIBRIDO DE TILAPIA Y LA TILAPIA NILOTICA MACHO

Algunos investigadores (Hickling, 1968; Pruginin, 1968) afirman que los híbridos de Tilapia crecen con mayor rapidez que las especies de cualquiera de sus padres. En la TABLA XVIII aparecen los resultados obtenidos en un experimento -- efectuado con híbridos de Tilapia y Tilapia Nilotica macho, observándose un crecimiento diario mayor en el caso del híbrido.

(4) Lovshin, L.L., A.B. Da Silva y J.A. Fernández.- The Intensive Culture of the All-Male Hybrid of Tilapia *Homorum* (male) x *T. nilotica* (female) in Northeast Brazil. FAO/Carpas Symposium on Aquaculture in Latin America, Montevideo (1974).

PRODUCCION Y CRECIMIENTO DE HIBRIDOS

Los híbridos de Tilapia han producido excelentes cosechas bajo condiciones de cultivo intensivo.

En las TABLAS XIX y XX se muestra el aumento de peso promedio por día de híbridos, bajo dos diferentes sistemas de cultivo.

TABLA XVII

CULTIVO MIXTO E INDEPENDIENTE DE HIBRIDOS DE TILAPIA Y CARPA ESPEJO

Tratamiento	Carpa Espejo	Híbrido de Tilapia	Carpa espejo + Híbrido de Tilapia	
Pececillos	2 240/ha	8 960/ha	Carpa 1 785/ha	Tilapia 8 960/ha
Producción cosechable kg/estanque kg/ha	29.0 812.0	107.8 3 018.4	105.9 2 965.2	
Producción - reproducción kg/estanque kg/ha	-- --	34.8 974.4	21.5 602.0	
Producción total kg/estanque kg/ha	29.2 812.0	142.6 3 992.8	127.4 3 567.2	
Peso promedio a la fecha de la cosecha, g	379.0	353.0	Carpa 361.0	Tilapia 285.0
Peso promedio siembra, g	16.0	45.0	18.0	45.0
Alimento suministrado kg/estanque kg/ha	62.7 1 756.0	440.6 12 337.0	295.1 8 263.0	
Conversión de alimento (Pescado cosechable)	2.3:1	4.8:1	3.2:1	
Cosechables + reproducción	2.3:1	3.8:1	2.6:1	
Estiercol de vaca kg/estanque kg/a	1 150.0 32 200.0	1 150.0 32 200.0	1 150.0 32 200.0	
% de supervivientes	96.0	96.0	95.0	97.0
Días de experimento	245.0	245.0	245.0	
Crecimiento, g/día	1.45	1.26	1.40	1.00

TABLA XVIII

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA COMPARACION ENTRE TILAPIA NILOTICA MACHO
E HIBRIDO DE TILAPIA BAJO CULTIVO INTENSIVO

Tratamiento	T. nilotica M.	Híbrido T.	Híbrido T.	T. nilotica M.
Pececillos	10 000/ha	10 000/ha	$\frac{T. híbrido}{5\ 000/ha}$	$\frac{T. nilotica}{5\ 000/ha}$
Peso prom. cosecha, g	299.0	340.0	híbrido --	346
Peso prom. siembra, g	63.0	60.0	T. nilotica --	296
Peso promedio, g	236.0	280.0	híbrido --	64
			T. nilotica --	65
			híbrido --	282
			T. nilotica --	231
Producción total				
kg/estanque	101.4			106.4
kg/ha	2 839.0	3 248.0		2 979.0
Alimentación				
kg/estanque	258.9	258.9		258.9
kg/ha	7 249.0	7 249.0		7 249.0
Conversión de alimento	3.4	2.8		3.2
Fertilizante				
Sulfato de amonio				
kg/estanque	24.0	24.0		24.0
kg/ha	672.0	672.0		672.0
Superfosfato triple				
kg/estanque	24.0	24.0		24.0
kg/ha	672.0	672.0		672.0
% de supervivientes	96.5	97.5		94.0
Días de experimento	180.0	180.0		180.0
Crecimiento, g/día	1.3	1.6	híbrido --	1.6
			T. nilotica --	1.3

T A B L A XIX

AUMENTO DE PESO PROMEDIO POR DIA (g)
EN HIBRIDOS DE TILAPIA TRATADOS CON —
ABONO ORGANICO Y ALIMENTO

Fecha	No. de días	Aumento de	
		peso prom.	g/día
04/04 a 04/05, 1973	30	47	1.6
04/05 a 06/06	33	28	0.8
06/06 a 03/07	27	23	0.9
03/07 a 01/07	29	28	1.0
01/08 a 04/09	34	49	1.4
04/09 a 04/10	30	48	1.6
04/10 a 30/10	26	49	1.9
30/10 a 04/12	35	42	1.2
04/12 a 08/01, 1974	35	52	1.5
08/01 a 05/02	28	72	2.6
05/02 a 06/03	29	79	2.7
06/03 a 26/03	19	29	1.5

Pececillos sembrados: 8960/ha

Muestreos mensuales durante un año.

T A B L A XX

AUMENTO DE PESO PROMEDIO POR DIA (g)
EN HIBRIDOS DE TILAPIA TRATADOS CON
FERTILIZANTE QUIMICO Y ALIMENTO

Fecha	No. de días	Aumento de	
		peso prom.	g/día
05/09 a 18/10, 1973	43	68	1.6
18/10 a 20/11	33	44	1.3
20/11 a 27/12	37	77	2.1
27/12 a 30/01, 1974	34	51	1.5
30/01 a 05/03	33	39	1.2

Pececillos sembrados: 10,000 / ha

Muestreos mensuales durante seis meses

COMPARACION DE LA EFICIENCIA Y VELOCIDADES DE CRECIMIENTO ENTRE LA TILAPIA Y EL " BLUEGILL "

Se han realizado experimentos para comparar la velocidad de crecimiento de la Tilapia con la del " Bluegill " (*Lepomis Machrochirus Rafinesque*) utilizando alimento artificial y fertilización orgánica o mineral.

Estos experimentos tuvieron una duración de dieciocho semanas y se efectuaron en estanques de concreto.

La Tilapia Mossambica probó ser un pez más eficiente en la transformación de alimentos, que el " Bluegill " .

En la TABLA XXI puede observarse que la Tilapia Mossambica tuvo un crecimiento 2.97 veces mayor que el del " Bluegill " .

En el resumen de resultados presentado en la TABLA XXII es necesario hacer notar que el crecimiento de la Tilapia Mossambica fue 1.69 veces mayor, y que en la TABLA XXIII el crecimiento del " Bluegill " fue nuevamente superado (1.97 veces) por la Tilapia.

Estudios efectuados simultáneamente revelaron que su dieta se basa principalmente en formas planctónicas de plantas y animales, en su ambiente natural.

Investigaciones adicionales en cuartos fríos temostáticamente controlados arrojaron la siguiente información: a los 15 °C cesan de alimentarse; entre los 14 ° y 11 °C murieron algunos individuos, obteniéndose un 100% de mortandad entre los 8.5 y 9.5 °C.

T A B L A X X I

SUMARIO DEL CRECIMIENTO DE LA TILAPIA Y EL BLUEGILL ALIMENTADOS CON COMIDA SECA STANDARD **

FECHA MEDICIONES	No. DIAS ALIMENTADOS	TILAPIA (PROMEDIO)			BLUEGILL (PROMEDIO)		
		PESO (g)	CRECIMIENTO (g)	ALIMENTO POR PEZ	PESO (g)	CRECIMIENTO (g)	ALIMENTO POR PEZ (g)
26.06.54		7.6	--	--	7.2	--	--
10.07	7	21.1	13.5	3.5	11.4	4.2	3.5
24.07	7	31.7	10.6	8.9	13.1	1.7	5.1
07.08	7	42.2	10.5	13.3	16.9	3.8	5.5
20.08	7	52.0	9.8	17.7	18.5	1.6	7.1
08.09	9	62.7	10.7	28.1	22.1	3.6	10.0
19.09	5	69.2	6.5	21.2	23.4	1.3	7.9
04.10	7	77.2	8.0	31.9	27.5	4.1	11.5
16.10	6	86.0	8.8	25.7	29.6	2.1	9.2
30.10	7	91.6	5.6	36.1	30.8	1.2	13.5

** COMPOSICION ALIMENTO SECO

	PARTES
Levadura de cerveza	1 - 2
Leche en polvo	10
Cacahuates	24
Trigo	24
Carne de pescado	16
Sal	4

T A B L A XXII

SUMARIO DEL CRECIMIENTO DE LA TILAPIA Y EL "BLUEGILL" EN ESTANQUES DE CONCRETO
FERTILIZADOS A RAZON DE 125 KILOGRAMOS DE NITRATO COMERCIAL POR HECTA—
RIA CADA 15 DIAS DURANTE 18 SEMANAS

FECHAS DE MEDICIONES	TILAPIA (PROMEDIO)		" BLUEGILL " (PROMEDIO)	
	PESO (g)	CRECIMIENTO (g)	PESO (g)	CRECIMIENTO (g)
26.06.54	7.3	--	6.6	--
10.07	20.7	13.4	12.0	5.4
24.07	35.4	14.7	15.4	3.4
07.08	50.0	14.6	21.9	6.5
20.08	56.9	6.9	25.6	3.7
08.09	62.2	5.3	33.4	7.8
19.09	65.3	3.1	36.0	2.6
04.10	68.9	3.7	33.4	3.4
16.10	69.7	0.8	41.6	2.2
30.10	72.5	2.8	42.8	1.2

T A B L A X X I I I

SUMARIO DEL CRECIMIENTO DE LA TILAPIA Y EL "BLUEGILL" EN ESTANQUES DE CONCRETO FERTILIZADOS CON
ESTIERCOL A RAZON DE CINCO TONELADAS POR HECTAREA CADA MES DURANTE 18 SEMANAS

FECHA DE MEDICIONES	TILAPIA	(PROMEDIOS)	BLUEGILL	(PROMEDIOS)
	PESO (g)	CRECIMIENTO (g)	PESO (g)	CRECIMIENTO (g)
26.06.54	7.9	---	7.2	---
10.07	23.5	15.6	14.2	7.0
24.07	33.7	10.2	18.0	3.8
07.08	38.5	4.8	21.9	3.9
20.08	49.8	11.3	24.3	1.4
08.09	57.4	7.6	28.6	4.3
19.09	59.9	2.5	31.7	3.1
04.10	64.9	5.0	34.3	2.6
16.10	67.7	2.8	35.3	1.0
30.10	74.1	6.5	37.5	2.1

CAPITULO IV

LOCALIZACION

DE

LA

PLANTA

CONGELADORA -

GRANJA

PISCICOLA

GENERALIDADES

Para la localización de una planta es necesario tomar en cuenta una serie de factores cuya óptima combinación dará como resultado una adecuada ubicación de la planta.

Los factores a considerar al escoger la localización de una planta, son: (1)

Materias primas

Mercados

Electricidad y combustibles

Clima

Facilidades de transporte

Disponibilidad de agua

Eliminación de desechos

Disponibilidad de mano de obra

Impuestos y restricciones legales

(1) Peters, M.S. - Plant Design and Economics for Chemical Engineers.
Mc. Graw Hill Book Company, Inc. New York (1958)

Espacio para expansión futura

Protección contra desastres naturales

Topografía y Terreno

Infraestructura

A continuación se analizará brevemente la forma en que cada factor afecta la localización de una planta en general. Posteriormente nos limitaremos al caso de la Planta Congeladora Granja Piscícola.

MATERIAS PRIMAS

La localización de la planta cerca de las fuentes de materia prima reduce los costos de transporte y de almacenamiento.

MERCADOS

Aquí hay que considerar el consumo, tanto del producto, como de los subproductos.

ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Muchas industrias utilizan vapor como medio de calentamiento, y para generarlo queman combustible. Plantas con requerimientos de grandes cantidades de combustible deben localizarse cerca de las fuentes de éste.

Respecto a la electricidad, su costo local determinará si es conveniente comprar este servicio o generarlo en la misma planta. La tarifa varía según el uso que se le dé.

CLIMA

Hay que analizar su efecto desde el punto de vista de una operación económica y desde el punto de vista humano. Hay que tomar en cuenta la temperatura ambiental media, precipitación pluvial, etc. (Máximos, mínimos y medias)

FACILIDADES DE TRANSPORTE

El transporte dentro de la República Mexicana se efectúa, ya sea por carreteras o por ferrocarril. Existe una buena y amplia red de carreteras, haciéndose posible el servicio de transporte de materiales con relativa rapidez y continuidad. El uso del ferrocarril permite el traslado de grandes cantidades de materiales a menor precio. La República Mexicana cuenta con una extensa red ferroviaria. Las tarifas varían según el producto a transportar.

Si es posible, hay que tratar de tener acceso a ambos tipos de transportación.

No sólo hay que tener en cuenta el transporte del producto y de la materia prima, también es importante que el trabajador cuente con facilidades de transporte.

El costo del transporte, ya sea de materia prima o del producto terminado, es de capital importancia, porque se refleja directamente en el precio del producto. La rapidez y continuidad influye en las facilidades de operación de la planta así como en las de venta.

DISPONIBILIDAD DE AGUA

Se prefiere utilizar un río o un lago como fuente de abastecimiento de agua, pero se podrá aprovechar un pozo siempre y cuando los requerimientos de agua de la planta no sean muy grandes.

Nota: Las características que debe reunir el agua para trabajos de piscicultura se incluirán posteriormente cuando los factores antes mencionados se modifiquen para adaptarlos a las necesidades de este proyecto.

Para saber exactamente si se dispone de agua y su cantidad, se deben hacer estudios hidrológicos en los que se incluyen las características del subsuelo (como permeabilidad, origen, etc.).

Se debe hacer también un análisis de la calidad del agua, que incluya datos como: turbidez, olor, dureza, pH, contaminación bacteriológica, etc.

El agua puede ser utilizada para uso doméstico, riego agrícola o para uso industrial.

ELIMINACION DE DESECHOS

Hay que tomar en cuenta las restricciones legales de la localidad para ver si habrá necesidad de tratar el agua de desecho u otras corrientes.

DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA

En todas las regiones del país pueden encontrarse obreros manuales, pero

sin habilidad ni experiencia.

Considerar aquí los salarios, horas de trabajo por semana, etc.

IMPUESTOS Y RESTRICCIONES LEGALES

Los impuestos varían de localidad a localidad, y, entre otros tenemos: -
los impuestos sobre la renta y los impuestos sobre las ganancias.

En este aspecto, existen regiones favorables a la localización de determinado tipo de plantas, ya que pueden lograr la exención de impuestos si cumplen con los requisitos de la Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias y del programa de descentralización.

ESPACIO PARA EXPANSION FUTURA

Los cambios futuros pueden ser deseables o necesarios. Por lo tanto es importante contar con espacio adicional.

PROTECCION CONTRA DESASTRES NATURALES

Para los efectos de construcción, es necesario obtener datos sobre la frecuencia e intensidad de sismos, igualmente es necesario adquirir información sobre la posibilidad de inundaciones, ciclones, tormentas, siniestros, etc.

TOPOGRAFIA Y TERRENO

La topografía y la composición del suelo afecta los costos de construcción.

El costo de la tierra también es importante, al igual que los costos de -- construcción.

INFRAESTRUCTURA

La existencia de una infraestructura desarrollada es un factor de gran importancia para la ubicación de una empresa.

Esta infraestructura comprende servicios como: drenaje, alcantarillado, carreteras, Seguro Social y escuelas.

Además de los factores antes mencionados, debemos añadir otros de gran importancia en todo intento de " cultivo " de especies acuáticas; estos factores podrían agruparse bajo la denominación de Aspectos Hidrobiológicos, describiéndose a continuación:

ASPECTOS HIDROBIOLOGICOS

En México frecuentemente se efectúan trabajos de piscicultura en los cuales se habla con gran ligereza de especies capaces de resolver el problema alimenticio de nuestro pueblo. Es necesario dejar bien sentado que no hay especie adaptada a todas las condiciones ecológicas de nuestro país; el hecho de que en un lugar se obtenga un buen rendimiento no indica que deba hacerse una distribución anárquica de tal o cual especie, porque ello puede conducir a la alteración nociva de las características físico-químicas y biológicas de las aguas al romperse el equilibrio biótico que existe en toda biocenosis.

Para incrementar el desarrollo de las especies nativas o exóticas deben tenerse conocimientos suficientes sobre: la biología de la especie, incluyendo todo lo que se refiere a su ecología, o sea, las relaciones con el medio ambiente.

Los aspectos biológicos básicos son: nutrición, crecimiento, hábitos reproductivos y desarrollo, con el objeto de saber cuales serán los requerimientos de una especie cuando se traslade a otra región, su rendimiento y en que época del año deberá protegerse (en el caso de Piscicultura extensiva). Estos aspectos biológicos, para el caso de la Tilapia como pez de piscicultura, se encuentran descritos en el Capítulo III.

En cuanto a los aspectos físico-químicos deben considerarse: la luz, temperatura, efectos de vientos y corrientes, gases disueltos en el agua, pH, tipos de fondos, polución, etc., factores que deben ser tomados en cuenta con el objeto de lograr los mejores resultados en trabajos de este tipo. A continuación se analiza solamente la forma en que estos factores ambientales actúan sobre los organismos y sus variaciones periódicas.

L U Z

La luz influye sobre los hábitos alimenticios de los peces, y en lo que respecta a los organismos acuáticos, tan importante es la intensidad como la longitud de onda de los rayos lumínicos, ya que ambas características en forma conjunta, determinan la abundancia y la distribución del plancton, así como sus variaciones estacionales. Si partimos del hecho de que la flora acuática, sobre todo la que constitu-

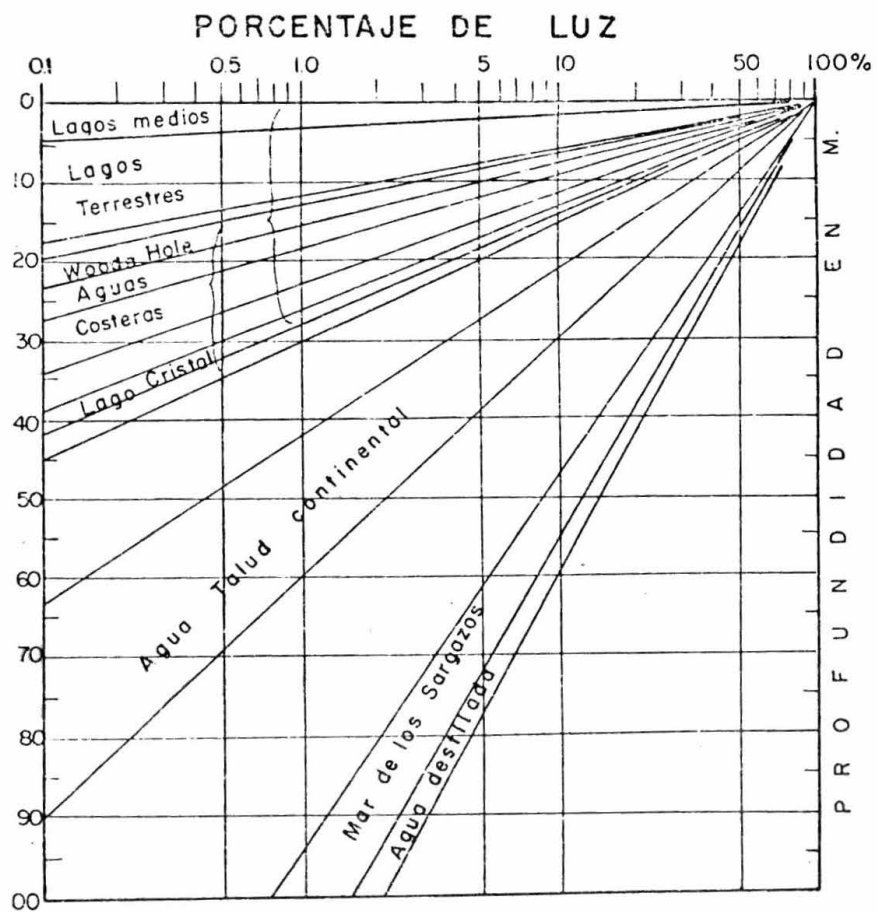
ye el fitoplancton, forma la base de toda pirámide alimenticia, se comprende la importancia de la luz al considerar la productividad de un depósito natural o artificial, ya que ésta es indispensable para la vida vegetal. En su ausencia es prácticamente imposible la asimilación de bióxido de carbono y, por consiguiente, la dotación de oxígeno de esas aguas dependerá únicamente del intercambio gaseoso con la atmósfera.

En nuestro país no existe lugar en que deje de haber luz durante un período considerable, a todo lo largo del año. Sin embargo, otros factores, tales como la turbidez, alteran esta situación y basta descender algunos metros bajo el agua para encontrar condiciones de obscuridad.

Es lógico encontrar variaciones estacionales en la intensidad luminosa y, por consiguiente, en la producción fitoplanctónica, con los resultados inherentes.

El movimiento de las aguas aumenta el porcentaje de rayos reflejados, disminuyendo en consecuencia, la cantidad de los que son absorbidos. En resumen, podemos decir que entre los factores que afectan la intensidad luminosa bajo la superficie del agua destacan: altura del sol, nublado del cielo, intensidad de los vientos, tranquilidad o turbulencia de las aguas y turbidez debida a partículas en suspensión. (2)

(2) Sevilla, M.L.- Aspectos Hidrobiológicos a Considerar en todo Intento de Incremento de Especies Acuáticas.
Boletín de Piscicultura Rural. 13, (1963)



PENETRACION DE LA LUZ AMARILLO-VERDE EN AGUAS NATURALES.
SEGUN CLARKE G. L.

FIGURA 5

TEMPERATURA

El ritmo alimenticio, crecimiento, desarrollo y reproducción son afectados directamente por la temperatura. Por ejemplo, en el caso de la Tilapia, ésta cesa de alimentarse cuando las aguas se encuentran por debajo de los 15 C, y sólomente se reproducen a temperaturas superiores a los 20 C.

En piscicultura extensiva (lagos, presas, etc.) se presenta además el problema de la estratificación térmica. De acuerdo con estudios realizados en lagos -- templados de otros países, se ha observado que la temperatura tiende a disminuir rápidamente desde la superficie hacia el fondo, presentando una capa de discontinuidad; la profundidad a la cual se presenta ésta, varía, pero está generalmente entre los 15 a 20 m. (Fig. 6) siendo de capital importancia en la distribución de los organismos, ya que frecuentemente representa una barrera para los peces stenotérmicos, o sea, los que únicamente soportan ligeros cambios en la temperatura.

ESTRATIFICACION TERMICA PRIMAVERAL EN UN
EMBALSE PROFUNDO

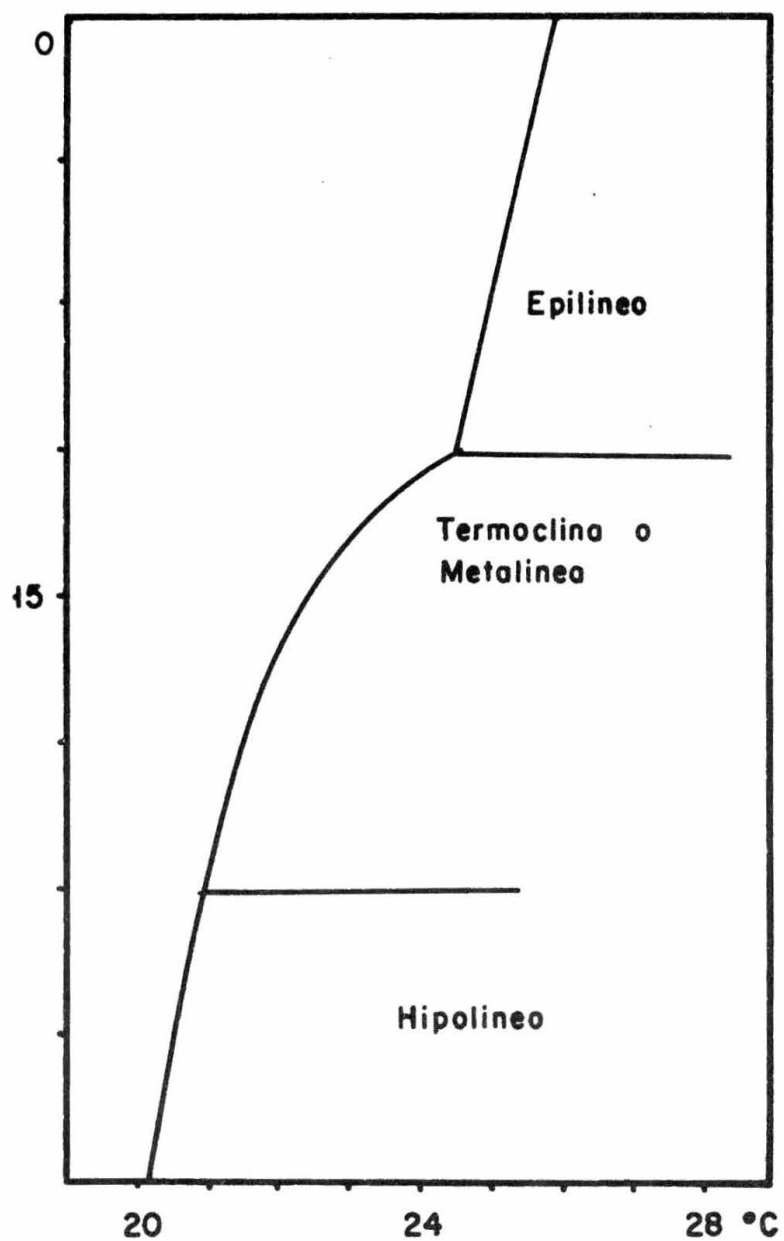


FIGURA 6

OXIGENO

El oxígeno del agua puede provenir del aire o de la función clorofílica.

Cuando la concentración de oxígeno en el agua disminuye por debajo de un límite, los organismos tienden a dejar de alimentarse; por ejemplo, la Tilapia reduce su ritmo alimenticio cuando la concentración de oxígeno es menor de 1.5 g/l.

La disminución del oxígeno en el agua generalmente esta asociada con aumentos en: la temperatura, concentración de organismos, polución, producción de bióxido de carbono en el fondo y lodos húmicos. De éstos, sólo la temperatura no es controlable, por lo que debe tenerse cuidado de no introducir especies que requieren altas concentraciones de oxígeno en zonas cálidas.

CONTAMINACION

Este es un problema de gran importancia en las aguas continentales, y no menor en las marinas. Se dice que las aguas están contaminadas cuando presentan en suspensión o en solución, partículas o sustancias que pueden causar daño a los organismos que las habitan. Pueden ser de origen industrial, agrícola o humano.

Los desperdicios de las fábricas, de las ciudades o de los campos abiertos al cultivo pueden ir a los arroyos sin ningún tratamiento, aportando sustancias que suelen ocasionar gran mortalidad en los peces y otros organismos, ya sea directamente, - por tratarse de sustancias venenosas y caústicas, o bien por agotar el oxígeno disuelto.

DISCUSION DE LOS FACTORES (DETALLADOS)

Una vez analizada la forma en que cada factor afecta o influye en la localización de una planta, podemos incluir en cada uno de ellos las características -- que se requieren para que el cultivo e industrialización de la Tilapia tenga éxito.

MATERIAS PRIMAS

En nuestro caso las materias primas serán únicamente el alimento de los peces y el fertilizante para los estanques (Ver Capítulo II). La planta congeladora no consume refrigerante, ya que éste se recircula. Por lo tanto, convendría localizar la planta cerca de alguna cervecera o industria aceitera, pues los residuos de estas industrias constituyen una comida excelente y barata para la producción de Tilapia.

Cabe señalar que será conveniente ubicar la planta en una zona rural debido a las siguientes ventajas: facilidad de obtención de abono orgánico fresco (que es mejor que el abono mineral), menor costo del terreno, cooperación gubernamental, descentralización y mejoras a comunidades de bajos ingresos.

El mapa 9 muestra la distribución de las industrias cervecera y aceitera en la República Mexicana.

M E R C A D O S

Como se mencionó en el Capítulo I, en el Distrito Federal existe una preferencia muy marcada por algunos productos, entre los cuales se encuentra el pesca-

do; esta entidad capta alrededor de la mitad del total nacional. Además, es importante destacar que la demanda de pescado en el Distrito Federal crece mucho más rápidamente que en el resto del país, debido a que la población del primero crece más rápidamente.

Lógicamente se tratará de localizar la planta en una zona cercana al mercado central (D.F.) que cuente con facilidades de transporte para poder distribuir adecuadamente el producto a regiones donde se consume una dieta monótona y pobre, que da lugar a un estado de desnutrición crónica.

ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

La planta congeladora no requiere combustible, por lo que este factor no afecta su localización.

Respecto a la electricidad, la estableceremos como un factor secundario que no influye grandemente en la localización de la planta.

C L I M A

Este es el factor de mayor importancia en lo que al cultivo de Tilapia respecta. La planta se deberá localizar en una región de clima tropical donde la temperatura media anual sea superior a los 22 °C y la temperatura mínima anual no sea inferior a los 18 °C. Las condiciones óptimas para la piscicultura requieren de un clima muy húmedo (alta precipitación pluvial). En cuanto a la altitud, ésta debe ser inferior a los 1 500 m. sobre el nivel del mar.

FACILIDADES DE TRANSPORTE

Se dará preferencia a la distribución por carretera, dado que ningún sistema ferroviario de nuestro país cuenta en la actualidad con furgones refrigerados, -- siendo necesario arrendarlos de compañías de los Estados Unidos.

Los equipos utilizados en el transporte por carretera son unidades refrigeradas de tractor y trailer.

DISPONIBILIDAD DE AGUA

Este factor es de suma importancia para trabajos de piscicultura. Se prefiere utilizar una presa como fuente de abastecimiento de agua, aunque se podrán -- aprovechar ríos y lagos, siempre y cuando se pueda disponer de una cantidad suficiente durante todo el año.

Como ya se mencionó en el Capítulo II, las aguas que no pueden ser utilizadas para la piscicultura son muy escasas, pero la producción de las mismas variará grandemente, según sus caracteres físicos y químicos.

La tabla XVIV muestra las características óptimas que debe reunir el -- agua de un estanque donde se cultive intensivamente la Tilapia.

T A B L A XXIV

AGUA DE ESTANQUE PARA CULTIVO DE TILAPIA					
CARACTERES FISICOS			CARACTERES QUIMICOS		
TEMPERATURA	TURBIDEZ	COLOR	pH	O ₂	DUREZA
24 C	POCA	VERDOSA	7 - 8	(*)	(*)

(*) La Tilapia es un pez que no requiere un alto contenido de oxígeno en el agua y se adapta a diferentes condiciones de dureza.

DESECHOS

Al vaciar los estanques, el agua se puede aprovechar para riego. Los -- desperdicios de pescado se dispondrán según se discutió anteriormente (Ver Mercados). Este factor no afecta en modo alguno la ubicación de la planta.

DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA

Se procurará escoger una zona rural de poco desarrollo, para beneficiar la.

IMPUESTOS Y RESTRICCIONES LEGALES

A este respecto -y como se dijo anteriormente- es preferible ubicar la - planta en una zona rural donde existen menos restricciones y, además, se cuenta con la cooperación del gobierno para fomentar el establecimiento de este tipo de industrias.

ESPACIO PARA EXPANSION FUTURA

En una zona rural este factor no es de gran importancia, ya que se cuenta con espacio adicional.

PROTECCION CONTRA DESASTRES NATURALES

Lógicamente, zonas donde los sismos son poco frecuentes serán más favorables.

En caso de inundaciones y tormentas frecuentes, se tomarán las debidas protecciones, sobre todo en lo que respecta al tipo de construcción de los estanques.

Respecto a los incendios, éstos no presentan un grave peligro ni a los estanques ni a la planta congeladora, ya que no se utiliza materiales inflamables.

TOPOGRAFIA Y TERRENO

Se buscarán zonas que se encuentren por debajo de los 1500 metros sobre el nivel del mar, pues la Tilapia se desarrolla mejor en regiones de poca elevación.

El lugar que se escoja para localizar la planta no debe ser montañoso --
(Ver Capítulo II).

INFRAESTRUCTURA

Por las ventajas que se mencionaron anteriormente, es recomendable que la planta se localice en zona rural cercana a una ciudad importante.

ASPECTOS HIDROBIOLOGICOS

Se incluyen en la TABLA XXIV

SELECCION DEL LUGAR

Para seleccionar el sitio específico donde se ubicará la planta, se seguirán los siguientes pasos :

- 1) Hacer una lista de los factores que afectan la localización de la planta, en el orden de su importancia.
- 2) Localizar zonas geográficas con los factores más importantes.
- 3) Localizar el área específica con la ayuda de los factores restantes.

Primer paso

- a) Clima
- b) Disponibilidad de agua
- c) Topografía
- d) Materia prima
- e) Mercados
- f) Facilidades de transporte
- g) Disponibilidad de mano de obra
- h) Impuestos y restricciones legales
- i) Espacio para expansión futura
- j) Protección contra desastres naturales
- k) Infraestructura

Segundo paso

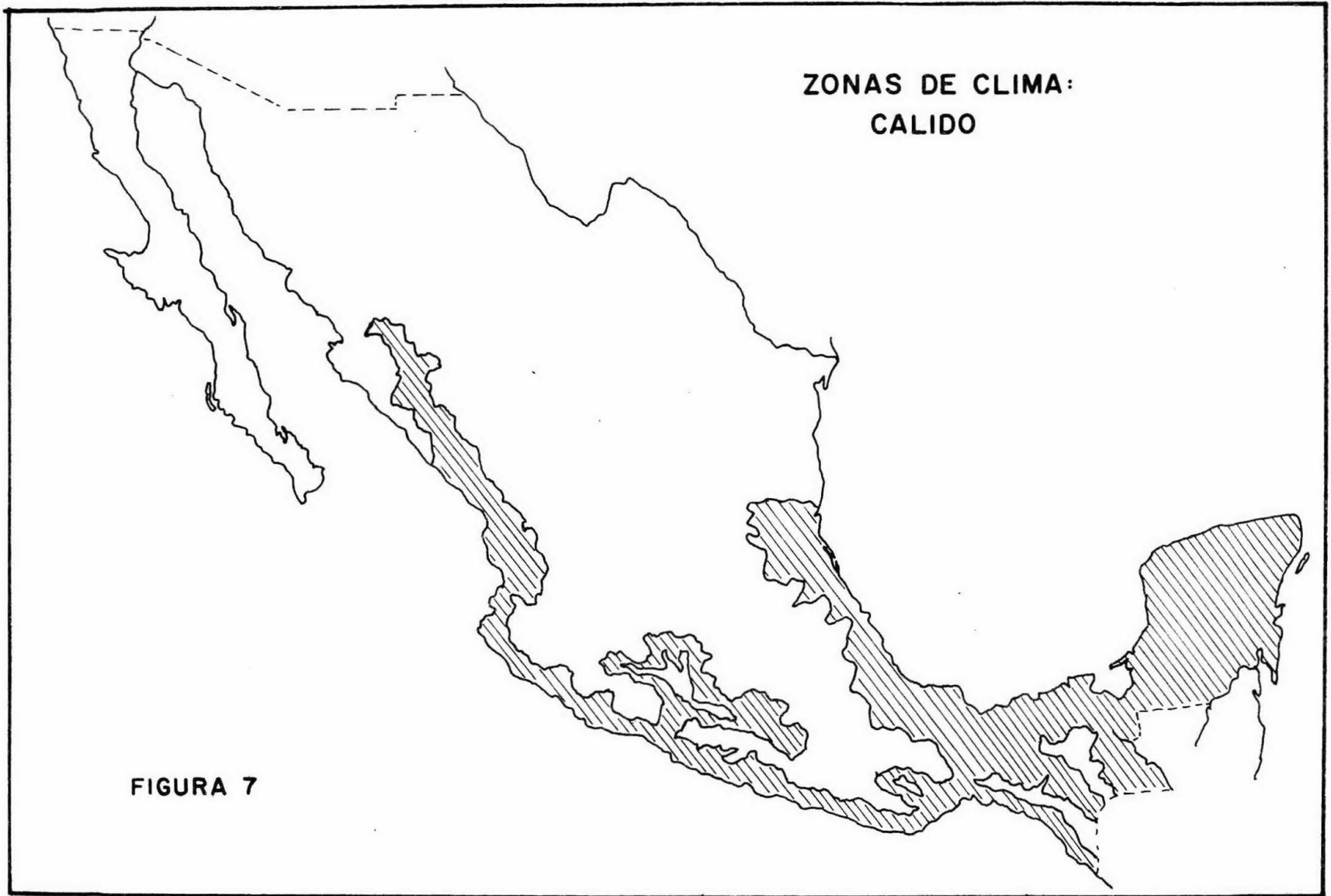
Con la ayuda de mapas se localizaron zonas geográficas propicias para la ubicación de la planta. Estas zonas se fueron reduciendo a medida que se consideraron factores sucesivos como se observa en la secuencia de mapas números 7 a 10.

Tercer paso

Finalmente se llegó a escoger el área comprendida en la figura 10 y se decidió localizar la planta en los alrededores de la ZONA OESTE DE CIUDAD ALAMAN, VER.

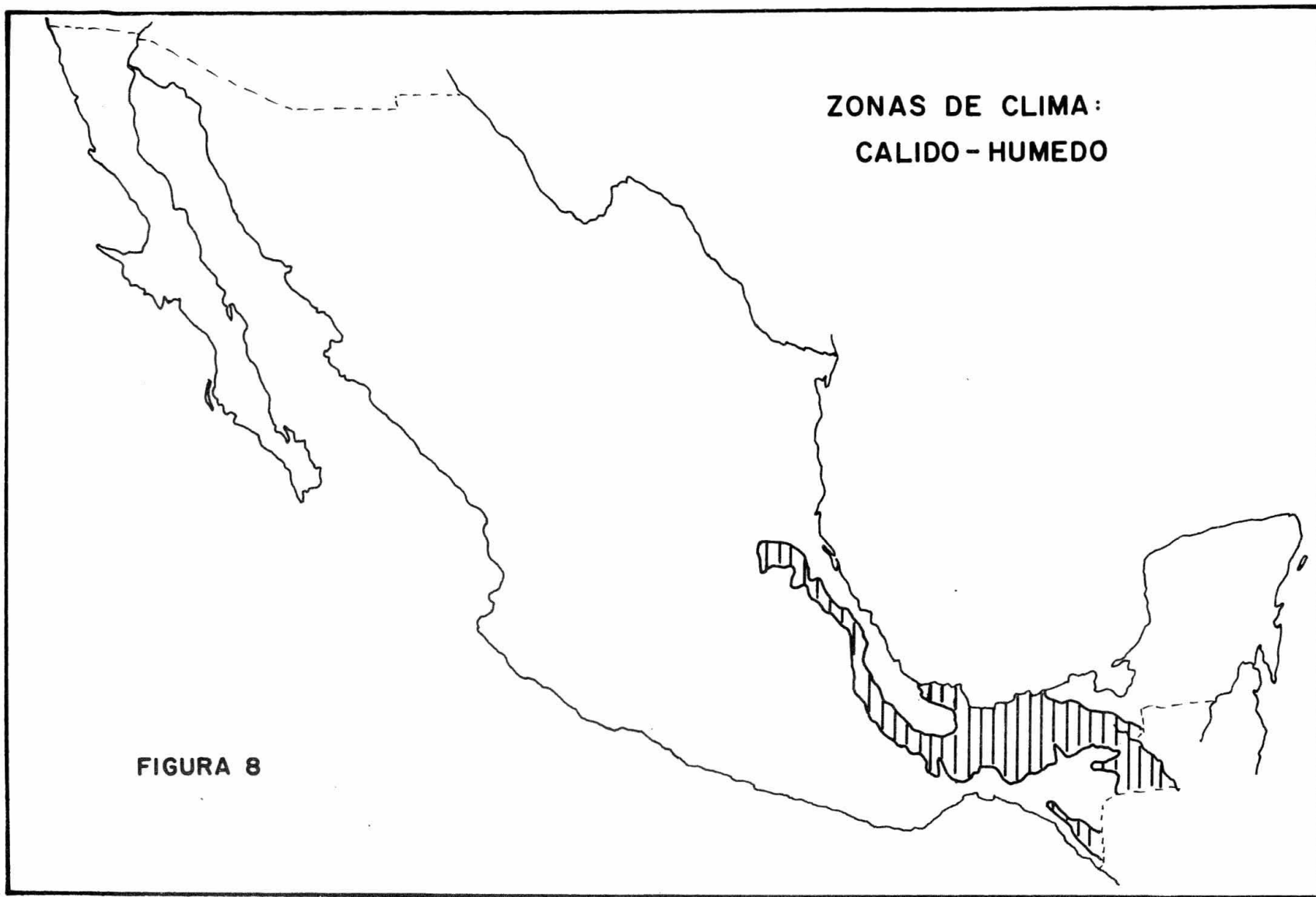
**ZONAS DE CLIMA:
CALIDO**

FIGURA 7



**ZONAS DE CLIMA:
CALIDO - HUMEDO**

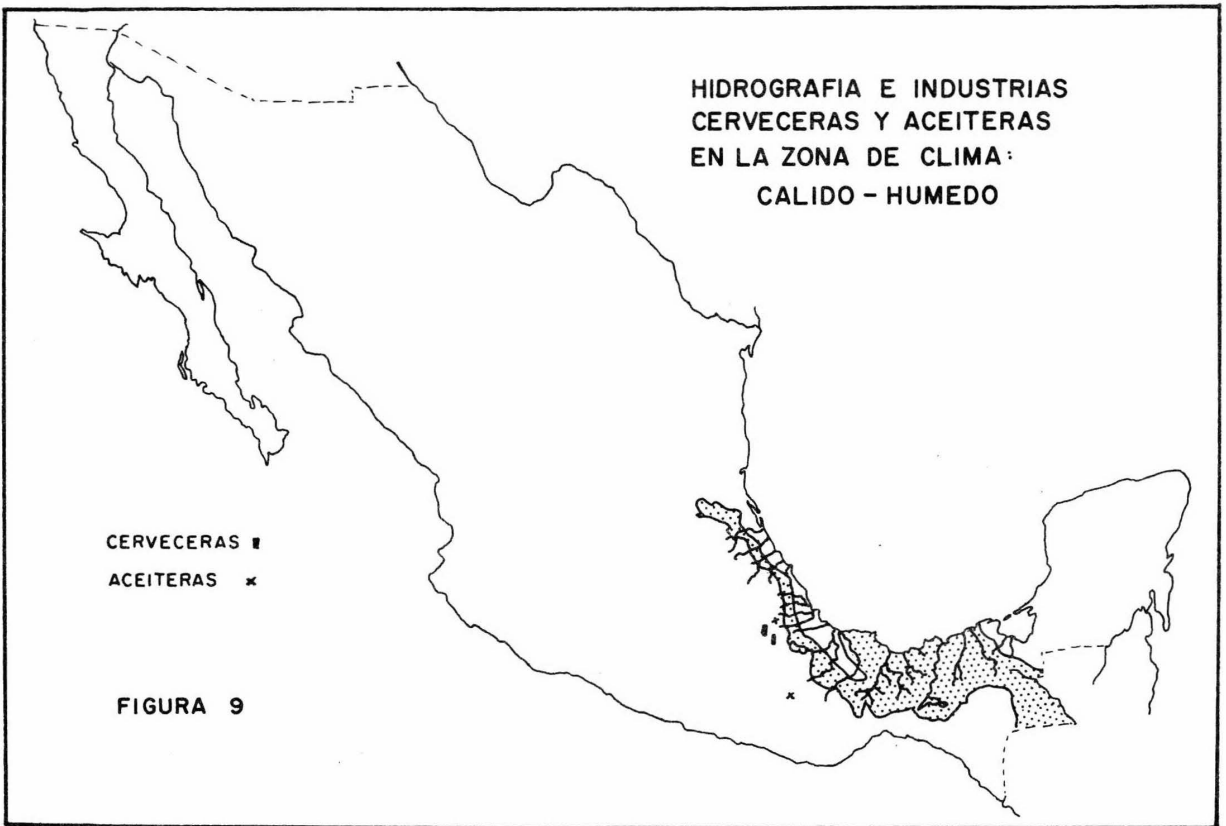
FIGURA 8

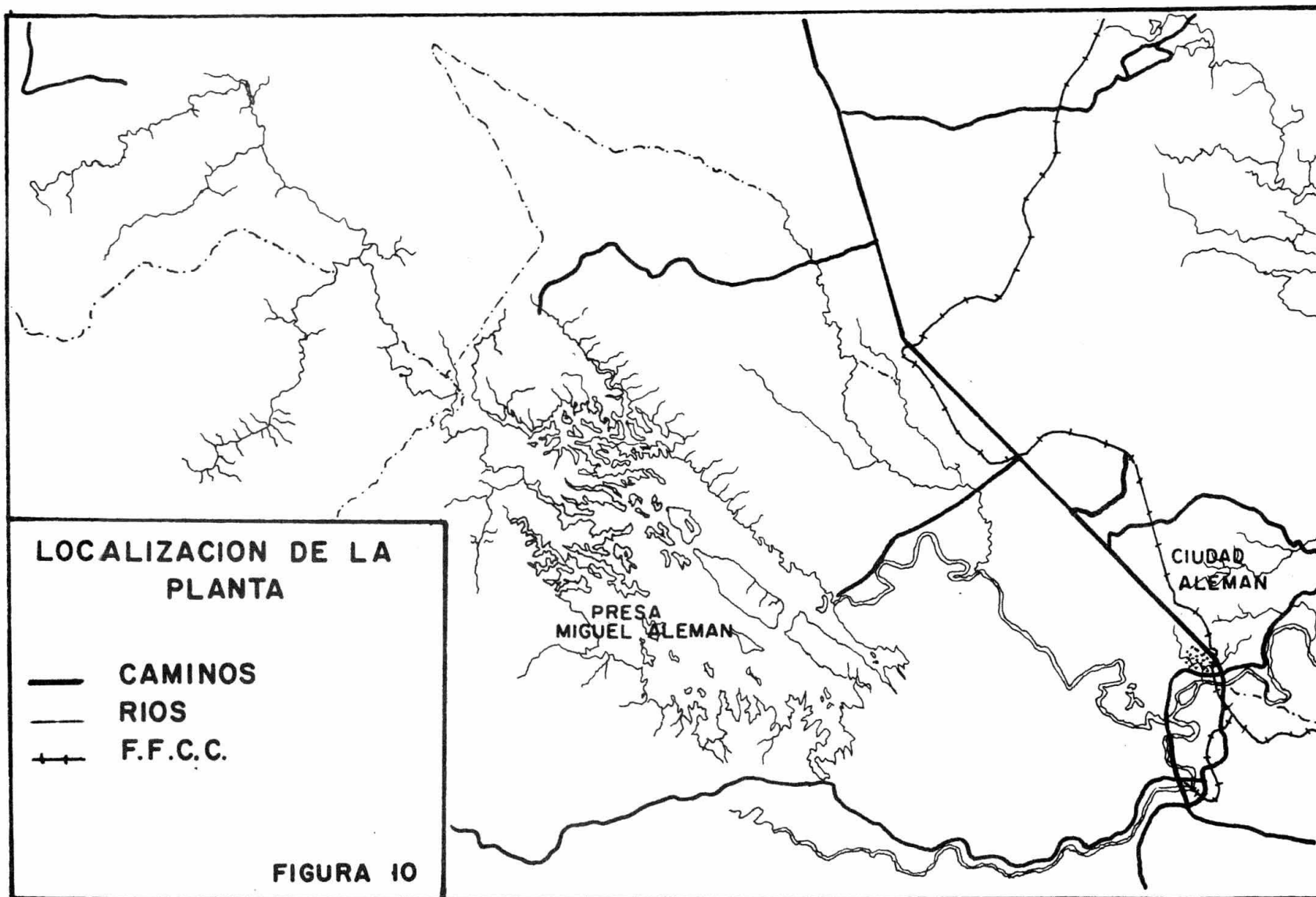


HIDROGRAFIA E INDUSTRIAS
CERVECERAS Y ACEITERAS
EN LA ZONA DE CLIMA:
CALIDO - HUMEDO

CERVECERAS ■
ACEITERAS x

FIGURA 9





CAPITULO V

PRINCIPIOS

DE

LA

CONGELACION

DE

ALIMENTOS

DESARROLLO DE LA INDUSTRIA CONGELADORA DE ALIMENTOS

La congelación siempre ha sido reconocida como un método excelente para la conservación de alimentos. Desde hace mucho tiempo, granjeros, pescadores y cazadores que vivían en regiones frías, conservaban el pescado, la caza y otras carnes mediante la congelación y almacenamiento en bodegas especiales. Es más, la congelación comercial no es una industria reciente. La congelación artificial de pescado en escala comercial comenzó en Estados Unidos alrededor de 1865, y ya antes de esa fecha, en los Grandes Lagos, cuando se pescaba en un hoyo perforado en la superficie helada, se congelaban los peces dejándolos unas horas sobre el hielo.

En un principio el pescado era congelado artificialmente al colocarlo en cazuelas tapadas y cubiertas con hielo y sal. Más tarde aparecieron equipos que utilizaban amoníaco como medio refrigerante.

La calidad de los productos congelados mejoró enormemente cuando en el año de 1925 se empezó a utilizar la congelación rápida o criogénesis. Poco tiempo después, Clarence Birdseye (1) promovió la idea de que si se tenía gran cuidado en

(1) TRESSLER, D.K. and C.F. EVERS.- The freezing preservation of foods, Vol. I. The avi publishing Company Inc. Westport, Conn. (1957).

la selección, manejo, preparación, congelación, almacenamiento y transportación - del producto, éste tendría una calidad equivalente a la de los mejores alimentos frescos.

OBJETO DE LA CONGELACION

Tanto la conservación por congelación, como por enlatado, presentan la ventaja de mantener los alimentos en buenas condiciones por períodos mucho más largos que los que permite una refrigeración ordinaria (arriba de los 0°C). Uno de los riesgos constantes en refrigeración es el peligro de descomposición por hongos y bacterias. Sin embargo, este inconveniente es eliminado en congelación o enlatado. - Por otra parte, el enlatado y congelación producen cambios en la textura de frutas y vegetales, si se comparan con productos frescos. En el enlatado, ésto es debido a - las altas temperaturas requeridas para la esterilización, mientras que en la congelación, se debe a la formación de cristales en el interior de los tejidos. En términos - generales se puede decir que la congelación conserva el color, sabor y aroma de productos vegetales y animales mejor que el enlatado o cualquier otro método de conservación conocido hasta la fecha.

Para el enlatado, la mayoría de las frutas y vegetales tienen que ser recolectados antes de que estén completamente maduros, para que puedan soportar el - procesado. Sin embargo, para la congelación, los productos se recolectan estando completamente maduros y en su mejor condición.

Los alimentos que se descomponen fácilmente son refrigerados o congelados sencillamente para poder llevarlos a mercados, donde, de otra manera, no po--

drían ser encontrados en estado fresco. Esto puede ser debido a que el centro de producción se encuentra muy lejos, o a que el producto sea "estacional". La congelación tiene grandes ventajas, pues conserva indefinidamente la calidad, el sabor y el contenido vitamínico de los alimentos.

CAMBIOS QUE OCURREN DENTRO DE LA CONGELACION

El proceso de congelación representa una "agresión" a la estructura de los alimentos frescos. El agua contenida en ellos se separa del resto de la sustancia en forma de hielo. Por lo tanto, al descongelar, el hielo puede ser reabsorbido por el alimento, pero debido a que congelación y descongelación no son procesos reversibles, la unión del agua es mucho más débil después de la descongelación, que en el estado fresco de los alimentos, lo que causa que el jugo pueda extraerse por presión mucho más fácilmente en un alimento descongelado. Esto puede verse claramente si se exprime con la mano la mitad de una manzana descongelada, pues el jugo saldrá con la misma facilidad que si se tratara de una naranja fresca.

Los cambios que pueden ocurrir son de los siguientes tipos:

- I).- Físicos
- II).- Químicos
- III).- Fisicoquímicos

CAMBIOS FISICOS

Incluyen cristalización, expansión y desecación.

CAMBIOS QUIMICOS

Pueden clasificarse como sigue :

- a) Acciones químicas ordinarias
- b) Aquéllos causados por las enzimas
- c) Aquellos causados por los microorganismos (bacterias, hongos y levaduras)

Los cambios químicos son muy variados y usualmente ocurren simultáneamente con algunos de los otros dos tipos de cambios. La oxidación de pigmentos, hidrólisis de grasas y otros ésteres y la deshidratación o desnaturalización de proteínas son ejemplos de cambios químicos que ocurren frecuentemente en alimentos congelados.

Tanto las frutas como las verduras están formadas por materia viva y, --consecuentemente, respiran. Es decir, después de ser recolectadas continúan absorbiendo oxígeno y desprendiendo dióxido de carbono. Esta acción causa un descenso en el contenido de azúcar, especialmente en chícharos y maíz. La congelación, al igual que las magulladuras, provocan un mezclado de las sustancias de las células y --una respiración anormal, lo cual favorece la aparición de olores desagradables.

La congelación no destruye la actividad enzimática que es la causante de la respiración en frutas y verduras, por lo que estos alimentos tienen que ser tratados antes de ser congelados.

Las bacterias, levaduras y hongos presentan gran actividad a temperatu

ras ambientales (entre los 20 y 25 °C), multiplicándose rápidamente y provocando - cambios profundos en los alimentos. A medida que se baja la temperatura, la velocidad de crecimiento de estos organismos disminuye, hasta que prácticamente se anula a -10°C. Puesto que los alimentos congelados se almacenan generalmente a temperaturas inferiores a los -10°C, la acción de los microorganismos sea peligrosa solamente antes de la congelación y después de la descongelación.

CAMBIO FÍSICOQUÍMICO

Los cambios físico-químicos o cambios químicos coloidales son, probablemente, tan importantes como lo son los cambios químicos. Aunque muchos de los cambios coloidales en alimentos congelados son drásticos, su mecanismo no ha sido bien comprendido. La carne, aves, pescados y mariscos están todos formados por una sustancia gelatinosa llamada "gel ". Para que la distribución tridimensional del coloide no se altere, la velocidad de congelación debe ser lo suficientemente rápida como para que se formen cristales pequeñísimos, distribuidos uniformemente a través del tejido. Si este producto que ha sido congelado rápidamente se descongela, la humedad es reabsorbida por el tejido a medida que los pequeños cristales se derriten. Si por el contrario, la congelación se hace lentamente, o bien, el producto congelado rápidamente se almacena bajo condiciones que permitan el crecimiento de los cristales, el producto no regresará completamente a su estado original al ser descongelado. Parte del líquido formado al derretirse los cristales no es absorbido, y se dice entonces que el alimento " gotea ". Para explicar este fenómeno se ha propuesto la hipótesis de la "ruptura celular". De acuerdo con ella, durante una congelación lenta, las paredes celulares de muchos tejidos son rasgadas por los cristales en crecimiento, y, por -

lo tanto, en la descongelación el contenido de las células se escapa. Sin embargo, si los tejidos se congelan rápidamente, se supone que el tamaño de los cristales será tan pequeño que no tendrán oportunidad de rasgar las paredes celulares.

Se han realizado estudios sobre el efecto de la velocidad de congelación en la calidad de los alimentos. Las conclusiones a las que se han llegado se pueden resumir como sigue:

- 1.- Un examen cuidadoso de carnes y pescados congelados revela que - que existe una gran diferencia de calidad entre los productos que - han sido congelados lentamente y aquéllos que lo han sido rápidamente. En el caso de los vegetales, la diferencia es apenas notoria, siempre y cuando la velocidad de congelación en la congelación lenta, sea lo suficientemente rápida como para controlar el crecimiento de los microorganismos.
- 2.- Al cocinar los alimentos, la mayoría de estas diferencias desaparecen.
- 3.- La velocidad de congelación tiene gran influencia en la calidad de ciertos alimentos como son: el pescado y cortes delgados de temera.
- 4.- La congelación moderadamente rápida produce alimentos congelados de buena calidad.

El tamaño de los cristales formados puede aumentar si existen fluctuaciones de temperatura; generalmente, los cristales más grandes crecen a expensas de los

más pequeños.

Es un hecho que el agua existe en los alimentos en dos o más estados. Los términos generalmente usados son: agua "ligada" y agua "libre". Algunos aceptan la definición de agua ligada como aquella que no congela a -20°C . Por otra parte, el agua libre exhibe las propiedades físicas y químicas del agua líquida y congela de acuerdo con su condición de solución. En la carne de pescado, los investigadores han encontrado que aún a -34°C existe algo de agua no cristalina. En verdad, la can tidad es infinitesimal.

CAMBIOS QUE OCURREN EN EL PESCADO

CAMBIOS ANTES DE LA CONGELACION

Cuando un pez o cualquier otro animal muere, el rigor mortis aparece rá pidamente debido a que se forma ácido láctico en los músculos y los obliga a con-- traerse. Al cesar el rigor mortis, la acción de las enzimas (o autólisis) continúa. - Esta acción es considerada beneficiosa en las carnes, pues las suaviza, y es por esto - que la carne de res se conserva en cuartos fríos durante algunos días antes de ser con gelada. Este tratamiento permite que la carne se suavice.

Sin embargo, el procedimiento anterior no se recomienda para el pesca- do, ya que pierde su frescura. Además, la carne de pescado ya es bastante tierna y - si se suaviza más, el producto será difícil de cocinar y su aspecto, no muy agradable.

Ya que el pescado se descompone muy fácilmente después de ser captura do, la forma ideal de producir un producto de primera calidad es mediante congela-

ción inmediata después de la captura.

CAMBIOS POSIBLES DURANTE LA CONGELACION

Por muchos años se creyó que la principal causa de los cambios que tenían lugar en el pescado congelado lentamente se debían a la formación de cristales grandes de hielo que causaban la ruptura de las células musculares, un aspecto indeseable y consecuentemente, un " goteo " durante la descongelación. Posteriormente se encontró que, aunque dichos cambios se presentaran, una de las causas principales del deterioro del pescado era la desnaturalización de las proteínas. Esta desnaturalización se debe a cambios químicos, probablemente una deshidratación irreversible.

La desnaturalización de las proteínas se verifica rápidamente a temperaturas entre los 0° y los -5°C , aunque disminuye grandemente a temperaturas muy bajas. El único método práctico de retardar la desnaturalización de proteínas es mediante una congelación muy rápida y el almacenamiento a una temperatura baja constante, preferentemente abajo de los -20°C .

CAMBIOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

DESECACION

Las carnes, aves, pescados y mariscos deben ser empacados cuidadosamente para protegerlos de la deshidratación por sublimación. La " quemadura de congelación " es particularmente difícil de prevenir en aves, debido a la imposibilidad de lograr un contacto uniforme del material envolvente con la superficie de la carne.

Las quemaduras de congelación en carnes, aves y pescados son desagrad-

dables y además las grasas que se encuentran inmediatamente abajo de la zona "quemada" se oxidan y se ponen rancias. Las proteínas se desnaturalizan y por lo tanto, el tejido se seca y endurece. El pigmento rojo, mioglobina, en la superficie de la carne queda expuesto a la acción del aire, y como resultado, se torna café debido a su oxidación.

La luz también cataliza la oxidación de la mioglobina, con la consiguiente decoloración de las carnes rojas, hígado, corazón y otros órganos que contengan este pigmento.

Un empaque adecuado -por ejemplo con materiales impemeables- y especialmente si se realiza antes de la congelación, previene y controla la quemadura de congelación.

CAMBIO EN LAS GRASAS

Durante el almacenamiento prolongado, las grasas en las carnes, aves, pescados y mariscos se van hidrolizando lentamente para formar ácidos grasos libres; simultáneamente, éstos pueden ser oxidados y enranciarse. Las grasas de aves y pescados son más susceptibles a estas acciones químicas que las grasas de res.

Pescados grasos como el salmón deben ser empacados cuidadosamente -- (antes de ser congelados) y almacenados a temperaturas inferiores a los -18°C si se quiere que permanezcan en buen estado por más de 5 o 6 meses. La grasa del pescado es sumamente insaturada y absorbe oxígeno del aire fácilmente. Una oxidación severa provoca que el pescado se torne café.

CAMBIOS POSIBLES DURANTE LA DESCONGELACION

La carne de res y aves que es descongelada lentamente reabsorbe prácticamente toda el agua que pudo haberse separado en forma de hielo, y por lo tanto, muy poco o nada de " goteo " ocurre.

Cuando se descongela pescado, éste gotea más que la carne de res o - - aves. El pescado magro, por otra parte, " gotea " más que el pescado graso.

Cuando se descongela un pescado inmediatamente después de haber sido congelado rápidamente, casi no ocurre el fenómeno de " goteo ". Durante el almacenamiento de pescado congelado, la tendencia a " gotear " al ser descongelado aumenta hasta alcanzar un máximo a los seis meses aproximadamente. La proporción puede llegar a ser de un 25% si el pescado se congeló lentamente. La tendencia a exudar al ser descongelado aumenta cuando el pescado congelado se ha almacenado a temperaturas relativamente altas, por ejemplo a -5°C . Fluctuaciones en la temperatura también aumentan la tendencia a exudar. Por otra parte, el pescado entero " gotea " menos que los filetes de pescado. El pH también influye en la tendencia a exudar - del pescado descongelado: peces con pH bajo exudan más que aquéllos que tienen - un pH alto.

El pescado que ha sido descongelado lentamente ofrece mayor resistencia a la penetración de los microorganismos.

VENTAJAS DE LA CONGELACION RAPIDA

Se han publicado muchos artículos acerca de esta materia, y actualmente

se acepta el hecho de que la congelación rápida es superior a la congelación lenta.

Entre las muchas ventajas de la congelación rápida, tenemos:

- 1). Los cristales de hielo formados son muy pequeños, por lo que no -
causan daño a las paredes celulares.
- 2). Debido a que el período de congelación es muy corto, hay menos
tiempo para la difusión de las sales y para la separación del agua
en forma de hielo.
- 3). El producto se enfría rápidamente a temperaturas muy bajas que im
piden el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras, evitándose
de esta forma la posible descomposición durante el congelado.

Se han enumerado tres de las ventajas más comunes de la congelación -
rápida, pero existe una cuarta y muy buena razón por la que la congelación rápida, -
en la práctica, es superior a la congelación lenta y se refiere a la velocidad inheren
te y a la capacidad de estos métodos para plantas comerciales procesadoras.

El término de congelación rápida significa que el producto se debe sol
dificar en treinta minutos o menos. Tal velocidad asegura la formación de cristales -
sumamente pequeños, y por lo tanto, un daño mínimo a la estructura celular.

MÉTODOS DE CONGELACIÓN RÁPIDA

Existen varios métodos para lograr una congelación rápida, o, en términ
os más científicos, una extracción rápida de calor. Todos estos métodos se pueden

en tres clases :

- 1). Congelación por la inmersión directa del producto en el medio refrigerante.
- 2). Congelación mediante el contacto indirecto con el refrigerante.
- 3). Congelación en ráfagas de aire frío.

MÉTODOS PRIMITIVOS

La congelación rápida de productos alimenticios ya se conocía hace -- más de un siglo; en 1842, H. Benjamín obtuvo una patente para un método de congelación y almacenamiento de pescado. El pescado se colgaba en perchas dentro de -- cuartos recubiertos con aislante y sobre ellos se colocaban charolas con una mezcla de hielo y sal. Sin embargo, en esos tiempos no se conocían las ventajas de la congelación rápida, y la patente de Piper, por consiguiente, no menciona la alternativa -- de congelar el pescado mediante el contacto directo de la superficie del pez con las charolas de metal.

En 1869 se le concedió a W. Davis una patente para la congelación de pescado. Este se empacaba en charolas de metal cerradas herméticamente, las cuales se colocaban en recipientes "aislados" con capas alternadas de hielo con sal; la -- mezcla recomendada era la mezcla eutéctica, cuya proporción es de 23.3% de sal y 76.7% de agua en peso. Esta mezcla congela a -20°C , y por lo tanto el producto congelado que se obtenía era de una calidad muy superior a cualquier otro producto de esa época.

Posteriormente aparecieron gran cantidad de patentes, casi todas ellas- utilizando hielo y sal como medio refrigerante, aunque otras utilizaban métodos de inmersión (directa e indirecta) en salmueras.

CONGELACION POR INMERSION DIRECTA

A continuación citaremos la opinión de Desrosier acerca de este tema :

" La inmersión directa de una porción de alimento en un líquido refrigerante ofrece- el método más rápido para la congelación de alimentos. Los líquidos son buenos con- ductores de calor si se les compara con el aire o los gases en general. Las soluciones de cloruro de sodio y azúcar han sido utilizadas como sistemas intercambiadores de calor a bajas temperaturas. Los productos alimenticios pueden ser congelados rápida- mente, y el contacto es íntimo entre el alimento y el refrigerante. Pueden obtenerse altas velocidades de intercambio de calor utilizando técnicas de flujo turbulento.

Las porciones o paquetes de alimento pueden ser congeladas en baños- líquidos, en rocíos o en sistemas de niebla ."

No ha tenido importancia práctica la congelación inmediata en medios refrigerantes de bajo punto de ebullición como el bióxido de carbono o el nitrógeno.

CONGELACION POR CONTACTO INDIRECTO CON REFRIGERANTES

La congelación indirecta se puede definir como el proceso en el cual- el producto es congelado mediante el contacto con una superficie metálica enfriada por la acción de un medio refrigerante. El alimento se puede colocar directamente -

en contacto con la superficie metálica, o bien, puede ser enlatado o empacado en ca
jas de cartón.

Existen varios tipos de congeladores comerciales que utilizan el sistema de congelación indirecta; algunos son manuales y otros automáticos. Comercialmente el tiempo de congelación de un paquete de cinco centímetros de espesor de carne o -
pescado es del orden de hora y media.

CONGELACION EN RAFAGAS DE AIRE

Aire muy frío y en rápido movimiento puede también ser utilizado para lograr una congelación rápida del producto. Para obtener un aire muy frío y circulan
do rápidamente es aconsejable dirigir el chorro de aire hacia los serpentines refrigerantes por medio de ventiladores. Para que el sistema sea eficiente, es necesario con
finar el chorro de aire en un túnel aislado.

Este sistema de congelación es muy usado, aunque presenta dos grandes inconvenientes: uno de ellos es el problema de la deshidratación del producto duran
te la congelación, si éste no está protegido por una envoltura impermeable, y el otro (causado principalmente por el anterior) es la necesidad continua de quitar la escar
cha del equipo, lo cual representa una pérdida de tiempo considerable.

PESCADO CONGELADO RAPIDAMENTE

En los Estados Unidos de Norteamérica no existen normas establecidas -
para la congelación rápida de pescado. Sin embargo, en Inglaterra hay un código -

que gobierna los métodos de producción del pescado congelado, así como su manejo antes de ser procesado. De acuerdo con este código, el pescado que se va a congelar debe ser de buena calidad y tiene que recubrirse con hielo hasta que empiece su procesamiento. La planta debe contar con facilidades para la inspección del pescado por un supervisor, en cualquier etapa del procesamiento.

En el caso de productos empacados, el peso neto del paquete antes de ser congelado no debe ser menor al peso a que es vendido al público. Todo pescado congelado rápidamente se tiene que almacenar a temperaturas inferiores a los -18°C . El pescado debe ser envuelto en materiales impermeables, o bien, debe ser "glaceado". La temperatura del agua de "glaceado" debe ser inferior a los 4°C .

FILETEADO DEL PESCADO

El filete de pescado ha tenido gran aceptación en nuestros días, y muchas especies son fileteadas y congeladas para su venta al público.

Antiguamente el fileteado del pescado se hacía exclusivamente en forma manual, pero en la actualidad existen varias clases de máquinas fileteadoras. Estas son muy utilizadas en Estados Unidos, Canadá y en los países nórdicos.

Ninguna máquina fileteadora es capaz de filetear todas las variedades de pescado, ni los diferentes tamaños de una sola.

REQUERIMIENTOS DE EMPACADO PARA LOS PRODUCTOS CONGELADOS

Cuando la industria congeladora de alimentos estaba en sus inicios, --

prácticamente no existían recipientes adecuados para el empaqueo y distribución de los productos congelados.

Algunos de los intentos efectuados para empaquetar filetes de pescado son relatados amablemente por Birdseye (1953):

" La congelación rápida necesitaba de una envoltura transparente, impermeable, inodora e insípida, pero tal material jamás había sido producido. Mi compañía trató primero de usar papel encerado, pero éste prácticamente no protegía al producto contra la evaporación durante el almacenamiento, y además, se desintegraba cuando se descongelaba el pescado. Entonces utilizamos envolturas vegetales, las cuales eran resistentes pero no impermeables, y frecuentemente se adherían al producto descongelado. Posteriormente tratamos de parafinar la envoltura vegetal, y, aunque descubrimos que no se pegaba el producto, no lo protegía contra la desecación durante el almacenamiento.

Mientras tanto, hemos experimentado con celofán importado de Francia, pero es permeable a la humedad y además se rompe en pedazos al contacto con el pez húmedo. Finalmente, desesperados, convencimos a DuPont para que le diera un tratamiento impermeabilizante al celofán, y el producto fue tan prometedor que fue puesto en producción especialmente para nuestra compañía, la cual, por varios meses, era la única compradora."

Lo anterior cubre solamente los problemas que se presentaron en la elección del material envolvente. Problemas similares existieron durante la búsqueda de un recipiente óptimo, ya fuera de madera, vidrio, metal, cartón o plástico.

Aún en nuestros días, no existe un criterio general que se pueda adoptar para empacar productos que van a ser congelados. Sin embargo, existe una serie de problemas que caen dentro de una de las tres categorías siguientes:

- 1). Problemas comerciales
- 2). Problemas químicos
- 3). Problemas físicos.

Los problemas comerciales incluyen aspectos como son costos de manufactura, resistencia del material de empackado, ventas, etc.

Dentro de los problemas químicos tenemos la necesidad de minimizar los cambios enzimáticos y químicos, lo cual se logra impidiendo que el aire atmosférico entre en contacto con el alimento. Los materiales utilizados en la fabricación de recipientes deben dar como resultado un envase inodoro, insípido y que no sea tóxico. Algunos productos necesitan que la envoltura sea impermeable. Respecto a los problemas físicos, se debe evitar o reducir al mínimo la desecación, lo cual implica que los materiales para empackado deben impermeables.

TIPOS DE ENVASES

Barriles de madera: Este tipo de recipiente, recubierto con parafina en su interior, fue el más utilizado originalmente por la industria congeladora de frutas, y aún actualmente es muy empleado.

Cajas de madera: Este tipo de recipiente ha sido usado para empacar pollos. Las cajas se hacen de madera ligera y se forran con papel encerado. Cada caja contiene de

seis a doce aves.

Latas: Las latas han sido ampliamente utilizadas para conservar alimentos esterilizados a altas temperaturas. Este tipo de recipiente no ha sido utilizado por la industria congeladora debido al peligro que representa el confundir una lata que necesita refrigeración con otra que no la necesite. Además, las latas cilíndricas no pueden ser almacenadas de manera compacta, y por lo tanto, en un cuarto refrigerado se desperdiciaría mucho espacio, lo cual se traduce en un costo mayor de almacenamiento.

Vidrio: Los recipientes de vidrio tienen la ventaja de ser transparentes, pero tienen la desventaja de ocupar mucho espacio. Además, estos recipientes pueden romperse o rajarse durante la congelación si no se deja espacio suficiente para que el producto se expanda.

Cajas de cartón: Este tipo de recipiente es el más utilizado por la industria congeladora de alimentos.

La caja de cartón, de forma rectangular, es uno de los empaques más baratos para productos congelados. Debido a su forma, se pueden almacenar en cuartos o transportar en camiones, prácticamente sin pérdida de espacio.

Recipientes de plástico: Estos no son utilizados comercialmente debido a su elevado costo.

FORROS PARA CAJAS DE CARTON

La industria congeladora de alimentos se ha dado cuenta de que la unidad empacada, para que sirva como recipiente en el cual se almacenen productos congelados

dos, debe tener un forro interior que sea impemeable, o bien, debe ser envuelta en un material que tenga dicha propiedad.

Actualmente existen muchas marcas de materiales plásticos que pueden ser empleados para impemeabilizar las cajas de cartón.

ENVOLTURAS PARA CAJAS DE CARTON

La envoltura exterior de un paquete de alimento congelado, puede servir para varios propósitos:

- 1). Mejorar la presentación del paquete
- 2). Portar la marca del producto
- 3). Ayudar a proteger el producto de la deshidratación y oxidación.

Este tipo de envolturas se utilizan principalmente para paquetes congelados pequeños. Antiguamente, celulosa transparente y papel encerado fueron muy usados como envolturas de cajas de cartón.

ENVOLTURAS PARA EL PRODUCTO

Los filetes de pescado han sido envueltos individualmente desde hace mucho tiempo. Estos filetes de pescado se encuentran entre los productos que se empaquetan principalmente como unidades individuales. Una o más de estas unidades envueltas se colocan en cajas de cartón, ya sea antes o después de la congelación, dependiendo del método que se use.

MAQUINARIA DE EMPACADO

Existen varios tipos de máquinas en el mercado que combinan operaciones de llenado y cerrado de paquetes de cartón. Existen también muchas clases de máquinas para envolver las cajas de cartón.

El tipo de máquina llenadora que se vaya a usar depende de la clase de recipiente, así como del producto a empacar. Muchas de las compañías que fabrican maquinaria para enlatado, ofrecen varias clases de máquinas adaptadas a la industria congeladora de alimentos.

CAPITULO VI

ALMACENAMIENTO

DE

PRODUCTOS

CONGELADOS

GENERALIDADES

La congelación adecuada, por si sola, no garantiza que el producto congelado llegue en óptimas condiciones al consumidor. A menos que el alimento congelado se almacene bajo condiciones apropiadas, todas las precauciones que se puedan haber tomado, así como el control de calidad, no serán de gran beneficio. Para evitar un posible daño a la calidad o al valor nutritivo de los alimentos congelados, es necesario tomar en cuenta una serie de factores que son esenciales para que el almacenamiento de estos productos sea exitoso. Estos factores son: la temperatura, la humedad, los métodos de almacenamiento y los métodos de manejo de la mercancía.

TEMPERATURA

La temperatura es de vital importancia en el almacenamiento de productos congelados. En los comienzos de la industria se creyó que si el producto se congelaba rápidamente, permanecería inalterado indefinidamente durante el almacenamiento continuado. En ese tiempo existían diferentes opiniones acerca de la temperatura -- ideal de almacenamiento. Unos sostenían que temperaturas entre los -10°C y -6°C eran satisfactorias para el almacenamiento prolongado de frutas empacadas. Sin em-

bargo, aquéllos que tenían experiencia en el congelamiento de pescado y que posteriormente ampliaron sus estudios en el congelamiento de frutas, verduras y carnes, afirmaban que la temperatura ideal debía ser próxima a los -18°C .

En nuestros días, nadie refuta el hecho de que los alimentos congelados deben ser almacenados a -18°C ., o a temperaturas inferiores. Muchas autoridades en la materia recomiendan temperaturas tan bajas como los -30°C para el almacenaje prolongado de ciertos productos.

Todo producto congelado que vaya a ser almacenado debe tener una temperatura de -18°C en su centro. Los productores deben asegurarse de que el alimento ha sido congelado totalmente antes de que se transfiera al cuarto de almacenamiento. En otras palabras, un recinto que ha sido diseñado para propósitos de almacenamiento, nunca debe ser utilizado para operaciones de congelación.

Se recomienda que el proceso de congelación se efectúe en un cuarto separado al de almacenamiento, pues de otra forma sería prácticamente imposible mantener una temperatura constante y uniforme en el cuarto de almacenamiento.

Las fluctuaciones de temperatura deben ser evitadas a toda costa. Por lo tanto, el sistema de refrigeración debe ser sobrediseñado (dentro de los límites prácticos) y contar con un área de transferencia de calor suficiente en el cuarto de almacenamiento.

El efecto de las fluctuaciones de temperatura en la calidad de los alimentos congelados ha sido estudiado por numerosos investigadores. Se ha llegado a

la conclusión de que la fluctuación en la temperatura de la cámara de almacenamiento trae como consecuencia un deterioro del alimento congelado; sin embargo, el tiempo de almacenamiento del producto sometido a temperaturas variables es aproximadamente el mismo que si se hubiera almacenado a una temperatura media constante. En la TABLA XXV se muestra el tiempo o "vida" de almacenamiento de dos clases de pescado a diferentes temperaturas de almacenamiento.

TABLA XXV

P E S C A D O	- 12°C (Meses)	- 18°C (Meses)	- 23°C (Meses)
Graso	4	6 - 8	10 - 12
Magro	6	10 - 12	14 - 16

HUMEDAD

En la refrigeración (almacenamiento a temperaturas superiores a los 0°C) no se recomienda tener humedades altas, ya que favorecen la formación de hongos. Sin embargo, en el almacenamiento de productos congelados (temperaturas inferiores a los - 18°C), la humedad alta es una ventaja.

A bajas temperaturas, los serpentines del sistema de refrigeración extraen humedad del aire; ésta se acumula en forma de escarcha sobre los serpentines. Como la humedad disminuye en la cámara de almacenamiento, los productos almacenados desprenden vapor de agua intentando satisfacer el déficit en la presión de vapor

dentro de la cámara, lo cual trae como consecuencia una desecación excesiva, a menos que el alimento haya sido debidamente empacado.

MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DEL PRODUCTO

Independientemente del tipo de recipiente, el producto debe ser colocado de tal forma que no se obstruya la circulación del aire. Por tal razón, los productos congelados nunca se ponen en contacto directo con el suelo de la cámara de almacenamiento. Se utilizan rejillas en el piso de tal forma que la primera capa de recipientes se encuentra cuando menos a cinco centímetros del suelo (preferentemente 10 cm.).

Se utilizan tiras de madera para separar capas de 60 a 90 cm. de recipientes de alimentos congelados. De esta forma se logra una circulación horizontal de aire.

La circulación vertical se asegura colocando los recipientes a no menos de 15 cm. de las paredes de la cámara de almacenamiento. Los pasillos intermedios son recomendables y no se deben considerar como espacio de almacenamiento desperdiciado.

Los alimentos congelados no se deben colocar a menos de 1.5 m de áreas no refrigeradas, tales como elevadores o puertas de servicio.

Uno de los problemas que se afrontan en el almacenamiento de productos congelados es el de la resistencia de los recipientes.

Debido a que el manejo del producto con equipo mecánico aumenta día con día, la necesidad de recipientes más resistentes es inminente. Por otra parte, - los recipientes de forma rectangular son los que presentan mayores ventajas para apilar el producto.

En nuestros días, la mayoría de las cámaras de almacenamiento de alimentos congelados utilizan pequeños carros para el manejo de la mercancía, lo cual reduce significativamente los costos de operación.

Aparte de las consideraciones básicas de temperatura, humedad, métodos de almacenamiento y manejo del producto, se deben tomar otras precauciones en el almacenamiento de alimentos congelados. Se debe reducir a un mínimo el tiempo que el producto congelado no se encuentre a temperaturas inferiores a los -18°C . - Por tal motivo, el acarreo del producto del cuarto de congelación al cuarto de almacenamiento, o de este a carros y camiones refrigerados debe hacerse lo más rápido posible.

TRANSPORTE DE ALIMENTOS CONGELADOS

Las ventajas de la congelación rápida y de un almacenamiento apropiado se desperdician si el producto no se puede transportar adecuadamente a las zonas de consumo. No importa que tan largo o corto sea el viaje, el producto debe permanecer congelado durante todo el trayecto.

Al crecer la industria congeladora de alimentos, aumentó la demanda de camiones refrigerados para transportar los productos. Además, hubo necesidad de

disponer de camiones grandes refrigerados para el transporte de productos congelados en grandes cantidades, ya que generalmente, debido a la localización, no se podía hacer uso de vías ferroviarias. Actualmente existe cierta preferencia por el transporte por camión que por el de ferrocarril, debido a su rapidez y accesibilidad.

MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS CONGELADOS

Un conocimiento general sobre bacteriología es esencial si se quieren comprender los principios de cualquier método de conservación de alimentos.

Para conservar un alimento es necesario :

- 1). Esterilizarlo y mantenerlo bajo condiciones asépticas, o bien,
- 2). Retardar la velocidad de crecimiento de los microorganismos, al grado que se evite la descomposición.

Existen muchas formas de retardar la velocidad de crecimiento de los microorganismos ; entre las más importantes tenemos :

- 1). Refrigeración a temperaturas superiores a los 0°C.
- 2). Deshidratación.
- 3). Congelación y almacenamiento a temperaturas inferiores a los --0°C.
- 4). Salado
- 5). Uso de conservadores químicos.
- 6). Antibióticos.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS.

La congelación y almacenamiento a bajas temperaturas es una forma - efectiva de retardar el crecimiento de los microorganismos, siempre y cuando la temperatura de almacenamiento sea inferior a los 15 °F. A temperaturas superiores a ésta, ciertos hongos y algunas levaduras se pueden multiplicar lo suficientemente rápido como para descomponer el alimento.

En general, se puede decir que existe un " cero biológico " para cada microorganismo, abajo del cual el crecimiento cesa. En la mayoría de los casos, este cero biológico corresponde a 0°C, el punto de congelación del agua. Sin embargo, desde 1887 se encontró que muchas especies crecen a 0°C, y, en algunos casos se observa crecimiento a temperaturas de -8°C, pero nunca patógenas, ya que éstas no se desarrollan a temperaturas inferiores a los 4°C.

ACCION DE LOS MICROORGANISMOS EN LOS ALIMENTOS ANTES DE SER CONGELADOS.

La congelación y almacenamiento subsecuente a bajas temperaturas deja en estado latente a la mayoría de las bacterias presentes en el alimento.

Debido a que los productos congelados se manejan de tal forma que se evita una contaminación posterior, algunas personas han concluido que los alimentos congelados están menos predispuestos a contener organismos patógenos, lo cual no es cierto necesariamente. En primer lugar, la congelación no elimina los microorganismos.

mos del alimento, y si este estaba contaminado antes de ser congelado, pueden existir en suficiente número como para causar problemas. En segundo lugar, puesto que la congelación hace más porosos los tejidos (distiende las paredes celulares), los alimentos descongelados se descomponen tan rápidamente como los productos frescos, sobre todo si se trata de mariscos.

Los alimentos descompuestos pueden ser tóxicos debido a la presencia de bacterias patógenas, o bien a las toxinas producidas por ellas. La bacteria anaerobia Clostridium botulinum no es tóxica, pero cuando se multiplica en ciertos alimentos, produce una toxina extremadamente letal para el hombre.

El Clostridium botulinum se puede multiplicar en carnes, pescados, mariscos y otros alimentos de poca acidez (pH mayor a 4.5) y a temperaturas superiores a los 10°C. Por lo tanto, estos productos deben estar siempre refrigerados. La infección con este microorganismo viene principalmente de la contaminación con el suelo.

Normalmente se transmiten enfermedades gastrointestinales con los alimentos congelados. Como ya se dijo anteriormente, la congelación y almacenamiento a bajas temperaturas únicamente inactiva los estafilococos y salmonelas. Por lo tanto, es importante observar medidas sanitarias en el manejo de alimentos que vayan a ser congelados en el caso de mariscos.

HIGIENE DE LA PLANTA

Las medidas sanitarias son de capital importancia en la elaboración de un producto alimenticio de primera calidad. Las principales situaciones que se deben evitar son las siguientes:

- 1). Presencia de ratas y/o ratones
- 2). Presencia de moscas y/u otros insectos
- 3). Inodoros desaseados
- 4). Agua contaminada
- 5). Limpieza insuficiente del equipo
- 6). Eliminación inadecuada de desperdicios
- 7). Costumbres insalubres del personal

MEDIDAS SANITARIAS

Los alrededores de la planta deben ser inspeccionados y controlados para evitar la proliferación de insectos y roedores.

El material de construcción de los edificios debe ser a prueba de roedores, y todas las ventanas, puertas y otras aberturas deben ser protegidas con tela de alambre para impedir la entrada de moscas y otros insectos.

La planta debe contar con baños convenientemente localizados para ambos sexos. Los inodoros jamás deben comunicarse con el área de empacado; deben estar bien ventilados y en condiciones sanitarias en todo momento.

Las operaciones sanitarias de cualquier planta congeladora requieren de un abastecimiento de agua limpia, no contaminada, que sea utilizable para consumo humano, es decir, de agua potable. Los alimentos procesados con agua no potable son considerados como contaminados.

La eliminación de los desperdicios es un factor importante que afecta la higiene de la planta. Si no se cuenta con facilidades adecuadas para ello, se deberán construir fosas sépticas, o tanques para un tratamiento adecuado de los desechos.

Todo el equipo y accesorios utilizados en el procesamiento de alimentos congelados debe ser limpiado a fondo al final de la jornada diaria. Para asegurar una operación higiénica de la planta, los empleados deben conservarse aseados a lo largo del día. Deben llevar gorras para evitar la contaminación del alimento mediante el cabello. El tabaco se debe prohibir dentro y en los alrededores del área de proceso. El uso de anillos también se debe prohibir a los empleados que trabajan en las bandas de inspección o de empaque del producto.

CONTROL DE CALIDAD DEL PESCADO CONGELADO

El pescado que es congelado rápidamente, inmediatamente después de haber sido capturado y que se almacena y transporta a temperaturas inferiores a los -23°C , es de excelente calidad.

Puesto que el pescado fresco se descompone rápidamente, aún cuando se mantenga en hielo, el tiempo entre su captura y congelación debe ser lo más corto posible.

MÉTODOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL PESCADO CONGELADO.

Cuando se descongela un pescado que ha sido sometido a fluctuaciones de temperatura o que ha sido almacenado por mucho tiempo, el porcentaje de goteo-

es relativamente alto. Por regla general, mientras menor sea el goteo, mayor será la calidad del pescado.

La condición de la grasa del pescado es un excelente indicador de la frescura del pescado. Si se almacena pescado graso a 0°F por más de nueve meses, la grasa de este dará resultados positivos en la prueba de rancidez.

Ciertos investigadores sugieren que el pH de la humedad superficial del pescado puede ser un índice de su calidad.

El número de bacterias en el pescado es también un indicador de su calidad. Un contenido bacteriano de más de un millón por gramo indica que el pescado se mantuvo durante mucho tiempo a temperaturas altas antes de ser congelado, o que se contaminó durante su preparación para la congelación.

Se han sugerido otros métodos para determinar la calidad del pescado congelado, como el que se basa en la intensidad del olor desprendido. El método consiste en airear un volumen medido de " jugo " extraído por presión del pescado congelado. Este aire se pasa a través de un reactivo oxidante donde las sustancias volátiles se absorben y cuantifican. Mientras menor sea el resultado, mejor será la calidad del pescado.

UTILIZACION DE LOS DESPERDICIOS

Aproximadamente el 50% en peso de la pesca no es comestible. La porción de desperdicios puede ser procesada, obteniéndose una gran variedad de subproductos de importancia comercial, que, además de eliminar problemas de contami-

nación ambiental, constituyen una magnífica fuente de ingresos.

SUBPRODUCTOS A PARTIR DE LA PIEL

Y ESPINAS DEL PESCADO.

La piel y las cabezas de pescado pueden procesarse para obtener goma líquida de mejor calidad y facilidad de manejo que la obtenida de otros animales. - Además de sus usos como adhesivos constituye un producto intermediario para la obtención de tintas para impresión y pegamentos especiales.

Si bien las gelatinas obtenidas a partir de piel y huesos de pescado no es tan buena como la obtenida de otros animales, en lo que a gelificación se refiere, puede competir con ella en el campo de los procesos fotográficos por medio de la adición de sales de cromo.

De la guanina localizada en las escamas del pescado se puede obtener una sustancia que produce un efecto óptico muy semejante al de las perlas, que en la actualidad se aprovecha en la fabricación de perlas sintéticas, cerámica y acabados textiles.

SUBPRODUCTOS A PARTIR DE LAS VISCERAS

DEL PESCADO.

El aceite de hígado de pescado constituye una magnífica fuente para la obtención de vitaminas A y D. Es posible extraer simultáneamente un complejo vitamínico B, además de proteína de buena calidad.

Del páncreas se puede obtener insulina muy fácilmente por extracción. Su precio es menor que el de drogas similares, principalmente en países en vías de desarrollo.

De las vísceras pueden obtenerse otros productos de interés farmacéutico y bioquímico, como son: ácidos nucleicos, nucleósidos, protaminas, estreptogénina, glutatión y cortisona.

UTILIZACION DEL PESCADO DE DESECHO Y RESIDUOS DEL FILETEADO.

La harina de pescado constituye un complemento alimenticio formado principalmente por proteínas de alta calidad, minerales y complejo vitamínico B. -- Contiene también otros ingredientes que contribuyen al crecimiento de los animales, y a los cuales se les denomina usualmente como "factores desconocidos del desarrollo". Se obtiene de los pescados enteros desechados y de las cabezas, esqueletos y tejidos adheridos a éstos.

También se obtienen aceites, constituidos principalmente por ésteres -- de ácidos grasos y glicerol.

La obtención de albúmina de pescado a partir de los desperdicios de -- pescado, constituye una enorme competencia para la albúmina de huevo, ya que para obtener un kilogramo de ésta, se requieren 300 huevos aproximadamente.

El valor nutritivo de los desperdicios ha permitido su utilización en el campo de los alimentos para animales. Se pueden obtener alimentos balanceados, --

por la adición de vitaminas y minerales.

Se han obtenido fertilizantes de gran calidad por medio de la digestión en ácido sulfúrico de desperdicios de pescado. Es procedimiento convierte la proteína en sulfato de amonio y hace que el fosfato de las espinas pueda ser absorbido por las plantas.

CAPITULO VII

DISEÑO

DE

LA

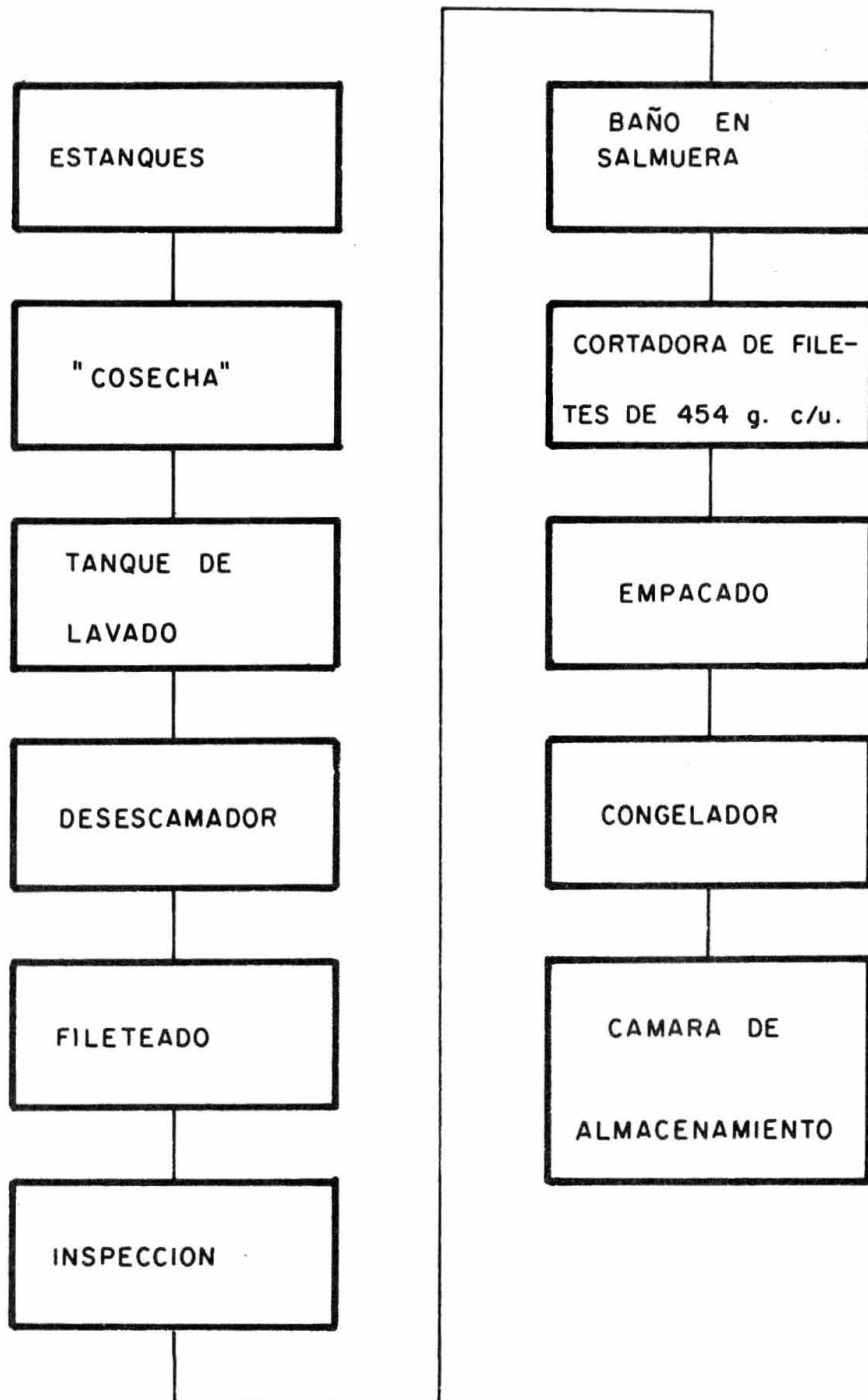
PLANTA

Bloques
↓

DIAGRAMA DE FLUJO

El objetivo de la planta es producir filetes de pescado (Tilapia) congelados de óptima calidad, empacados en recipientes de fácil manejo de 454 g c/u para su venta al público. Para lograr esta meta se necesitan efectuar las operaciones que se muestran en el diagrama de flujo de la figura II .

FIGURA 11



A continuación se da una explicación de cada una de estas operaciones, desde que los peces son "cosechados", hasta que el producto congelado se lleva a las cámaras de almacenamiento:

A los seis meses de haber "sembrado" los estanques con pececillos se procede a la "cosecha" de pescado, ya que para ese entonces la Tilapia habrá alcanzado prácticamente su máximo desarrollo. Los peces "cosechados" se descargan en un estanque de agua corriente clorinada, donde son lavados para remover el fango y la suciedad adherida. Una banda transportadora saca los peces del tanque de lavado y los lleva a la tolva del desescamador rotatorio. Este desescamador, que mide aproximadamente 3 m de largo por 1.2m de diámetro, consiste de una malla cilíndrica giratoria inclinada, a través de la cual pasa lentamente la Tilapia, mientras es rociada con chorros de agua a presión.

Los peces sin escamas son transportados en una banda por encima de una mesa larga, donde los trabajadores cortan un filete de cada lado del pescado. Los filetes pasan uno a uno a otro trabajador que quita la piel a los filetes y elimina las espinas que pudieran haber quedado adheridas al filete.

Los filetes son inspeccionados en la banda transportadora antes de ser sumergidos en salmuera por un corto tiempo. Esta operación es importante si se quiere reducir la exudación de los filetes cuando éstos se descongelen. Generalmente se agrega un poco de hipoclorito de sodio a la salmuera con el fin de hacerla alcalina. De esta forma, cuando los filetes pasan por el baño de salmuera, el pH del pescado aumenta aproximadamente a siete y es entonces cuando las proteínas ejercen su capa

cidad máxima de retención de agua (punto isoelectrico). Por lo tanto, un filete con gelado en estas condiciones prácticamente no exudará cuando sea descongelado.

Después del baño en salmuera, los filetes se dejan escurrir mientras son transportados y se acomodan longitudinalmente en un canal móvil, de unos 8 cm. de ancho por 4 cm. de profundidad. El canal pasa bajo unos rodillos que nivelan los filetes a la altura del canal, sin ejercer una presión excesiva que los dañe.

El canal móvil está constituido por segmentos de 16 cm. de longitud, montados sobre una banda. La banda se mueve alrededor de poleas, y en el punto de ruptura, el cordón de filetes de Tilapia se corta transversalmente, produciéndose de esta manera trozos de pescado de 16.26 cm. de longitud por 7.62 cm. de ancho y 3.7 cm. de espesor. Estos filetes, de exactamente 454 g, caen en una bolsa de celofán impermeable dentro de una caja de cartón encerado. La bolsa se sella con calor y la caja de cartón se cierra. Posteriormente se envuelve y sella la caja con celofán impermeable.

Los paquetes de pescado de 454 g. se llevan al congelador, y ya que el producto ha sido congelado, se transporta a las cámaras de almacenamiento para su posterior distribución.

Las medidas interiores de la caja rectangular de cartón encerado usada para productos de 454 g. de peso son : 17.22 x 7.7 x 3.7 cm.

CAPACIDAD DE LA PLANTA

Se desea que la granja piscícola tenga una capacidad de producción de cinco toneladas por semana de peces de talla comercial. Para ello se deberá disponer de un número suficiente de estanques.

DISEÑO DE LOS ESTANQUES

La producción anual de peces de talla comercial se calcula en dos toneladas por hectárea. Como la superficie de los estanques para engorda es, generalmente, de dos hectáreas, se necesitará el siguiente número de estanques :

$$\text{CAPACIDAD DE LA PLANTA} = 5 \frac{\text{Ton.}}{\text{Semana}} \times 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 240 \frac{\text{ton.}}{\text{año}}$$

$$\begin{aligned} \text{PRODUCCION ANUAL DE} \\ \text{ESTANQUE DE 2 ha DE SUP.} &= 2.5 \frac{\text{ton.}}{\text{año.ha}} \times 2 \frac{\text{ha}}{\text{estanque}} = 5 \text{ ton./año. estanque} \end{aligned}$$

$$\text{NUMERO DE ESTANQUES} = 240/5 = 48 \text{ estanques de 2 ha. de superficie c/u.}$$

Además de los estanques de engorda se deberá construir un grupo de cinco estanques menores (de 1 ha. de superficie cada uno), para la producción de alevinos. Se estima que un estanque de una hectárea de superficie proporciona anualmente alrededor de 100,000 alevinos; por lo tanto, la producción anual de los cinco estanques será de medio millón de alevinos, cantidad suficiente para abastecer los estanques de engorda.

INTRODUCCION DE LOS PECES ("SIEMBRA")

Se deben introducir alrededor de 3,000 peces jóvenes en un estanque con una superficie de $10,000\text{ m}^2$ (1 ha.). Como los estanques de la planta son de 2 ha. c/u. se deberán introducir 6,000 pececillos en cada estanque.

La mejor hora del día para poner los peces es: o muy temprano en la mañana, o entrada la tarde, cuando la temperatura del agua no es elevada. Antes de depositar los peces en el estanque, debe mezclarse el agua de los recipientes con la del estanque durante unos minutos, luego deben liberarse los peces lentamente, inclinando con suavidad el borde del recipiente sobre la superficie del estanque.

COSECHA O RECOLECCION

Es importante recordar que la tilapia se reproduce rápidamente. Los peces jóvenes pueden reproducirse tan pronto llegan a la edad de cuatro meses, y, por lo tanto, es muy fácil la sobrepoblación del estanque, cuyos efectos nocivos se discutieron en el Capítulo II.

Como los estanques de la granja piscícola se vaciarán cada seis meses para la "cosecha", es necesario adoptar medidas que eviten la sobrepoblación de los estanques. El mejor método de controlar la producción de alevinos en los estanques de engorda es "sembrando" híbridos de Tilapia Nilotica con Tilapia Mossambica (que son estériles), en lugar de especies comunes (Ver Cap. III).

También se pueden introducir peces de presa, que se alimentan de los alevinos de la Tilapia, controlándose así la sobrepoblación de los estanques.

Para obtener una "cosecha" de cinco toneladas semanales de pescado, se deberán vaciar dos estanques por semana, limpiarlos, llenarlos y "sembrarlos" de nuevo con peces jóvenes. Al principio, no se poblarán los 48 estanques con alevinos simultáneamente, sino que se "sembrarán" dos estanques cada semana. De esta manera, a los seis meses de haber "sembrado" los primeros dos estanques, podrán ser vaciados para la primera "cosecha", y así, sucesivamente.

SELECCION DEL CONGELADOR

De los métodos de congelación rápida mencionados en el Capítulo V - se seleccionó el de contacto indirecto con el refrigerante, ya que los otros tienen un uso muy limitado (por ejemplo el de Criogénesis). El método de congelación en ráfagas de aire frío puede usarse igualmente, pero presenta el inconveniente de que el tiempo requerido para congelar el producto es de varias horas. En cambio, en un congelador Birdseye de multiplacas (contacto indirecto), el tiempo requerido para congelar un paquete de 5 cm. de espesor de carne o pescado es del orden de hora y media. Como la calidad del alimento congelado mejora al disminuir el tiempo de congelación (Capítulo V), es mejor utilizar el método de congelación por contacto indirecto.

El congelador Birdseye de multiplaca fue diseñado con el propósito de congelar productos ya empacados en los recipientes de venta (generalmente cajas de cartón. Consiste de una serie de placas metálicas huecas sobrepuestas (por las cuales circula el refrigerante), accionadas por un elevador de presión hidráulica, de tal manera que pueden ser separadas para recibir el alimento empacado entre ellas y después puestas en íntimo contacto con los paquetes. Toda la serie de placas está ence-

rrada en una cabina aislada.

CALCULO DEL TIEMPO DE CONGELACION

La ecuación que expresa la temperatura como función del tiempo y de la posición en una placa infinita de material, con cambio de estado al ser congelada, es:

$$V_+ = \frac{T_1}{\text{erf } \lambda} \text{erf} \frac{x}{2 \left[\frac{K_1 \Theta}{\rho_1 C_1} \right]^{1/2}} \quad (7.1)$$

donde:

T_1 = temperatura en la sección congelada

T_1 = temperatura a la que ocurre el cambio de estado

K_1, ρ_1, C_1 = conductividad térmica, densidad y calor específico del material congelado.

x = distancia a la superficie de la placa

Θ = tiempo

$\text{erf } \Theta$ = función error (Ver Apéndice)

λ = factor determinado por tanteo y error a partir de la ecuación (7.2)

$$\frac{e^{-\lambda^2}}{\text{erf } \lambda} = \frac{K_2 \left[\frac{K_1}{\rho_1 C_1} \right]^{1/2} \left[\frac{V - T_1}{T_1} \right] \exp - \left[\left(\frac{K_1}{\rho_1 C_1} \right) \frac{\lambda^2}{\frac{K_2}{\rho_2 C_2}} \right]}{K_1 \left[\frac{K_2}{\rho_2 C_2} \right]^{1/2} T_1 \text{erfc} \left[\lambda \left(\frac{K_1}{\rho_1 C_1} / \frac{K_2}{\rho_2 C_2} \right)^{1/2} \right]} = \frac{\lambda L \pi^{1/2}}{C_1 T_2} \quad (7.2)$$

donde:

K_2, ρ_2, C_2 = conductividad térmica, densidad y calor específico del material descongelado.

V = temperatura inicial del material descongelado

erfc = función coerror (Ver Apéndice)

L = calor latente

Las ecuaciones anteriores suponen que la superficie del material está a la temperatura del refrigerante, y que la temperatura de la superficie es de 0° en cualquier escala que se use. Si la temperatura es diferente de cero, se deberá emplear una escala de temperatura ficticia, de tal forma que la superficie del material se encuentre a 0° en ella.

D A T O S

El paquete de 454 g de filete de pescado congelado mide aproximadamente 5 cm de espesor. Supondremos que los filetes de pescado se encuentran a -15°C antes de ser congelados y tienen una humedad de 75 % (1). El punto de congelación promedio del pescado es del orden de -2.2°C (1). Debido a que se utiliza un congelador de placas, el paquete es congelado por ambos lados (Ver fig. 12) La temperatura del refrigerante (generalmente amoníaco) es de -28°C (2).

Nos interesa saber el tiempo que se requerirá para que el centro del paquete alcance una temperatura de -18°C para poder sacarlo del congelador y mandarlo a la cámara de almacenamiento.

Las conductividades térmicas (3), densidades (3) y capacidades caloríficas (1) del pescado congelado y descongelado son:

-
- (1) Joslyn.- "Food Processing Operations". The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn.
 - (2) Tressler and Evers.- "The freezing Preservation of Foods", The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn (1957)
 - (3) Charm, Stanley E.- "The fundamentals of food engineering". The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn. (1971)

CONGELADOR DE PLACAS

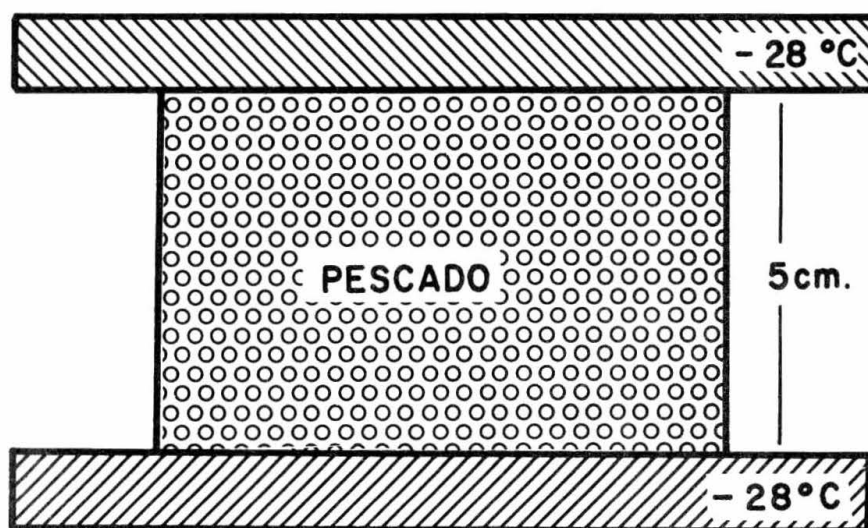


FIGURA 12

$$K_2 = 4.91 \text{ cal.cm/hr.cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_1 = 8.93 \text{ cal.cm/hr.cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_2 = 1.06 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_1 = 0.96 \text{ g/cm}^3$$

$$C_2 = 0.8 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

$$C_1 = 0.4 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

En la escala de temperatura ficticia :

$$T_1 = -18 + 28 = 10^\circ\text{C}$$

$$T_1 = -2.2 + 28 = 25.8^\circ\text{C}$$

$$L_{\text{pescado}} = \text{calor de fusión del hielo a } 0^\circ\text{C y 1 atm.}$$

por la humedad

$$= 80 \text{ cal/g (0.75)} = 60 \text{ cal/g}$$

Se utiliza la ecuación (7.2) para calcular λ por tanteo y error.

Suponiendo $\lambda = 0.1$

$$\frac{\exp(-0.1)^2}{\text{erf}(0.1)} - \left(\frac{4.91}{8.93} \right) \left[\frac{\frac{8.93}{0.96(0.4)}}{\frac{4.91}{1.06(0.8)}} \right]^{1/2} \left(\frac{43-25.8}{25.8} \right) = \frac{\exp(-0.1)^2}{\text{erf}(0.1)} \left[\frac{\frac{8.93}{0.96(0.4)}}{\frac{4.91}{1.06(0.8)}} \right]^{1/2} =$$

$$= \frac{0.1 (60) (1.77)}{(0.4) (25.8)}$$

Del apéndice :

$$\text{erf } 0.1 = 0.112463$$

$$\text{erfc}(0.1) = 1 - \text{erf}(0.1) = 0.887537$$

$$\text{erfc}(0.2) = 1 - \text{erf}(0.2) = 1 - 0.222703 = 0.777297$$

$$7.8 \neq 1.03$$

Para $\lambda = 0.5$

$$-0.21 \neq 5.15$$

Graficando el primer miembro de la ecuación (7.2) contra el segundo miembro de la misma, obtenemos:

$$\frac{\lambda L \pi^{1/2}}{C, T,} = 3.32$$

$$\therefore \lambda = 0.32$$

Ya que la congelación se efectúa por ambos lados del paquete:

$$X = 2.5 \text{ cm}$$

Sustituyendo en la ecuación (7.1)

$$10 = \frac{25.8}{\text{erf}(0.32)} \frac{\text{erf} \frac{2.5}{2 \left[\frac{8.93 \Theta}{0.96(0.4)} \right]^{1/2}}}{\Theta^{1/2}}$$

$$\frac{10}{25.8} (0.35) = \text{erf} \frac{0.26}{\Theta^{1/2}}$$

$$0.14 = \text{erf } x, \text{ donde } x = 0.26 / \Theta^{1/2}$$

$$x = 0.13 \quad (\text{del apéndice})$$

$$\therefore \Theta^{1/2} = 0.26/0.13 \text{ y } \Theta = 4 \text{ horas}$$

Este es el tiempo total necesario para que el centro del paquete alcance una temperatura de -18°C .

El tiempo que tarda el pescado en pasar por el punto de congelación (-2.2°C) se calcula de la siguiente manera:

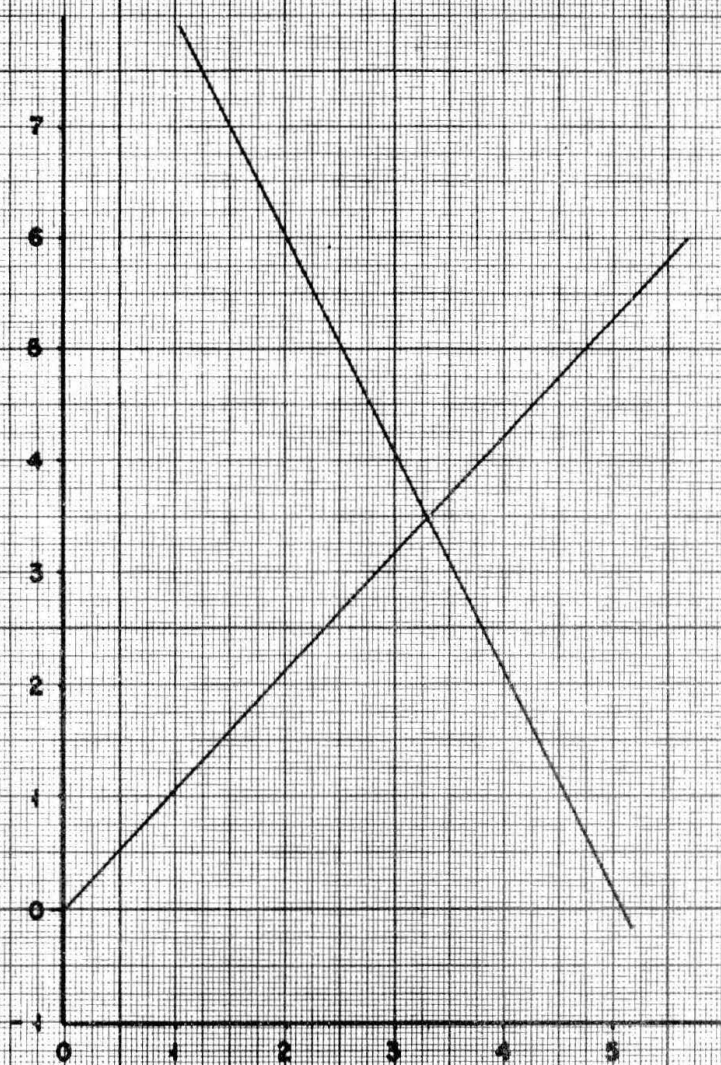
$$\text{Cuando } \dot{V}_1 = T_1 \quad \lambda = \frac{X}{2 \left(\frac{Kl}{\rho_1 \Delta_1} \Theta \right)^{1/2}}$$

$$0.32 = \frac{2.5}{2 \left[\frac{8.93}{0.96(0.4)} \right]^{1/2} \Theta^{1/2}}$$

$$\Theta^{1/2} = 0.81$$

$$\Theta = 0.66 \text{ horas}$$

FIGURA 13



Los cálculos anteriores se pueden hacer con ayuda de una computadora. En la Tabla A-4 del Apéndice se incluye un programa en FORTRAN IV para calcular el tiempo de congelación o descongelación de placas o cilindros infinitos de material. El resultado se expresa como porcentaje de congelación o descongelación en función del tiempo.

DISEÑO DE LA CAMARA DE ALMACENAMIENTO

DIMENSIONES

La altura de una cámara de almacenamiento de productos congelados varía de 3 a 3.5 m. Si la construcción lo permite, se debe tratar que la forma de la cámara se aproxime lo más posible a un cubo.

Un cuarto cúbico tiene la menor superficie para cualquier capacidad dada, y mientras menor sea la superficie de las paredes, menores serán las pérdidas de calor.

Para obtener el ancho y el largo de la cámara necesitamos conocer su capacidad, la cual se calcula como a continuación se indica :

$$C = 2V \quad (7.3)$$

donde :

C = capacidad de la cámara

V = volumen aparente del alimento almacenado.

El volumen aparente se calcula a partir de la ecuación :

$$V = \frac{W}{\rho} \quad (7.4)$$

donde :

W = Peso del alimento almacenado

ρ = densidad del alimento

Suponiendo que el producto congelado se vende antes de los tres meses de almacenamiento :

$$W = 5 \frac{\text{ton.}}{\text{Semana}} \times 4 \frac{\text{semana}}{\text{Mes}} \times 3 \text{ meses} = 60 \text{ toneladas}$$

$$\rho_{\text{pescado}} = 0.96 \text{ g/cm}^3$$

De la ecuación (7.4) :

$$\begin{aligned} V &= \frac{6.0 \times 10^6}{0.96} = 6.25 \times 10^7 \text{ cm}^3 \\ &= 62.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sustituyendo en la ecuación (7.3) obtenemos la capacidad de la cámara :

$$C = 125 \text{ m}^3$$

=====

Ya que la altura standard de las cámaras de almacenamiento es de 3 m., -
las dimensiones serán :

$$\underline{3 \text{ m. de alto} \times 6 \text{ m. de ancho} \times 7 \text{ m. de largo}}$$

AISLANTE

El corcho es el material aislante más usado para recubrir las cámaras de al_

macenamiento.

El espesor del aislante va de 10 a 12 cm., dependiendo de la orientación de la pared, y siendo el mayor en la pared norte.

PRINCIPIOS DE LA REFRIGERACION

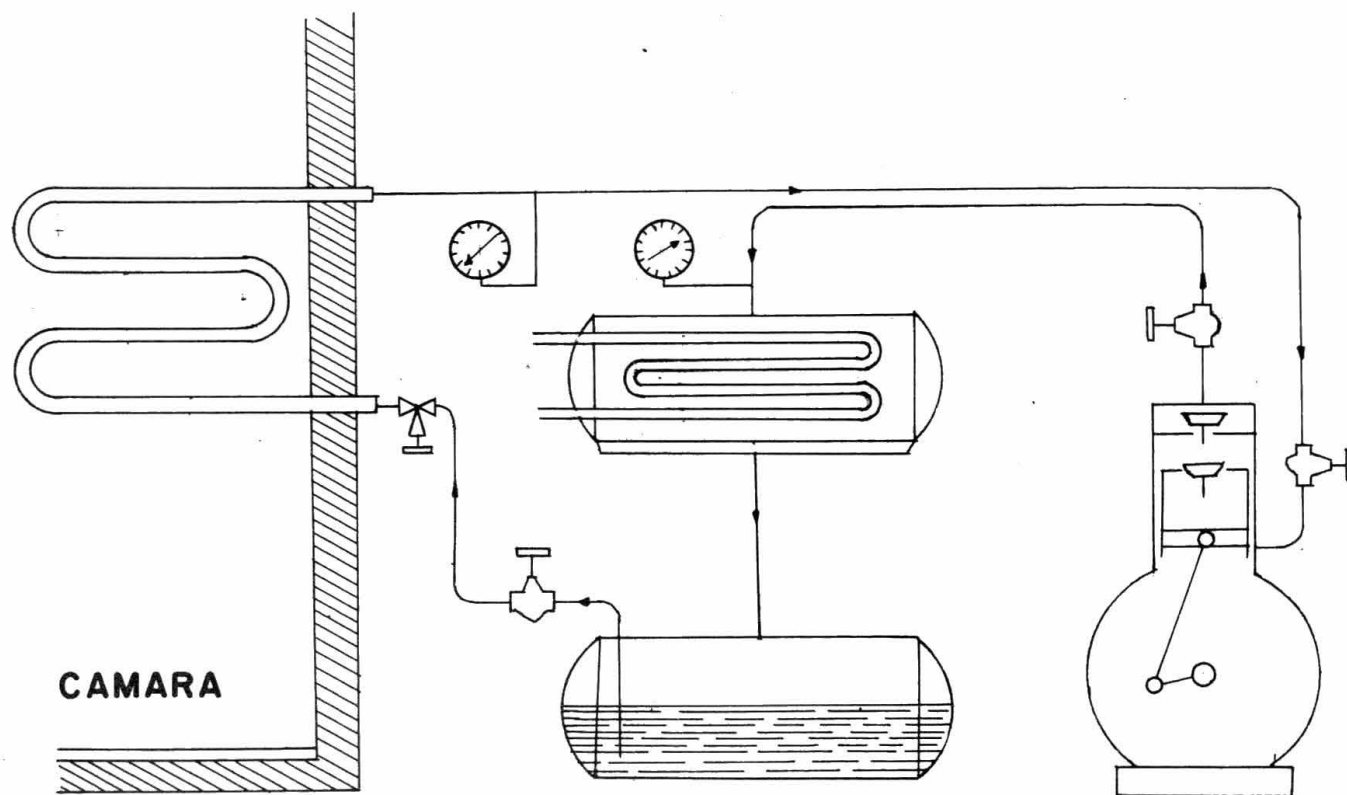
En la fig. 14 se muestra un sistema típico de refrigeración. Debido a que para instalaciones pequeñas el amoníaco es uno de los refrigerantes más económicos, los cálculos se basarán en las propiedades termodinámicas de éste.

En la fig. 14, el amoníaco líquido a presión elevada que sale del tanque receptor pasa por una válvula de expansión. El amoníaco enfriado en esta forma, llega al evaporador donde absorbe el calor existente en la cámara de almacenamiento, obteniéndose de esta manera, una reducción en la temperatura.

El vapor de amoníaco formado en el evaporador se comprime y posteriormente se condensa. El amoníaco líquido a presión alta está en condiciones de repetir el ciclo.

En un sistema de refrigeración con amoníaco utilizado en una cámara de almacenamiento, se conocen los siguientes datos :

Temperatura de la cámara	-18°C
Temperatura del amoníaco en los serpentines	-28 °C
Presión manométrica a la succión	0.36 kg/cm ²
Presión manométrica a la descarga	11.26 kg/cm ²



SISTEMA DE REFRIGERACION

FIGURA 14

Temperatura del amoniaco en el tanque receptor	30 °C
Temperatura del agua a la entrada del condensador	21 °C
Temperatura del agua a la salida del condensador	27 °C

Se supone que no hay pérdidas de calor o caídas de presión en las tuberías y que el gas que entra al compresor tiene 5°C de sobrecalentamiento.

REQUERIMIENTOS DE REFRIGERACION

La carga de refrigeración se compone de cuatro partes :

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 \quad (7.5)$$

donde :

H = Carga de refrigeración (Kcal/24 h.)

H_1 = Pérdidas de calor a través de las paredes con aislante.

H_2 = Pérdidas de calor debidas a cambios de aire.

H_3 = Requerimientos de refrigeración para bajar la temperatura del alimento congelado hasta la temperatura de almacenamiento.

H_4 = Cargas de calor misceláneas.

Las pérdidas de calor a través de las paredes de la cámara se calculan a partir de la siguiente ecuación :

$$H_1 = \frac{(K) (24) (S) (T_1 - T_2)}{1} \quad (7.6)$$

donde :

K = Conductividad térmica del aislante

S = Area total externa de la cámara

T_1 = Temperatura ambiente

T_2 = Temperatura de la cámara

l = Espesor del aislante

Las dimensiones de la cámara son : 3m x 6m x 7m, por lo tanto :

$$S = 162 \text{ m}^2$$

Utilizando corcho como material aislante :

$$K = 3.472 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} (^\circ\text{C/cm})}$$

$$l = 10 \text{ cm}$$

$$T_1 = 22^\circ\text{C} \text{ (Temperatura media anual)}$$

$$T_2 = -18^\circ\text{C}$$

Utilizando la ecuación (7.6)

$$H_1 = \frac{(3.472) (24) (162) (22+18)}{10}$$

$$= 54,000 \frac{\text{Kcal}}{24 \text{ h}}$$

Las pérdidas de calor debidas a cambios de aire se calculan como sigue :

$$H_2 = (C) (ca) (h) \quad (7.7)$$

donde :

C = Volumen de la cámara

ca = Número promedio de cambios de aire en 24 horas

h = Kcal/m³ de aire eliminadas al enfriarlo de la temperatura ambiente a la temperatura de la cámara.

$$C = 125 \text{ m}^3$$

$$ca = 6 \quad (\text{Tabla A-2, Apéndice})$$

$$h = 25.45 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^3 \text{ aire}} \quad (\text{Tabla A-3, Apéndice})$$

$$(a T = 26^\circ \text{C y humedad} = 60\%)$$

De la ecuación (7.7) :

$$\begin{aligned} H_2 &= (125) (6) (25.45) \\ &= 19,087.5 \text{ kcal/24 h.} \end{aligned}$$

Debido a que el producto congelado sale del congelador a -18°C :

$$H_3 = 0$$

Las cargas de calor misceláneas en una cámara de almacenamiento incluyen el calor disipado por focos o motores, así como el desprendido por los hombres que trabajan dentro de la cámara. Para determinar las cargas de calor misceláneas se dan las siguientes equivalencias :

$$1 \text{ watt} = 0.86 \text{ Kcal/h.}$$

$$1 \text{ H.P.} = 756 \text{ Kcal/h.}$$

$$1 \text{ hombre} = 189 \text{ Kcal/h.}$$

$$H_4 = h_f + h_m + h_h \quad (7.8)$$

donde :

$$h_f = (\text{watts totales}) (N^\circ \text{ horas encendidas/día}) (0.86)$$

$$h_m = (\text{HP totales}) (N^\circ \text{ horas de operación/día}) (756)$$

$$h_h = (\text{Total hombres}) (\text{Horas trabajando al día}) (189)$$

Considerando 10 focos de 50 watts cada uno, encendidos 9 horas al día :

$$h_f = 3870 \text{ Kcal}/24 \text{ h.}$$

Un motor de 5 HP, operando 2 horas por día, producirá :

$$h_m = 7,560 \text{ Kcal}/24 \text{ h.}$$

Tres hombres trabajando en la cámara 6 horas cada uno por día :

$$h_h = 3,402 \text{ Kcal}/24 \text{ h.}$$

De la ecuación (7.8) :

$$H_4 = 14,832 \text{ Kcal}/24 \text{ h.}$$

Utilizando la ecuación (7.5) :

$$\begin{aligned} H &= 54,000 + 19,087.5 + 0 + 14,832 \\ &= 87,919.5 \text{ Kcal}/24 \text{ h.} \end{aligned}$$

Considerando un factor de seguridad del 10% :

$$\begin{aligned} H &= 87,919.5 + 8,791.95 \\ &= 96,712 \text{ Kcal}/24 \text{ h.} \end{aligned}$$

Generalmente, el compresor trabaja únicamente 18 horas al día, entonces :

$$\frac{24}{18} (96,712) = 128,950 \text{ Kcal}/\text{día}$$

Puesto que 1 ton. de refrigeración = 72,576 Kcal/día, tenemos que :

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento de refrigeración} &= 128,950/72,576 \\ &= 2 \text{ ton. de refrigeración.} \end{aligned}$$

CANTIDAD DE REFRIGERANTE

El amoníaco que sale del tanque receptor tiene una entalpia de 75.56 ---

Kcal/kg_{NH₃}

La entalpia que sale del evaporador es de 341.06 Kcal/kg NH_3 , por lo tanto, la cantidad de calor absorbida por el refrigerante en la cámara de almacenamiento es de :

$$341.06 - 76.56 = 264.6 \text{ Kcal/kg } \text{NH}_3$$

Los requerimientos de refrigeración son de :

$$2 \text{ ton. de ref.} \times \frac{50.4 \text{ Kcal/min}}{\text{Ton. de ref.}} = 100.8 \text{ Kcal/min}$$

La cantidad de amoniaco que se debe recircular para producir el efecto de refrigeración deseado será :

$$\frac{100.8}{264.5} = 0.4 \text{ Kg } \text{NH}_3 / \text{min}$$

CANTIDAD DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

Durante el ciclo de condensación se transfiere calor del vapor de amoniaco sobrecalentado al agua de enfriamiento, condensándose el amoniaco. La cantidad de calor removido será la diferencia entre la entalpia del vapor sobrecalentado a la salida del compresor y la entalpia del amoniaco líquido después de la condensación :

$$422.23 - 76.56 = 345.67 \text{ Kcal/kg } \text{NH}_3$$

Puesto que el agua de enfriamiento entra a 21°C y sale a 27°C del condensador el calor absorbido por el agua es ($C_p = 1$) :

$$1 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (27 - 21) = 6 \text{ Kcal/kg } \text{H}_2\text{O}$$

$$\frac{345.67}{6} = 57.61 \frac{\text{litro } \text{H}_2\text{O}}{\text{kg } \text{NH}_3}$$

Como la cantidad de amoniaco que se debe recircular es de $0.4 \text{ kgNH}_3/\text{min}$, los requerimientos de agua de enfriamiento serán de :

$$57.61 \frac{1}{\text{kgNH}_3} \times 0.4 \frac{\text{kgNH}_3}{\text{min}} = 23.04 \frac{\text{litros H}_2\text{O}}{\text{min}}$$

POTENCIA DEL COMPRESOR

La entalpia del vapor de amoniaco a la succión del compresor es de -----
 422.23 Kcal/kg . mientras que a la descarga es de 341.06 kcal/kg . Entonces :

$422.23 - 341.06 = 81.17 \text{ Kcal/kg}$ es el calor equivalente al trabajo realizado en el compresor.

Ya que 1 HP equivale a 10.7 Kcal/min . la potencia teórica requerida es de :

$$81.17 \frac{\text{Kcal}}{\text{kgNH}_3} \times 0.4 \frac{\text{kgNH}_3}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ HP}}{10.7 \text{ Kcal/min}} = 3.03 \text{ HP}$$

Considerando una eficiencia mecánica del 83% y una eficiencia volumétrica del 80%, la potencia real requerida será de :

$$\frac{3.0 \text{ HP}}{0.83(0.8)} = 4.56 \text{ H.P.}$$

POTENCIA REQUERIDA = 5 H. P.

CAPITULO VIII

ESTUDIO

ECONOMICO

GENERALIDADES

En términos generales, existen dos tipos diferentes de estimación de costos: la estimación preliminar y la estimación detallada.

La estimación detallada se basa en especificaciones completas que incluyen todos los detalles como: la disposición de la tubería, arreglo eléctrico, diseño de ingeniería civil y proyecto arquitectónico y especificaciones de instrumentación. Las cotizaciones de equipo se obtienen basándose en dibujos con todas las especificaciones de diseño. Una estimación de este tipo debe dar un resultado muy cercano al costo real; el error es de $\pm 5\%$.

Debido a la gran cantidad de trabajo necesario para preparar una estimación detallada, este paso no se lleva a cabo hasta que el trabajo preliminar haya indicado que el proyecto debe ser llevado a cabo.

La estimación preliminar requiere mucho menor detalle que el anterior, sin embargo, es sumamente importante para determinar si el proyecto propuesto debe llevarse a cabo. Por esta razón, la información presentada en este capítulo corresponde a una estimación preliminar. El error máximo probable en este tipo de estimaciones es de $\pm 20\%$.

ESTIMACION DE LA INVERSION

En las TABLAS XXVI y XXVII se muestran los cálculos y componentes - de la inversión fija y del capital de trabajo. La suma de estas dos cantidades y de los gastos de arranque de la planta nos dan la inversión total. (1)

AÑO	MS
1957	205
1961	237
1975	398.4

$$(*) = \frac{398.4}{237}$$

$$(**) = \frac{398.4}{205}$$

(1) Baumann, H.C.- Fundamentals of Cost Engineering in the Chemical Industry.
Reinhold, New York (1968).

T A B L A XXVI

ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA

		CANT	ESPECIFICACIONES	CALCULO	COSTO (\$M.N.)
1	EQUIPO				
	Tanque de lavado	1	1000 lb.	2000 (*) 12.50	42,000.00
	Desescamador	1	--	2,20 x 30 (*) 12.50	2,500.00
	Banda transportadora	-	70 ft ²	$2500(70)/10 \cdot 23_x$ (*) 12.50	82,000.00
	Tanque de salmuera	1	1000 lb.	2000 (*) 12.50	42,000
	Cortadora de filetes y accs.	1	--	----	160,000.00
	Congelador	1	1000 paquetes	$9500(.5/7) \cdot 72_x$ (*) 12.50	30,000.00
	Unidad de refrigeración	1	0°F, succión, 60 toneladas	$7000(50/7) \cdot 72_x$ (*) 12.50	690,000.00
	Motor	1	1 HP	55(*) 12.50	1,100.00
					<u>1,050,000.00</u>
2	INSTALACION DEL EQUIPO		0.43 de (1)		450,000.00
3	AISLANTE		4 in espesor	$1.55_x 12.50 (**)_x$ $162 m^2 (ft^2/m^2)$	65,000.00
4	INSTRUMENTACION		.03 de (1)		31,000.00
5	TUBERIA		0.14 de (1)		147,000.00
6	INSTALACION ELECTRICA		0.12 de (1)		126,000.00
7	EDIFICIOS (Incl. servicios) de manufactura Oficinas Cámara de almacenamiento		\$1,200.00/m ² \$1,700.00/m ² \$1,200.00/m ²		240,000.00 85,000.00 50,400.00
8	MEJORAS DEL TERRENO (Camino, bardas, etc.)		0.15 de (1)		157,000.00
9	SERVICIOS (Agua, electricidad)		0.20 de (1)		210,000.00
10	ESTANQUES		\$1,600.00/ha		154,000.00
11	TERRENO		\$10,000.00/ha		1,000,000.00
12	INGENIERIA (Diseño) Y CONSTRUCCION		0.10 de IF		554,600.00

		CANT	ESPECIFICACIONES	CALCULO	COSTO (\$M.N.)
13	HONORARIOS CONTRATISTA		0.06 de I. F.		332,700.00
14	IMPREVISTOS		0.1 de I. F.		554,600.00
15	SERVICIOS AUXILIARES				
	Construcciones auxiliares		5.0%		
	Camino entre estanques		0.6%		
	Sistemas de comunicación		0.2%		
	Alumbrado de la barda		0.2%		
			6.0% de	(1 a 14)	312,600.00
	Redes				2,500.00

INVERSIÓN FIJA

5,522,000.00

TABLA XXVII

ESTIMACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

		ESPECIFICACIONES	COSTO
1	EFFECTIVO	Para un mes de salarios y materias primas.	6,900.00
2	CUENTAS X COBRAR	Ventas/ 2 meses	800,000.00
3	INVENTARIO MAT. PRIMA	Para un mes de operación	2,500.00
4	INVENTARIO DE PROD. TERMINADO Y EN PROCESO	Costo de producción/1 mes	282,000.00
5	CUENTAS POR PAGAR	50% de (3)	(91,000.00)

CAPITAL DE TRABAJO

1,000,000.00

$$\text{INVERSION TOTAL} = \text{INVERSION FIJA} + \text{CAPITAL DE TRABAJO} + \\ \text{GASTOS DE PREOPERACION*}$$

$$\text{INVERSION TOTAL} = 5,522,000.00 + 1,000,000.00 + \\ 0.05 (5,522,000 + 1,000,000)$$

$$\underline{\underline{\text{INVERSION TOTAL}}} = \underline{\underline{\$6,848,000.00}}$$

* Incluye: Gastos de formación de la sociedad, gastos notariales y de preoperación y arranque.

ESTIMACION DE COSTOS DE PRODUCCION

La determinación de la inversión necesaria es sólo una parte de un análisis de costos completo. Otra parte igualmente importante es la estimación de costos para operación de la planta y para venta del producto. Estos costos pueden agruparse - bajo la denominación de costos de producción.

Los cálculos y componentes individuales del costo de operación y de los gastos generales se muestran en las Tablas XXVIII y XXIX.

La suma de ambos gastos nos da el costo total de producción, el cual se puede incrementar por un 1 a 5 %, para tomar en cuenta posibles contratiempos.

TABLA XXVIII

ESTIMACION DEL COSTO DE OPERACION

	ESPECIFICACIONES (2° AÑO)	COSTO (2° AÑO)
A COSTOS DIRECTOS DE OPERACION		
a) Materias primas	12 ton. Abono orgánico (\$170.00/ton.)	2,000.00
	400 ton. alimento (\$85.00/ton.)	34,000.00
b) Mano de obra	12 obreros \$46.40/día	167,000.00
c) Supervisión	0.15 (b)	25,000.00
d) Mantenimiento	0.08 IF	441,700.00
e) Servicios (Agua y electrici- dad)	\$0.50/KWH \$3.00/m ³ H ₂ O	6,000.00 9,000.00
		<u>684,700.00</u>
B COSTOS FIJOS		
Depreciación	Equipo: 10% costo equipo	123,800.00
	Edificios: 5% costo edificios	
Seguros	6 % IF	<u>331,300.00</u>
		455,100.00
C IMPREVISTOS	0.6 (b + c + d)	38,000.00
	COSTOS DE OPERACION =	1,117,800.00

TABLA XXIX

ESTIMACION DE LOS GASTOS GENERALES

	ESPECIFICACIONES (2° AÑO)	COSTO (2° AÑO)
A COSTOS ADMINISTRATIVOS	6% ventas	265,000.00
B COSTOS DE DISTRIBUCION Y VENTA	8 % ventas	400,000.00
C FINANCIAMIENTO	14 % (IT/2)	480,000.00
	GASTOS GENERALES	1,145,000.00

$$\begin{aligned}\text{COSTO TOTAL DE PRODUCCION} &= \text{COSTO DE OPERACION} + \text{GASTOS GENERALES} \\ &= \$2,322,800.00\end{aligned}$$

RETORNO DE LA INVERSION (ROI)

En estudios económicos de ingeniería, el retorno de la inversión se expresa en base a un año. Las utilidades anuales divididas entre la inversión total necesaria, y este factor multiplicado por 100, nos da el porcentaje de retorno de la inversión.

En la TABLA XXX, se muestran los cálculos y resultados.

TABLA XXX

RETORNO DE LA INVERSION (ROI)

INVERSION TOTAL		V E N T A S		COSTO DE PRODUCCION		UTILIDAD BRUTA = V - CP		ROI ANTES IMP UESTOS = UB/IT	
1er. año	2° año	1er. año	2° año	1er. año	2° año	1er. año	2° año	1er. año	2° año
6,848,000.00		2,400,000	4,800,000	1,300,000	2,322,000	1,100,000	2,477,200	16%	36%

IMPUESTOS Y PARTICIPACION DE UTILIDADES = 0.50 (U.B.)		UTILIDAD NETA = U.B. - IMPUESTOS		ROI DESPUES DE IMPUESTOS = UN/IT	
PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO
550,000.00	1,238,000.00	550,000.00	1,238,000.00	8%	18%

D E P R E C I A C I O N	PERIODO MINIMO DE RECUPERACION DE LA INVERSION = $\frac{IT}{UN + DEP.}$
123,800.00	5 AÑOS

V = Ventas

CP = Costo de producción

ROI = Retorno de la inversión

U.B. = Utilidad bruta (Antes de impuestos)

U.N. = Utilidad neta (Después de impuestos)

I.T. = Inversión total

COSTO DEL PRODUCTO = \$10.00/paquete de 454 g.

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

- En la actualidad, uno de los principales problemas que se le plantea al mundo en general, es el de asegurar una alimentación adecuada para su población, tan numerosa y en tan rápido crecimiento.
- Las disponibilidades y los consumos de alimentos en México muestran que la malnutrición es quizá el problema que afecta más la productividad, salud y bienestar de la población nacional.
- La piscicultura, o el cultivo controlado de especies acuáticas, puede contribuir a aliviar la escasez mundial de alimentos.
- Se seleccionó a la Tilapia como pez de piscicultura ya que su carne es de buena calidad, se reproduce rápidamente en estanques, su cadena alimenticia es corta, presenta un rápido crecimiento, y además es rústico y de fácil manejo.
- Se decidió localizar la planta congeladora-granja piscícola en las cercanías a Ciudad Miguel Alemán, Ver., ya que esta zona presenta condiciones propicias para el desarrollo de la Tilapia y además combina una serie de factores económicos que la hacen atractiva para este tipo de proyectos.
- La congelación siempre ha sido reconocida como un método excelente para la con

servación de alimentos. Mientras mayor sea la velocidad de congelación, la calidad del producto congelado (especialmente el pescado) será mejor.

- Se utilizó la caja de cartón como recipiente del pescado congelado debido a que es uno de los empaques más baratos. Por otra parte, debido a su forma rectangular, se le puede almacenar y transportar prácticamente sin pérdida de espacio.
- Se seleccionó el método de congelación por contacto indirecto con el refrigerante, debido a que los congeladores que utilizan este sistema (congeladores de multi-placa) congelan el producto rápidamente y, además, están especialmente diseñados para congelar alimentos ya empacados en recipientes de cartón.
- La temperatura es un factor de vital importancia en el almacenamiento de productos congelados. Para que el alimento congelado conserve su calidad durante el tiempo de almacenamiento, la cámara debe estar a -18°C o a temperaturas inferiores.
- La planta congeladora-granja piscícola fue diseñada para una producción de cinco toneladas de pescado por semana.
- La inversión estimada para llevar a cabo este proyecto es de \$6,848,000.00. Los costos de producción al 50% de capacidad (primer año) son de \$1,300,000.00, y al 100% (segundo año) son de \$2,322,800.00.
- En base a lo anterior se obtendrían las siguientes rentabilidades: 8% para el primer año y 18% para el segundo, por lo que este proyecto presenta grandes atracti

vos, no solamente desde el punto de vista económico, sino también en lo social - ya que conviene al desarrollo regional del país, mejora la distribución de ingresos y eleva el nivel de vida de las clases marginadas, mediante la utilización de un - recurso natural renovable.

RECOMENDACIONES

- En función de las conclusiones anteriores, se recomienda realizar una evaluación económica más detallada de este anteproyecto, para aclarar puntos ambiguos y de esta forma interesar a grupos inversionistas.

APENDICE

T A B L A A-1

FUNCION ERROR DE x

$$\operatorname{erf} x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-\xi^2} d\xi$$

$$(\operatorname{erfc} x = 1 - \operatorname{erf} x)$$

x	erfx
0	0
0.05	0.056372
0.1	0.112463
0.15	0.167996
0.2	0.222703
0.25	0.276326
0.3	0.328627
0.35	0.379382
0.4	0.428392
0.45	0.475482
0.5	0.520500
0.55	0.563323
0.6	0.603858
0.65	0.642029
0.7	0.677801
0.75	0.711156
0.8	0.742101
0.85	0.770668
0.9	0.796908
0.95	0.820891
1.0	0.842701
1.1	0.880205
1.2	0.910314
1.3	0.934008
1.4	0.952285
1.5	0.966105
1.6	0.976348
1.7	0.983790
1.8	0.989091
1.9	0.992790
2.0	0.995322
2.1	0.997021
2.2	0.998137
2.3	0.998857
2.4	0.999311
2.5	0.999593
2.6	0.999764
2.7	0.999866
2.8	0.999925
2.9	0.999959
3.0	0.999978

T A B L A A - 2

PROMEDIO DE CAMBIOS DE AIRE POR DIA

VOLUMEN DEL LOCAL (m ³)	NO. DE CAMBIOS DE AIRE	VOLUMEN DEL LOCAL (m ³)	NO. DE CAMBIOS DE AIRE
7.075	29.0	226.4	4.3
14.15	20.0	283.0	3.8
28.3	13.5	424.5	3.0
42.45	11.0	566.0	2.6
56.6	9.3	707.5	2.3
70.75	8.1	849.0	2.1
84.9	7.4	1132.0	1.8
113.2	6.3	1415.0	1.6
141.5	5.6	2122.5	1.3
169.8	5.0	2830	1.1

T A B L A A.3

KCAL. POR METRO CUBICO DE AIRE ELIMINADAS AL ENFRIAR DE LA TEMPERATURA
AMBIENTAL A LA TEMPERATURA DE LA CAMARA

Temperatura del Aire Exterior (°C)	Humedad Rela- tiva del Aire Exterior (°C)	Temperatura Interior del Congelador o Cámara de Almacenamiento (°C)							
		-15	-18	-20.6	-23.3	-26.1	-28.9	-31.7	-34.4
26.7	50	22.34	23.80	24.83	26.08	27.15	28.84	30.08	31.60
	60	24.12	25.45	26.52	27.86	28.93	30.62	31.68	33.41
32.2	50	27.77	29.19	30.35	31.68	32.66	34.53	35.60	37.47
	60	30.26	31.68	32.84	34.27	35.24	37.20	38.27	40.14
37.8	50	34.18	35.69	36.94	38.36	39.34	41.47	42.54	44.50
	60	38.00	39.43	40.67	42.19	43.25	45.39	46.37	48.42

DEFINICION DE LOS SIMBOLOS EMPLEADOS EN LA TABLA A.4

RM	=	Radio del cilindro o mitad del espesor de la placa
DR	=	Espesor de una sección
TM	=	Temperatura de fusión o de congelación
TA	=	Temperatura ambivalente
RH01	=	Densidad inicial
RH02	=	Densidad después del cambio de estado
XK1	=	Conductividad térmica inicial
XK2	=	Conductividad térmica después del cambio de estado
C1	=	Calor específico inicial
C2	=	Calor específico después del cambio de estado
H1	=	Coeficiente de transferencia de calor
H2	=	Calor latente
M_p	=	$C \Delta R^2 / K \tau$

T A B L A A . 4

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE TIEMPOS DE CONGELACION O DESCONGELACION PARA CILINDROS INFINITOS O PLACAS INFINITAS

```

DOUBLE PRECISION T, QA, QTSUM
DIMENSION T (100), QM (100), QTSUM (100), R (25), D(25)
CALL FORDTE (A1, A2)
PI= 3.14159265
1 READ (1,1000) RM, DR, TI, TM, TA, DTH, RHO1, RHO2, XK1, XH2,
  C1, C2, H1, H2, IX1, IY, XM, TOPT
1000 FORMAT (F4.1, F3.1, 2F5.1, F3.1, 2F4.2, 2E6.1, 2F4.2, E7.2, F5.1,
  2I1, 1F5.1, F6.2)
  IF (RM) 3, 3, 2
3 CALL EXIT
2 LINE=99
  XM=2.* (H1*DR)/XK1+2
  DTH=(RHO1*C1* (DR**2))/(XK1*XM)
  XC7=(2.*PI*RM* (TA-TM))
  XC8=(2.*PI** (RM-.5*DR))/(.25*DR)
  XC9= H2*2.*PI* (RM-.25*DR)*.5*DR
  XC10=(2.*PI)/DR
  XC11= H2*2.*(PI*DR
  DO 10 I=1, 100
    T(I) =TI
    QTSUM(I)=0.
    IFL(I)=0
    QM(I)=1
10 CONTINUE
    TIME=DTH
    RX=0.
    NN=(TOPT*60.)/DTH
    N=RM/DR+1
    IFLAG=0
    IFLAG1=0
    LIMIT=60/ (N+4)
    IZ=1
    GO TO 89
5 DO 998 I=1, N
    QA=0.
    RAD=RM-(I-1)* DR
    RAD1=RAD+.5*DR
    RAD2=RAD-.5*DR

```

```

      GO TO (305, 306), IY
306  IF (T (I) -TM) 20, 20, 12
305  IF (T (I) -TM) 12,20, 20
    12  IF (I-1) 25, 25, 30
    30  IF (I-N) 35, 40, 40
    25  RHO=RHO1
      C=C1
      XK=XK1
    26  XM=(RHO*C*DR**2)/(XK*DTH)
      XN=(H1*DR)/XK
      XC1=2.*XN*RM*TA
      XC2=XM*(RM-.25*DR)-2.*XN*RM-4.*RM+2.*DR
      XC3=4.*RM-2.*DR
      XC4=XM*(RM-.25*DR)
      XC5=2.*XN*TA
      XC6=XM-(2.*XN+2.)
      GO TO (201,201), IX

C          CALCULOS DE LAS PLACAS - SUPERFICIE
    202  T(1)=(XC5+XC6*T (1)+2.*T (2))/XM
      GO TO 203

C          CALCULOS DE LOS CILINDROS - SUPERFICIE
    201  T (1)=(XC1+XC2*T (1)+XC3*T (2))/XC4
    203  QA=0.
      GO TO 999
    35  RHO=RHO1
      C=C1
      XK=XK1
    36  GO TO (204, 205), IX

C          CALCULOS DE LAS PLACAS - INTERIOR
    205  T (I)=(T (I-1) - (2'-XM)*T (I)+T (I+1)) /XM
      GO TO 206

C          CALCULOS DE LOS CILINDROS - INTERIOR
    204  T (I)=(RAD1*T (I-1)+(XM*RAD-RAD1-RAD2)*T (I)+RAD2 *
      T (I+1))/(XM* RAD )
    206  QA=0.
      GO TO 999
    40  RHO=RHO1
      C=C1
      XK=XK1
    41  GO TO ( 207, 208), IX

C          CALCULOS DE LAS PLACAS - CENTROS
    208  T (N)=(2.*T (N-1) - (4.-XM)*T (N))/XM
      GO TO 209

```

```

C          CALCULOS DE LOS CILINDROS - CENTRO
207      T(N) = (4.*T(N-1) - (4.-XM)*T(N))/XM
209      QA = 0.
          GO TO 999

C          CALCULOS DE T(I) = TM
20      RHOM = RHO2* (1.-QM(I)) + RHO1* QM(I)
          XKM = XK2* (1.-QM(I)) + XK1* QM(I)
58      XK = XK2
          RHO = RHO2
          C = C2
          IF (I-1) 50, 50, 55
55      IF (I-N) 60, 65, 65
50      IF (IFL(1)) 52, 52, 26
52      GO TO (210, 211), IX

          CALCULOS DE LAS PLACAS - SUPERFICIE
211      QA = (TA - TM)/((1./H1) + (DR/4./XKM)) - ((TM-T(2))*
          XKM)/DR
          QTSUM(I) = QTSUM(I) + QA*DTH
          GO TO (501, 512), IY
501      QM(I) = (H2*(DR/2.)*RHOM - QTSUM(I))/H2*(DR/2.)*RHOM
          GO TO 212

C          CALCULOS DE LOS CILINDROS - SUPERFICIE
210      QA = XC7/(1./H1 + (.25*DR)/XKM) - (XKM*XC8*(TM-T(2)))
          QTSUM(I) = QTSUM(I) + QA*DTH
          GO TO (513, 504), IY
513      QM(I) = ((RHOM*XC9) - QTSUM(I))/(RHOM*XC9)
          GO TO 212
504      QM(I) = ((RHOM*XC9) + QTSUM(I))/(RHOM*XC9)
212      RHO = RHOM
          XK = XKM
301      IF (QM(1)) 51, 51, 999
51      QM(1) = 0.
          IFL(1) = 1
          IFLAG = 1
          QA = 0.
          XM = 2.*(H1*DR)/XK2+2.
          DTH = (RHO2*C2*DR**2)/(XK2 = XM)
          NN = (TOPT*60.)/DTH
          GO TO 999
60      IF (IFL(1)) 62, 62, 36
62      (IF (IFL(I-1)) 999, 999, 66
66      GO TO (213, 214), IX

```


C CALCULOS DE LAS PLACAS - INTERIOR

```

214 QA=(XKM/DR)*((T(I-1)-TM)-(TM-T(I+1)))
    QTSUM(I)=QTSUM(I)+QA*DTH
    GO TO (505, 506), IY
505 QM(I)=(H2*DR*RHOM-QTSUM(I))/(H2*DR*RHOM)
    GO TO 503
506 QM(I)=(H2*DR*RHOM+QTSUM(I))/(H2*DR*RHOM)
    GO TO 503

```

C CALCULOS DE LOS CILINDROS - INTERIOR

```

213 QA=XKM*XC10*RAD1*(T(I-1)-TM)-XKM*XC10*RAD2*(TM-T(I+1))
502 QTSUM(I)=QTSUM(I)+QA*DTH
    GO TO (507, 508), IY
507 QM(I)=(RHOM*XC11*RAD-QTSUM(I))/(RHOM*XC11*RAD)
    GO TO 503
508 QM(I)=(RHOM*XC11*RAD+QTSUM(I))/(RHOM*XC11*RAD)
503 RHO=RHOM
    XK=XKM
307 IF (QM(I)) 61, 999, 999
    61 QM(I)=0.
        IFL(I)=1
        IFLAG=1
        QA=0.
        GO TO 999
    65 IF (IFL(N)) 67, 67, 41
    67 IF (IFL(N-1)) 999, 999, 68
    68 GO RO (215, 216), IX

```

C CALCULOS DE LAS PLACAS - CENTRO

```

216 QA=(2.*XKM*(T(N-1)-T(N)))/DR
    QTSUM(N)=QTSUM(N)+QA*DTH
    GO TO (509, 510), IY
509 QM(N)=((H2*RHOM*DR)-QTSUM(N))/(H2*RHOM*DR)
    GO TO 217
510 QM(N)=((H2*RHOM*DR)+QTSUM(N))/(H2*RHOM*DR)
    GO TO 217

```

C CALCULOS DE LOS CILINDROS - CENTRO

```

215 QA=(2.*PI*(DR/2.)*(T(N-1)-TM)*XKM)/DR
    QTSUM(N)=QTSUM(N)+QA*DTH
    GO TO (511, 522), IY
511 QM(N)=(H2*RHOM*PI*(DR**2/4.)*RHOM-QTSUM(N))/
    1(H2*RHOM*PI*(DR**2/4.)*RHOM)
    GO TO 217
522 QM(N)=(H2*RHOM*PI*(DR**2/4.)*RHOM+QTSUM(N))/
    1(H2*RHOM*PI*(DR**2/4.)*RHOM)
217 RHO=RHOM

```

```

      XK=RHOM
311  IF (QM(N)) 69,999,999
69   QM(N)=0.
      IFL(N)=1
      IFLAG = 1
      QA=0.

C          ESCRIBASE PARA ESTE RADIO
999  IF (NN) 551,551,550
551  IF (IFLAG1) 998,998,997
550  IF (IZ-NN) 998,997,997
997  IF (I-1) 996,996,995
996  TT=TIME/60.
      TTT=TT/60.
      NNN=N-1
      DO 86 II=1,NNN
      IF (IFL(II)) 86,86,87
87   GO TO ( 91, 92), IX
91   RX+ABS((RM**2-((N-II-1)*DR)**2)/RN**2)*100.)
      GO TO 86
92   RX=100.-ABS(((N-II-1)*DR)/RM)*100.)
86   CONTINUE
      WRITE (3,1100) TT, TTT, RX
1100 FORMAT ( /6H TIME=, F9.2, 11H MINUTES=, F7.2, 6H HOUR
1,10X,F7.2, '%MELTED/FROZEN'
1                                     // 8X,74HRADIUS  TEMP
1      QA      QM      RHO  K      c)
998  TF=(9./5.)*T(I)+32.
      WRITE (3,1200) RAD, T(I), TF,QA, QM(I), RHO, XK, C
1200 FORMAT (F14.2, 2F8.2, E13.4, E11.4, F10.2, E13.4, F6.2)
998  CONTINUE

      FIN DEL PROCESO PARA ESTE TIEMPO
80   IF (NN) 552,552,552
552  IF (RX-75.) 555,1,1
555  IF (IFLAG) 85, 85, 81
553  IF (IZ-NN) 81,82,82
85   IF (IFLAG1) 83, 83, 82
81   IFLAG1=1
      IFLAG=0.
83   TIME=TIME+DTH
      IZ=IZ+1
      GO TO 5
82   TIME=TIME+DTH
      IFLAG1=0.
      IZ=0.
      LINE=LINE+1.

```

```

89  IF (LINE-LIMIT) 5, 90, 90
90  LINE=1
    WRITE (3, 1400) A1, A2, RM, DR, TI, TM, TA, RHO1, RHO2, XK1,
    XK2, C1, C2, H1, H2, I, DTH, XM
1400 FORMAT (45H1-INFINITE CYLINDER/SLAB MELTING,
    19H/FREEZING, 31X, 2A4//
    11X, 3HRM=F6.2, 5H DR=F6.2, 5H TI=F7.2, 5H TM=F7.2, 5H
    TA=F7.2,
    27H RHO1=F4.1, 7H RHO2=F4.1, 5H K1=E9.2, 5H K2=E9.2/
    35X, 3HC1=F4.1, 5H C2=F4.1, 5H H1=E9.2, 5H H2=E9.2, 5H DTH=,
    1F5.1, 4H M=F6.2/)
    IF (IX-2) 250, 251, 251
250  WRITE (3, 2100)
2100 FORMAT (/10X, 'CYLINDER COMPUTATIONS')
    GO TO 5
END

```

T A B L A A - 5

DATOS SOBRE VALOR ALIMENTICIO DE DISTINTAS ESPECIES DE PESCADO, MUESTREADAS EN MERCADOS DEL
DISTRITO FEDERAL.

(1962).

No. de muestra		Humedad	Proteínas	Proteína en Pescado fresco	Grasa	Ceniza	Valor energético en pescado fresco
1	Huachinango	78.77	81.27	17.27	0.72	5.7910	77.571
2	Jurel	73.11	81.16	21.81	2.74	4.0040	119.958
3	Mero	78.12	84.79	24.41	1.18	4.3800	87.114
4	Lisa	77.01	84.93	20.62	1.92	4.0000	97.800
5	Pámpano	77.94	84.93	18.73	1.17	3.0100	77.996
6	Robalo	76.73	80.81	18.80	1.73	4.5000	95.850
7	Sierra	75.19	80.11	19.88	2.35	3.3300	105.843
8	Bagre	77.47	85.05	19.21	1.66	4.8600	94.015
9	Mojarra	78.04	74.18	16.27	1.16	3.2900	77.347
10	Cherna	80.54	84.10	16.45	1.13	5.4550	78.082
11	Tolete	78.41	85.19	18.39	0.68	6.0530	87.562
12	Atún	66.11	72.70	31.47	5.54	5.3750	152.563
13	Cojinuda	70.91	78.25	14.93	3.85	4.1250	129.159
14	Cazón	73.41	84.40	22.44	1.33	5.2950	104.433
15	Macabía	68.84	82.24	25.62	1.73	4.0990	121.870
16	Puerco	79.43	83.00	17.05	1.88	4.3470	83.526
17	Jorobado	83.39	83.62	13.45	1.84	3.1630	57.259
18	Cabaicucho	69.79	75.28	22.72	4.22	4.2540	128.103

TABLA A-6

Nombre vulgar	Nombre científico PESCADOS	Procedencia	Hume- dad	Cenizas	Aceite	Proteínas	Calcio	Fósforo	Tiamina	Riboflavina	Niacina
			G.	G.	G.	G.	MG.	MG.	MG.	MG.	MG.
EN 100 GRAMOS											
Boquerón	Harenguia sp.	Veracruz	77,1	3,0	2,16	17,66	566	2,629	0,01	0,15	1,90
Boquilla	Haemulon plumieri Lacepede	Veracruz	79,8	1,1	0,22	19,51	10	167	0,03	0,03	2,19
Cabrilla	Paralabrax clatrathus Girard	B. California	79,6	1,1	0,12	20,13	15	183	0,05	0,05	1,05
Carpa	Carpiodes meridionalis Günther	Veracruz	79,4	1,1	1,02	19,24	15	165	0,04	0,05	1,98
Cazón	Carcharias aethalurus Jordan et Gilbert	California	74,3	1,1	0,17	24,52	8	141	0,03	0,04	2,41
Charales frescos	Chirostoma sp.	D.F. (mercado)	54,7	11,2	5,93		2360	1512		0,56	2,90
Cherna criolla o Mero	Epinephelus morio Cuvier et Valenciennes	Veracruz	79,8	1,1	0,20	19,90	7	167	0,11	0,37	1,38
Constantino	Centropomus robalito Jordan et Gilbert	Sinaloa	78,8	1,1	0,85	20,58	14	127	0,10	0,05	0,38
Guapota	Cichlasoma sp.	Golfo México	78,8	1,2	0,27	19,64	15	116	0,04	0,06	1,36
Huachinango	Lutianus blackfordii Goode et Bean	Golfo México	78,3	1,3	0,63	20,10	14	184	0,08	0,05	1,32
Isabelita	Angelichthys isabelita Jordan et Rutter	Veracruz	79,7	1,1	0,21	20,32	12	138	0,31	0,44	4,58
Jorabado	Argyrops us brevoortii Gill	Golfo de México	77,8	0,9	1,36	20,63	13	150	0,08	0,07	2,06
Lisa	Chaenomugil proba cideus Günther	B. California	77,5	1,0	1,10	20,61	12	153	0,01	0,10	6,90
Mero	Stercolepis gigas Ayres	B. California	81,1	1,1	0,14	18,00	10	192	0,10	0,05	2,44
Mojarra	Anisotremus interruptus Gill	B. California	77,3	1,1	2,67	19,16	15	260	0,06	0,05	5,40
Palometa	Palometa media Peters	Sinaloa	77,4	1,2	0,79	20,48	18	143	0,11	0,09	3,02
Pámpano	Citula dorsalis Gill	Océano Pacífico	75,5	1,2	4,00	19,12	17	137	0,56	0,12	3,00
Pargo	Hoplopagrus guntheri Gill	Golfo México	75,7	1,2	2,13	21,06	17	204	0,09	0,06	2,50
Pescadilla	Sohyraena sp.		78,2	1,2	0,44	20,69	12	162	0,13	0,07	2,16
Robalo	Centropomus amatus Gill	Océano Pacífico	78,5	1,0	1,00	20,02	15	204	0,35	0,07	0,93
Rabirrubia	Ocyurus chrysurus	Golfo México	78,6	1,4	0,16	20,63	20	154	0,16	0,05	2,50
Sierra	Scamberomorus maculatus	Golfo México	74,7	1,3	3,43	19,43	10	168	0,14	0,19	4,12
Trucha de mar	Cynoscion nebulosus Cuvier et Valenciennes	Golfo México	79,8	1,0	1,67	18,49	12	122	0,06	0,06	4,19
Amamiche	Ictiobus bubalus		75,8	3,67	2,37	18,25	93	557	trazas	0,05	3,32
Bagre	Amciurus sp.		72,5	1,35	2,32	16,33	43	188	0,06	0,06	1,33
Blanco	Chirostema estor Jordan		72,0	7,40	0,12	21,76	(217)	326	0,06	0,06	0,56
Boca Chica	Polynemus sp.		79,4	4,54	0,33	15,94	—	—	trazas	0,01	4,60
Boquerones frescos	(enteros)		75,5	3,64	—	16,62	497	870	0,05	0,09	1,48
Chopas	Kyphosus sp.		70,4	5,48	6,22	19,75	187	—	0,09	0,12	2,73
Chucumite	Centropomus parallelus Poey		78,4	2,07	0,09	19,50	296	579	trazas	0,09	4,31
Doradilla (entera)	Astvanax fasciatus Cuvier		73,8	4,80	9,30	17,87	1,160	1,090	0,03	0,09	3,61
Mojarra negra	Cichlasoma sp.		76,5	—	0,82	18,56	100	650	trazas	0,10	5,61
Pez puerco			74,5	2,00	0,32	18,87	214	364	trazas	0,06	10,10

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A

Altschul, A.M.- Proteins, their Chemistry and Politics.
Butterworths, London (1970)

Bard, J. P. De Kimpe y P. Lessent.- Manual de Piscicultura destinado
a la América Tropical. Nogent-Sur-Marne, Francia (1974)

Baumann, H.C.- Fundamentals of Costo Engineering in the Chemical
Industry. Reinhold, New York (1968)

Borgstrom, Georg.- Fish as Food. Academic Press,
New York (1961)

Brody, Julius.- Fishery By-Products Technology. The AVI Publishing
Company, Inc., Westport, Conn. (1965)

Cardoso, F.J. y F. A. Caro del Castillo.- Diseño y Estudio Económico
de una Planta Congeladora de Camarón por los Procesos de Criogénesis
con Nitrógeno y Anhídrido Carbónico, U.N.A.M., Tesis Profesional
(1972)

Charm, S.E.- The Fundamentals of Food Engineering. The AVI
Publishing Company, Inc. Westport, Conn. (1971)

Desrosier, N.W.- Conservación de Alimentos. C.E.C.S.A.,
México (1973)

- Earle, R.- Unit Operations in Food Processing. Pergamon, Oxford (1966)
- FAO.- Proyecto para una Granja Piscícola Comercial.
Boletín de Piscicultura Rural. 13, (1963)
- Fisher, P. y A. Bender- Valor Nutritivo de los Alimentos.
Limusa-Wiley, S.A., México (1972)
- Frazier, W.- Food Microbiology. Mc Graw-Hill, New York (1958)
- Hawthorn, J. and E.J. Rolfe.- Low Temperature Biology of Foodstuffs,
Vol. 4. Pergamon Press, Ltd. Hungary (1968)
- Joslyn, M.A. and J.L. Heid.- Food Processing Operations.
The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Conn. (1963)
- Kelly, H.D.- Preliminary Studies on Tilapia Mossambica Peters relative to
Experimental Pond Culture. Proceedings of the Tenth Annual Conference
Southeastern Association of Game and Fish Commissioners. Eastaboga,
Alabama (1957)
- Kern, D.Q.- Process Heat Transfer. Mc Graw Hill Book Company,
Inc. New York (1964)
- Lawrie, R.A.- Proteins as Human Food. Butterworths, London (1964)
- Ling, S.W.- Cultivo de la Tilapia para Alimentación y Negocio.
Boletín de Piscicultura Rural. 13, 69 (1963)
- Lovshin, L.L., A.B. Da Silva and J.A. Fernandes.- The Intensive Culture
of the All-Male Hybrid of Tilapia Hornorum (male) x T. Nilotica (female)
in Northeast Brazil. FAO/Carpas Symposium on Aquaculture in Latin Ame-
rica. Montevideo, Uruguay (1974)
- Morales, A.- Especies de Cultivo. FIDEFA. México, D.F. (s/f)
- Pearson, D.- The Chemical Analysis of Foods. Chemical Publishing
Company, Inc. New York (1971)
- Peters, M.S.- Plant Design and Economics for Chemical Engineers.
Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York (1958)
- Plank, R.- El Empleo del Frío en la Industria de la Alimentación.
Editorial Reverté, S.A. Barcelona (1963)

Pruginin, Y. and E.W. Shell.- Separation of the Sexes of *Tilapia Nilotica* with a Mechanical Grader. *The Progressive Fish Culturist*. 24, No. 1, 37 (1962)

Ramírez, J., P. Arroyo y A. Chávez.- Aspectos Socioeconómicos de los Alimentos y la Alimentación en México. *Comercio Exterior*. 21, No. 8, 675 (1971)

Ramírez, R.- Plan Piscícola para el Estado de México. *Boletín de Piscicultura Rural*. 13, 31 (1963)

Rase, H.F.- Project Engineering of Process Plants. Continental. México (1973)

Revelle, R.- Food and Population. *Sci. Am.* 231, No. 3, 161 (1974)

Sacharow, S. and R.C. Griffin, Jr.- Food Packaging. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Conn. (1970)

Sevilla, M.L.- Aspectos Hidrobiológicos a Considerar en todo Intento de Incremento de Especies Acuáticas. *Boletín de Piscicultura Rural*. 13, 3, (1963)

Soler, J.M.- Análisis de los Factores Involucrados en la Localización de Plantas en la República Mexicana. U.N.A.M. Tesis Profesional.

Sparks, N.R.- Mechanical Refrigeration. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York (1959)

Stansby, M.E.- Fish Oils. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Conn. (1967)

Tressler, D.K. and C.F. Evers.- The Freezing Preservation of Foods. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Conn (1968)

Vives, J.- Instalaciones Frigoríficas. Editorial Reverté, México (1956)

Weatherly, A.H.- Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press, London (1972)

RELACION DE TABLAS

TABLA INTRODUCCION

- I Aminoácidos Esenciales y No-Esenciales
- II Valor Biológico de algunas Proteínas Animales y Vegetales

CAPITULO I

- III Disponibilidades Proteínicas de Diferentes Paises y Regiones
- IV Contribuciones (en %) de Diferentes Alimentos a las Disponibilidades Proteínicas Totales
- V Disponibilidades Proteínicas y Requerimientos Proteínicos por Persona y por Día.
- VI Cambios en la Disponibilidad de Alimentos, Calorías y Proteínas en México.
- VII Disponibilidad por Habitante de Calorías, Proteínas Totales Proteínas Animales en México.
- VIII Disponibilidad de Calorías y Proteínas en México en los Ultimos Años
- IX Cambio en los Promedios de Disponibilidad Bruta Anual y Neta Diaria de Alimentos de Origen Animal por Habitante en el Distrito Federal
- X Proporción de alimentos de Origen Animal que Absorbe el Distrito Federal

- XI Disponibilidad Bruta Anual y Neta Diaria de Alimentos por Habitante en el D. F. y en el Resto del País

CAPITULO II

- XII Características de la Piscicultura Intensiva y Extensiva
- XIII Ventajas y Desventajas de los Estanques de Presa y en Derivación
- XIV Índice de Crecimiento de Híbridos de Tilapia
- XV Resumen de Resultados obtenidos con Híbridos de Tilapia sometidos a Tres Tratamientos Diferentes y para Dos Niveles de Siembra
- XVI Resumen de Resultados obtenidos con Híbridos de Tilapia sometidos a Tres Tratamientos Diferentes y para Un Nivel de Siembra
- XVII Cultivo Mixto e Independiente de Híbridos de Tilapia y Carpa Espejo
- XVIII Resumen de Resultados de la Comparación entre Tilapia nilótica Macho e Híbrido de Tilapia bajo Cultivo Intensivo
- XIX Aumento de Peso Promedio por Día (g) en Híbridos de Tilapia tratados con Abono Orgánico y Alimento
- XX Aumento de Peso Promedio por Día (g) en Híbridos de Tilapia tratados con Fertilizante Químico y Alimento
- XXI Sumario del Crecimiento de la Tilapia y el Bluegill alimentados con Comida Seca Estándar
- XXII Sumario del Crecimiento de la Tilapia y el Bluegill en Estanques Fertilizados con Nitrato de Amonio
- XXIII Sumario del Crecimiento de la Tilapia y el Bluegill en Estanques Fertilizados con Abono Orgánico

CAPITULO IV

- XXIV Características del Agua para Cultivar Tilapia

CAPITULO VI

- XXV Vida de Almacenamiento de Pescado Congelado a Diferentes
Temperaturas

CAPITULO VIII

- XXVI Estimación de la Inversión Fija
XXVII Estimación del Capital de Trabajo
XXVIII Estimación del Costo de Operación
XXIX Estimación de los Gastos Generales
XXX Retorno de la Inversión

RELACION DE FIGURAS

Figura CAPITULO II

- 1 Declives
- 2 Niveles de un Estanque
- 3 Curva de Crecimiento
- 4 Caja de Captura

CAPITULO IV

- 5 Penetración de la Luz Amarillo-Verde en Aguas Naturales
- 6 Estratificación Térmica Privameral en un Embalse Profundo
- 7 Zonas de Clima Cálido en la República Mexicana
- 8 Zonas de Clima Cálido-Húmedo en la República Mexicana
- 9 Ríos, Presas, Industrias Cerveceras e Industrias Aceiteras -
localizados en la Zona de Clima Cálido-Húmedo de la Re-
pública Mexicana
- 10 Región Seleccionada para la Localización de la Planta --
Congeladora-Granja Piscícola

CAPITULO VII

- 11 Diagrama de Flujo de la Planta
- 12 Congelador de Placas
- 13 Gráfica para la Obtención de lamda
- 14 Sistema de Refrigeración

INDICE

GENERAL

INDICE GENERAL

	PAGINA
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
PANORAMA MUNDIAL Y NACIONAL DE LOS ALIMENTOS	
- Consumo y Necesidades proteínicas Mundiales	7
- Disponibilidades Proteínicas y Distribución	9
- Requerimientos Actuales y Futuros de Alimentos Proteínicos.	10
- Disponibilidad de Alimentos en México	14
- Distribución de las Disponibilidades	18
- Posibilidades de Aumentar las Disponibilidades de Alimentos. Solución Parcial de Problema Proteínico.	28
- La Acuicultura contra el Hambre.	30
CAPITULO II	
FUNDAMENTOS DE LA PISCICULTURA	
- Introducción a la Piscicultura	35
- Piscicultura Intensiva	39
- Tipo de Estanques	43

PAGINA

- Forma y Tamaño de un Estanque	48
- Fertilización	56
- Aportación de Alimentos	61
- Elección del Pez de Piscicultura	63
- Elección del Método de Piscicultura	64

CAPITULO III

LA TILAPIA

- La Tilapia como Pez de Piscicultura	74
- Tilapia Mossambica	75
- Tilapia Nilotica	79
- Hibridación.	85

CAPITULO IV

LOCALIZACION DE LA PLANTA CONGELADORA

GRANJA PISCICOLA

- Generalidades	93
- Discusión de los Factores	105

CAPITULO V

PRINCIPIOS DE LA CONGELACION DE ALIMENTOS

- Desarrollo de la Industria Congeladora de Alimentos	117
- Cambios que Ocurren Durante la Congelación	119
- Cambios Durante el Almacenamiento	124

PAGINA

- Ventajas de la Congelación Rápida	126
- Requerimientos de Empacado para los Alimentos Congelados	131

CAPITULO VI

ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS

- Generalidades	138
- Métodos de Almacenamiento y Manejo del Producto Congelado	141
- Microbiología de los Alimentos Congelados	143
- Higiene de la Planta	145
- Control de Calidad del Pescado Congelado	147

CAPITULO VII

DISEÑO DE LA PLANTA

- Diagrama de Flujo <i>Planes</i>	153
- Capacidad de la Planta	157
- Diseño de los Estanques	157
- Selección del Congelador	159
- Cálculo del tiempo de Congelación	160
- Diseño de la Cámara de Almacenamiento	165

	PAGINA
CAPITULO VIII	
ESTUDIO ECONOMICO	
- Generalidades	177
- Estimación de la Inversión	178
- Estimación de Costos de Producción	179
- Retorno de la Inversión.	181
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	184
APENDICE	188
BIBLIOGRAFIA	201
RELACION DE TABLAS	204
RELACION DE FIGURAS	207