

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



ENGORDA DE “TILAPIA”

Por:

SERJIO RODRÍGUEZ ALEMAN

M O N O G R A F I A

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

ENGORDA DE TILAPIA

Por:

SERJIO RODRÍGUEZ ALEMAN

**Somete a consideración del H. Jurado examinador, como requisito parcial para
obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:

PRESIDENTE

M.V.Z. JOSE ANTONIO GALLARDO MALTOS

SINODAL

BIOL. Ma. ELIAZER BAÑUELOS COVARRUVIAS

SINODAL

ING. SEVERO FLORES FLORES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

ING. JOSE RODOLFO PEÑA ORANDAY

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MARZO DEL 2002

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo para la realización de esta investigación documental.

En especial; al **M.V.Z. José Antonio Gallardo Maltos**, por haberme dado la oportunidad de realizar esta monografía, así como por todo el apoyo y consejos que me brindo como maestro y amigo.

De la misma manera quiero agradecer a la **Biol. Eliazer Bañuelos Covarruvia** y al **Ing. Severo Flores Flores** por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

Manifiesto también, en especial, un sincero agradecimiento al **MC. José Eduardo García Martínez**, por el apoyo y la amistad brindada durante mi estancia en esta universidad.

DEDICATORIA

A mis padres:

Andrés Rodríguez Orozco (+)

Felicitas Alemán Barrientos

Por haberme dado la vida, a mi padre por haberme impulsado a seguir estudiando y a mi madre que con tantos esfuerzos y consejos logro que siguiera adelante con mis estudios hasta terminar mi carrera profesional. Que dios los cuide y los bendiga por siempre.

A mis abuelitos:

Melitón Rodríguez Gonzáles.

Ma. Nieves Orozco Reyes.

Por su valioso apoyo y cariño que me dieron durante mi periodo de estudios en esta universidad.

A mi hermana:

Claudia Irasema Rodríguez Alemán.

Por su apoyo y cariño, gracias querida hermana.

A mi prima:

Ma. Victoria Nava Rodríguez.

Por su valioso apoyo y consejos.

INDICE DE CONTENIDO

	Página.
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
DATOS BIOLÓGICOS DE LA ESPECIE	5
DESCRIPCIÓN FÍSICA	6
CICLO BIOLÓGICO	6
MORFOLOGÍA EXTERNA	8
MORFOLOGÍA INTERNA	9
FISIOLOGÍA GENERAL	10
TÉCNICAS DE MONOSEXADO	13
SEPARACIÓN MANUAL DE SEXO	13
CRUZAS INTERESPECIFICAS	13
REVERSIÓN SEXUAL	14
ESPECIES DE TILAPIA UTILIZADAS EN LA ENGORDA	17
TILAPIA NILOTICA	17
TILAPIA MOSSAMBICA	18
TILAPIA MELANOPLEURA	19
TILAPIA ROJA	20
HABITAT Y REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS	22
TEMPERATURA	22
OXIGENO	23
TURBIDEZ	23
P.H.	24
AMONIO	24

	Página.
ALCALINIDAD Y DUREZA	24
RECAMBIO DE AGUA	24
HABITOS ALIMENTICIOS	25
HABITOS REPRODUCTIVOS	26
ASPECTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR EN LA EXPLOTACIÓN DE UNA ENGORDA	27
ESTANQUES	27
SELECCIÓN DEL TERRENO	27
CONDICIONES TOPOGRÁFICAS	28
TIPOS DE ESTANQUES	28
ESTANQUES RUSTICOS	28
ESTANQUES SEMIRUSTICOS	29
ESTANQUES DE CONCRETO	30
FUENTE DE AGUA PARA LOS ESTANQUES	32
AIREACIÓN	33
TIPOS DE AIREADORES	33
AIREADORES POR GRAVEDAD	33
AIREADORES DE SUPERFICIE	33
AIREADORES DIFUSORES	34
AIREADORES DE TURBINA SIMPLE	35
FERTILIZACION DEL AGUA	35
ABONOS FOSFORADOS	35
EMPLEO DE NITRÓGENO MINERAL	36
LA FERTILIZACION POR ABONO ORGANICO	36
FACTORES A CONSIDERAR PARA EL ÉXITO DE LA FERTILIZACION	37
ALGUNAS RAZONES PARA UNA POBRE RESPUESTA A LA FRTELIZACION	38

	Página.
RACEWAY	39
JAUHAS FLOTANTES	39
SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA ENGORDA EN JAULAS	39
VENTAJAS DE LAS JAULAS FLOTANTES	40
DESVENTAJAS DE LAS JAULAS FLOTANTES	40
COMPONENTES DE UNA JAULA	40
FORMA Y TAMAÑO	41
MATERIALES	42
COMO CONSTRUIR UNA JAULA FLOTANTE	43
REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	45
PROTEINAS Y AMINOÁCIDOS	45
LÍPIDOS-ACIDOS GRASOS	46
CARBOHIDRATOS	46
VITAMINAS	47
MINERALES	49
ALIMENTACIÓN	50
TIPOS DE ALIMENTO	52
ALIMENTO NATURAL	52
ALIMENTO ARTIFICIAL BALANCEADO	52
FRECUENCIA ALIMENTICIA	55
ESTANDARES DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS DE TILAPIA	56
CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTO	56
ENFERMEDADES MAS COMUNES EN EL CULTIVO DE TILAPIA	58
CONTROL DE ENFERMEDADES	61
COSECHA DE TILAPIA	64
PASOS A SEGUIR PARA LA COSECHA DE TILAPIA	64

	Página.
FORMAS DE CONSERVACIÓN DE LA TILAPIA	65
PESCADO FRESCO	65
PESCADO SECADO O AHUMADO	65
PESCADO SALADO	66
PESCADO FRESCONGELADO	66
MERCADO NACIONAL DE LA TILAPIA	67
OFERTA NACIONAL	67
DEMANDA NACIONAL	67
PRECIOS NACIONALES	68
MERCADO INTERNACIONAL DE LA TILAPIA	69
OFERTA INTERNACIONAL	69
DEMANDA INTERNACIONAL	69
PRECIOS INTERNACIONALES	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	76
GLOSARIO DE TERMINOS ACUICOLAS	78
LITERATURA CITADA	84

INDICE DE CUADROS

	Página.
CUADRO 1: TALLA Y PESO ESTIMADO PARA CADA ETAPA DE VIDA DE LA TILAPIA	7
CUADRO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA MADURACION SEXUAL DE LA TILAPIA	12
CUADRO 3: DENSIDAD DE CARGA PARA ESTANQUES	31
CUADRO 4: DENSIDAD DE CARGA EN JAULAS FLOTANTES	42
CUADRO 5: REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA CADA ETAPA DE LA TILAPIA	47
CUADRO 6: REQUERIMIENTOS DE VITAMINAS PARA TILAPIA	48
CUADRO 7: REQUERIMIENTOS DE MINERALES PARA TILAPIA	49
CUADRO 8: TAMAÑO DE PARTICULAS SUGERIDAS PARA DIETA DE TILAPIA	54
CUADRO 9: FRECUENCIA ALIMENTICIA EN TILAPIA	55
CUADRO 10: ENFERMEDADES MAS COMUNES EN LA TILAPIA	58
CUADRO 11: COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LOS PRECIOS DE LA TILAPIA EN EL PAIS	68
CUADRO 12: PRECIOS AL MAYOREO DE TILAPIA EN E.U.A.	71

INDICE DE FIGURAS

	Página.
FIGURA 1: CICLO BIOLÓGICO DE LA TILAPIA	7
FIGURA 2: MORFOLOGÍA EXTERNA DE LA TILAPIA	8
FIGURA 3: MORFOLOGÍA INTERNA DE LA TILAPIA	10
FIGURA 4: TILAPIA NILOTICA	18
FIGURA 5: TILAPIA MOSSAMBICA	19
FIGURA 6: TILAPIA MELANOPLEURA	20
FIGURA 7: TILAPIA ROJA	21
FIGURA 8: ESTANQUE RUSTICO	29
FIGURA 9: ESTANQUE DE CONCRETO	31
FIGURA 10: JAULA FLOTANTE	41

INTRODUCCIÓN

Cada vez es más grande la necesidad de fuente de proteína barata para hacerle frente al problema de sobrepoblación mundial. Para esto, se ha puesto cada vez mas atención al cultivo de peces. El mar solo proporciona el 10 % de la proteína animal de la alimentación humana y el 13 % de su alimentación global. El ser humano obtiene la mayoría de su alimentación de las tierras emergidas en las que habita y que representan la curta parte de la superficie de la tierra. En un estudio se demostró que el costo por Kg de peso vivo producido en engorda de peces es mucho más bajo que el correspondiente a la producción de otra especie de importancia zootécnica. En los países en desarrollo, donde los problemas de alimentación se han agudizado, el cultivo de la tilapia ofrece una de las posibles soluciones, especialmente donde se han agotado las pesquerías tradicionales. El cultivo de tilapia, se inicio por primera vez en África en el año de 1934. (Morales, 1991)

La tilapia es un pez exótico, de buena cotización y actual expansión en el mercado internacional, especialmente en el de Estados Unidos, donde es requerida ampliamente para rápida sustitución de otras especie de peces de carne blanca de origen marino, cuya oferta ha disminuido actualmente. También puede acceder a nuestro mercado interno con altas posibilidades, ya que se trata de un pez preferido por los consumidores de varios países, debido a su carne blanca, filetes sin espinas, sin olor particular y con ligero sabor a pescado; muy versátil para cocinar y que facilita el trabajo del ama de casa. La tilapia es conocida a nivel mundial bajo ese nombre, existiendo varias especies, todas originarias de África y que fueron

posteriormente introducidas en numerosos países del mundo. Su mayor productor es Taiwán, que exporta prácticamente casi todo su producto hacia Estados Unidos en forma congelada, mientras que los países de América Latina, han aumentado rápidamente sus producciones, siendo las mismas para 1997, cercanas a las 50.000 toneladas y que son comercializadas en forma fileteada, con alta calidad, en fresco y por avión, a ese país. La "tilapia del Nilo", fue introducida inicialmente en América Latina a partir de los esfuerzos realizados por la FAO para promover la piscicultura entre los mini productores y para un autoconsumo rural; Aunque sin embargo, por diversas razones, entre ellas algunas de tipo social y otras biológicas, los cultivos no prosperaron entonces. (Nico, 2000)

ANTECEDENTES

El origen de la engorda de peces es muy vago y probablemente se inicio en el sureste asiático a finales del siglo XIX, cuando los pescadores usaban las jaulas para almacenar y mantener vivas sus capturas de peces, le suministraban restos de comida y pedacearía de pescados como alimentó. Hace 40 años la tilapia estaba confinada en África y los valles de Jordania, se ha expandido por muchas partes del mundo, que por sus mínimos costos y cuidados en su cultivo, han

ofrecido una excelente fuente de alimentación y trabajo para las populosas y numerosas comunidades del mundo.

En México, en 1964 fueron por primera vez introducidas, por la investigadora Ma. Luisa Sevilla tres especies de tilapia, procedentes de Auburn, Alabama, Estados Unidos (T. Nilotica, T. Mossambica, T. Melanopleura). Después de haber sido mantenidas en lotes en una etapa experimental en la estación piscícola en Temascal en Oaxaca, se introdujeron en la presa Miguel Alemán del mismo estado, dos años después existían en la presa numerosos ejemplares de peso y talla comercial, el resultado de estas investigaciones provoco que en México, el cultivo de tilapia se convirtiera en una actividad que trae beneficios tanto tecnológicos, económicos y sociales, debido a que en la actualidad un gran número de familias viven de la pesca o el cultivo y engorda de tilapia. (Morales, 1991)

OBJETIVOS

- 1. Dar a conocer la importancia de la tilapia como fuente de proteína.**
- 2. Emplear la información obtenida en lugares aptos para la engorda de tilapia.**
- 3. Proporcionar una alternativa mas para la alimentación de proteína a las comunidades rurales.**

4. Dar a conocer la importancia de la engorda de peces como un ingreso adicional a los ranchos ganaderos.

REVISIÓN DE LITERATURA

DATOS BIOLÓGICOS DE LA ESPECIE

CLASIFICACION TAXONOMICA: De acuerdo con Berg y modificado por Trewavas (1993), La tilapia existente en México se clasifica de la siguiente manera. (Rodríguez, 1991)

PHYLUM ----- VERTEBRATA.

SUBPHYLUM ----- CRANEATA.

SUPERCLASE ----- GNATHOSTOMATA.

SERIE ----- PISES.

CLASE ----- ACTINOPTERIGII.

ORDEN ----- PERCIFORMES.

SUBORDEN----- PERICOIDAE.

FAMILIA ----- CICHLIDAE.

GENERO -----1) Tilapia.

2) Oreochromis.

ESPECIE -----1) *Nilotica*.

2) *Mossambica*.

3) *Melanopleura*.

DESCRIPCIÓN FÍSICA

Su cuerpo es comprimido, a menudo discoidal y raramente alargado, sus aleta dorsal y anal son cortas, la aleta caudal esta redondeada. La piel esta cubierta de escamas, su boca es ancha y bordeada de labios gruesos. Por ser una especie tropical su temperatura de cultivo oscila entre los 20 Y 30 °C (Arredondo y col, 1994)

CICLO BIOLÓGICO: es fundamental el conocimiento del ciclo biológico y las condiciones en las que se realizan para poder tener un buen control de la producción, por lo que se describen las siguientes fases, **ver fig.1**.

HUEVO: Esto se obtiene cuando los progenitores han alcanzado la madurez sexual y con ello la capacidad de reproducción. El color de los huevecillos es amarillo antes de ser fecundado, y amarillo pálido hasta antes de llevarse a cabo la eclosión.

ALEVINES: Esta etapa dura alrededor de 3 a 5 días y la sobre vivencia de estos es a base de nutrientes y proteínas contenidas en el saco vitelino, al termino de esta fase el alevín presenta un tamaño de 0.5 a 1 cm. Posteriormente a esta talla se le considera como cría.

JUVENIL: Se considera a partir de una talla de 7 cm. Hasta al rededor de los 10 cm. En un lapso de 2 meses de edad, y a medida de que esto es mayor la exigencia nutritiva se van diferenciando y se asemejan mas a los adultos.

ADULTOS: Es la ultima etapa de su desarrollo, en lo que presentan tallas de 10 a 18 cm. Y debiendo pesar de 70 a 100 gr. Tallas que se obtienen alrededor de los 3.5 meses de edad, **ver cuadro 1.** (Cuellar, 2000)

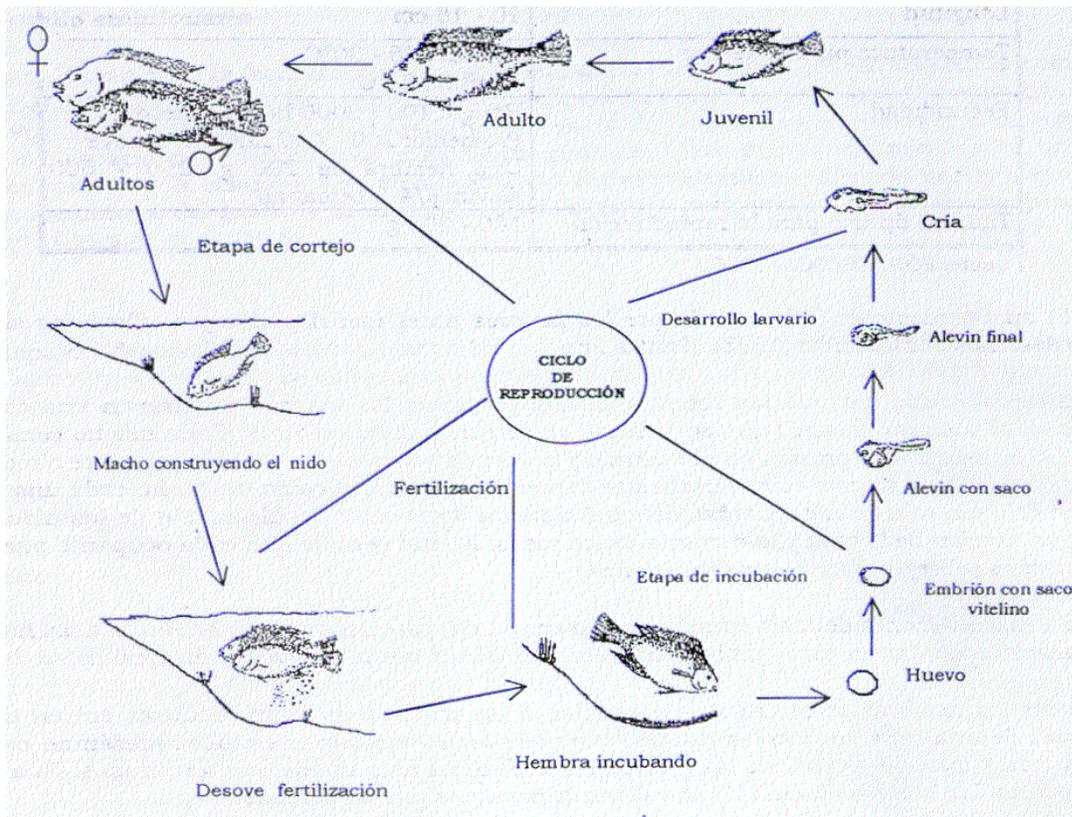


FIG 1: CICLO BIOLÓGICO DE LA TILAPIA (FONDEPESCA, 1986)

CUADRO 1: TALLA Y PESO ESTIMADOS PARA CADA ETAPA DE
VIDA DE LA TILAPIA

ESTADIO.	TALLA EN cm.	PESO EN grs.	TIEMPO EN días.
HUEVO.	0.2 – 0.3	0.01	3 – 5
ALEVIN.	0.7 – 1.0	0.10 - 0.12	10 – 15
CRIA.	3 – 5	0.5 – 4.7	15 – 30
JUVENIL.	7 – 12	10 – 50	45 – 60
ADULTO.	10 – 18	70 – 100	70 – 90

(SEPECSA, 1993)

MORFOLOGÍA EXTERNA

Las tilapias, presentan cuerpo robusto, comprimido lateralmente; en algunas especies los machos presentan la cabeza mas grande que la hembra, boca protráctil ancha con los labios carnosos y gruesos, dientes tipo cónico y algunas veces incisivos, escamas de tipo ctenoideo: La parte anterior de las aletas dorsal y anal es corta, presentan espinas y radios. Tienen una línea lateral interrumpida en dos partes; la parte anterior superior, se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, la posterior se encuentra por debajo de donde termina la línea lateral superior hasta el final de la aleta caudal, tiene un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, **ver fig. 2.** (Cuellar, 2000)

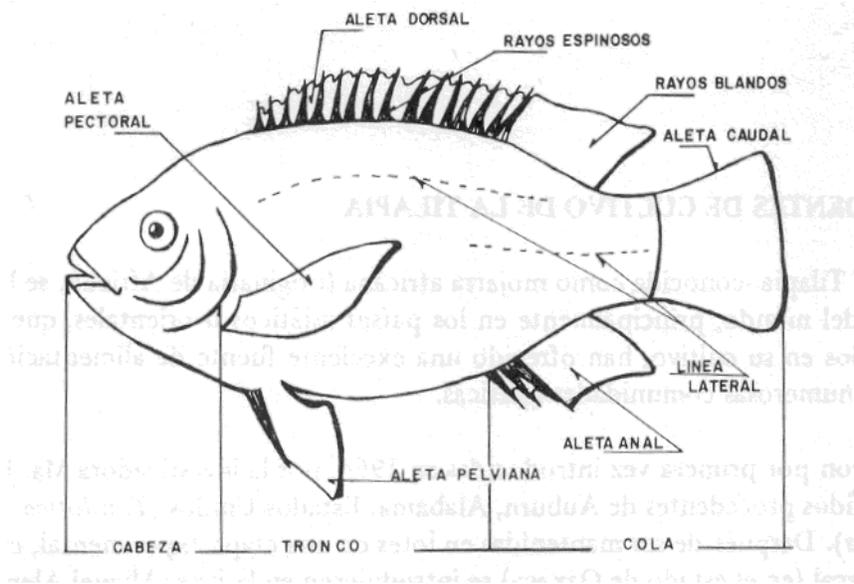


FIG 2: MORFOLOGÍA EXTERNA DE LA TILAPIA

(SEPESCA, 1982)

MORFOLOGIA INTERNA

El sistema digestivo en la tilapia, se indica en la boca, que presenta en su interior dientes mandibulares que pueden ser unicuspides, bicúspides o tricúspides, continua en el esófago hasta el estomago, el intestino es de forma de tubo hueco y redondo que se adelgaza después del piloro, esta diferenciado en dos partes una interior corta que corresponde al duodeno y una parte posterior mas grande de menor diámetro. El intestino es 7 veces mas largo que la longitud total del cuerpo, en las especies herbívoras. Presentan dos glándulas; una de ellas es el hígado, que es un órgano grande de tamaño y de forma alargada. Sujeta a la parte superior del hígado, hay una estructura pequeña y redonda de coloración verdosa, la vesícula biliar que se comunica con el intestino con un pequeño y diminuto tubo, el conducto biliar por el que se vierte un liquido verdoso llamado

bilis. La otra glándula digestiva es el páncreas que presenta su forma en pequeños trocitos y fragmentos redondos, no se ve a simple vista. El sistema circulatorio, se representa con el corazón, que es un órgano de forma generalmente redonda, bilobulado compuesto por tejidos musculares y que se encuentra en la base de la garganta. Su respiración se realiza mediante branquias, que se encuentran en cavidad opérculo a cada lado de la cabeza, presenta forma de abanico y cuenta con otras pequeñas estructuras, las laminillas branquiales. Las tilapias poseen una vejiga natatoria, que se encuentra pegada a la base intermedia, por abajo inmediato de la columna vertebral, tiene forma alargada y globosa, este órgano le sirve para equilibrar la flotabilidad. El riñón es un órgano de forma ovoide que filtra la sangre y se conecta con la vejiga, **ver fig. 3.** (Cuellar, 2000)

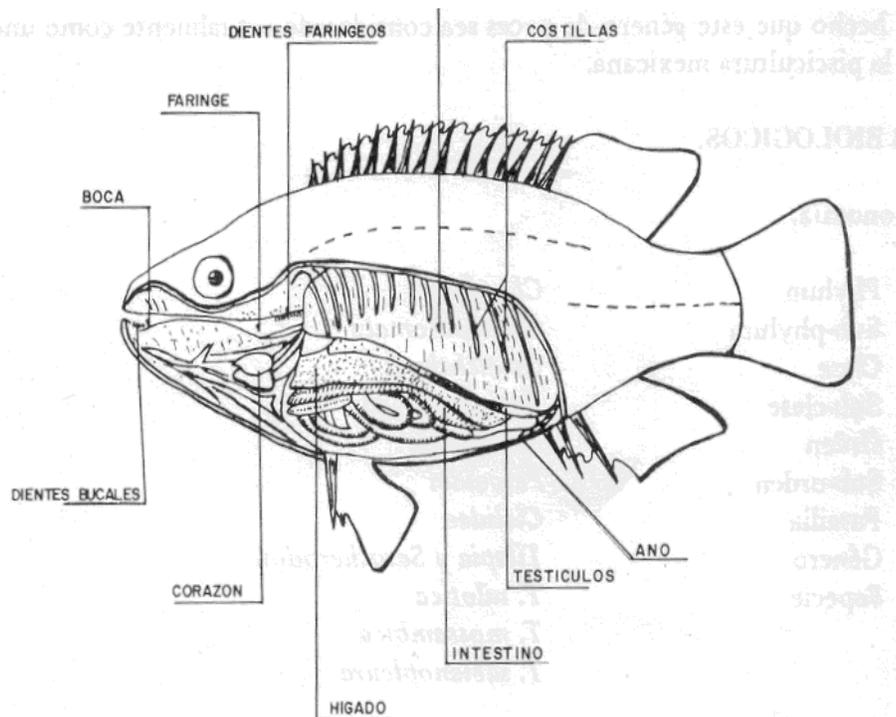


FIG 3: MORFOLOGÍA INTERNA DE LA TILAPIA

(SEPESCA, 1982)

FISIOLOGIA GENERAL: Es importante el conocimiento de las bases fisiológicas de la especie, por lo que de ella depende el desarrollo óptimo de del pez.

DIGESTION: La digestión de los alimentos depende de los medios que posee la tilapia para fragmentarlos. Es frecuente la tasa negativa de producción de peces cuando las condiciones de alimentación son muy pobres o cuando se encuentran en altas densidades en el estanque y jaula, las tilapias en tales casos utilizan sus reservas perdiendo peso, debido a que no encuentra suficiente alimentación para su mantenimiento y crecimiento. El alimento finalmente molido sería más digerible y por lo tanto mejor aprovechado por la tilapia para su desarrollo y crecimiento, otro detalle para una buena digestión son el número de raciones a proporcionar. Cuando se tienen cantidades ilimitadas de alimento, puede pasarlo por el intestino más rápidamente que cuando tiene una cantidad limitada. Esto puede significar una digestión menos completa y por ende una tasa de conversión menor.

RESPIRACION: esta en relación directa con la temperatura, actividad, nutrición, talla, época del año y etapa de ciclo biológico. El nivel de oxígeno puede ser un factor limitante o mortal en caso muy extremo como el de la tilapia, aunque soporta bajas de oxígeno de hasta 1 ppm o menos, por debajo de esta concentración presentan problemas de respiración, crecimiento, metabolismo entre las más importantes. El consumo de oxígeno es dependiente de la temperatura en actividad rutinaria y en reposo. La temperatura es un factor limitante del metabolismo y afecta directamente a la respiración.

REPRODUCCION: La tilapia posee un tipo de reproducción bisexual o sea que los espermatozoides y óvulos se desarrollan en individuos masculinos y femeninos

separados. La maduración sexual la alcanza a partir de los 2 a 3 meses y a una longitud de 8 a 16 cm, la frecuencia del desove varia considerablemente dependiendo de los factores ambientales, pudiendo ser desde 6 a 16 veces al año. En peces de 12 cm se han encontrado hasta 1 800 huevecillos y de mas de 25 cm hasta 6 000 huevecillos. Sin embargo, hay mortandades de un 30 a un 35 % por fungosis y depredación infraespecifica. El macho después de fecundar a una hembra tiene un periodo de recuperación que varia entre los 20 y 30 días, **ver cuadro 2.** (Cuellar, 2000)

Es un pez de una alta eficiencia reproductiva (una hembra de 160 gramos puede producir 372 larvas, experiencia personal), su hábito es incubadora bucal y allí lleva los pececillos hasta cuando reabsorben el saco vitelino; esto sucede más o menos a los dos a cinco días post-eclosión, en función de la temperatura. La supervivencia de las larvas se verá fuertemente afectada por la cual cantidad de materia en suspensión, ejemplo: arcillas o carbones; conservan el instinto de recogerse todos en grupos grandes en las esquinas de los tanques de reversión sexual, lo que nos lleva a pensar que éstos deben circular. (Espejo, 2000)

CUADRO 2: CARACTERISTICAS DE LA MADURACION SEXUAL DE
LA TILAPIA

EDAD.	2 A 3 MESES.
PESO.	70 A 100 gr.
LONGITUD.	10 a 18 cm.

TEMP. PARA EL DESOVE.	Optimo: 25 a 30 °C.; mínimo 21 °C.
FECUNDACION.	Rango: 100 a 200 huevecillos/desove; promedio: 200 a 400 huevecillos/desove.
TAM. OPT. P/REPROD.	100 a 200 gr.

(fondepesca, 1986)

TÉCNICAS DE MONOSEXADO

Uno de los problemas serios en el cultivo y engorda de tilapia es su fecundación incontrolada, perdiéndose tiempo y dinero debido al pobre crecimiento de los peces, por lo cual los investigadores han aplicado diferentes técnicas para contrarrestar este problema y obtener un buen porcentaje de machos para la engorda. (Delgadillo, 1996)

Existen diferentes técnicas utilizadas para la obtención de poblaciones formadas por el 100 % de machos, utilizados para la engorda comercial de tilapia, entre los cuales citamos los siguientes.

SEPARACION MANUAL DE SEXO: Produce el 10 % de error, aun considerando que las personas que lo realicen cuenten con cierta experiencia. Existen otros inconvenientes en este método ya que se hace necesario mantener a las crías hasta una talla mínima de sexado (peso de 40 gr.), lo cual implica elevar los costos de alimentación. Para realizar un buen sexado, siempre es necesario contar con el apoyo de un piscicultor o técnico con experiencia, por medio del cual se obtengan resultados seguros y confiables. (Ostimex, 1999)

CRUZAS INTERESPECIFICAS: La obtención de machos por retrocruzas de diferentes especies de tilapia, provocó un impacto muy favorable en el cultivo de esta especie, pues proporciona una herramienta muy efectiva para el cultivo de un solo sexo. La hibridación interespecifica es considerada actualmente como la técnica más efectiva en la obtención de poblaciones monosexuales de machos, sin embargo, los resultados dependerán de las poblaciones parentales. (Hernández, 1986)

REVERSION SEXUAL: Consiste en transformar a las crías que genéticamente son hembras, en machos funcionales. Para este propósito se emplea un método de inducción hormonal con testosterona aplicada al alimento durante los primeros 28 días después de nacidos. Se ha observado que implica un control muy estricto de la calidad genética, en tanto que al mismo tiempo, resulta muy costoso a nivel comercial. Por lo tanto, esta técnica no es la más recomendable para la producción comercial de cría de tilapia. Esta técnica implica la aplicación de procedimientos para la producción de poblaciones 100 % machos, lo cual involucra el tratamiento de alevines con hormonas en el alimento y otras técnicas que consisten en la retrocruza de otros organismos fenotípicamente clasificados para producir solo machos. (Camacho, 2000)

Esta técnica es la que normalmente se maneja en las granjas a nivel comercial, es la que más se adapta a las necesidades de la granja y además es muy sencilla. (Delgadillo, 1996)

Delgadillo (1998), señala las siguientes ventajas y desventajas de la reversión sexual.

VENTAJAS DE LA REVERSION SEXUAL

- Se producen de 90 100 % de machos que generan mejores rendimientos.
- Aceleración del crecimiento hasta 25 % que baja los costos considerablemente.
- Se puede programar detalladamente la reproducción de crías y producción de carne.
- Se obtienen tallas uniformes y altos rendimientos para satisfacer las reglas de mercado.
- Alta calidad del producto final.

DESVENTAJAS DE LA REVERSION SEXUAL

- Demanda personal altamente calificado y de tiempo completo.
- La disponibilidad de la hormona en el mercado farmacéutico es limitado.
- Demanda un estricto cuidado en la calidad de los reproductores.
- Se requiere de instalaciones y equipo especializado.
- Las crías son más costosas.

Los factores limitantes de la reversión sexual, generalmente son causados por humanos cometidos al emplear una dosis inadecuada de hormona. (Delgadillo, 1998)

DOSIFICACION Y EMPLEO DE LA ALFA-TESTOSTERONA

Esta hormona cuya presentación es en polvo y es soluble en alcohol. En el mercado hay una diversidad de anabólicos que se están utilizando para estos fines, sin embargo, la de mejor calidad y disponibilidad comercial es distribuida por: Argent Chemical Laboratoris, de E.U.A.

MODO DE EMPLEO: Por cada Kg. De alimento se utilizan 40 mg. De testosterona, si se acostumbra utilizar alimentadores automáticos durante mas de 8 veces al día, se recomienda la dosis 40 mg/kg. De alimento. Si solo se va a alimentar 3 veces al día, 60 mg/kg. De alimento es adecuado. Usar mas hormona origina el riesgo de feminizar todo el lote de tilapias, hormonas con fecha de caducidad pasada implican el mismo riesgo. (Camacho, 2000)

ELABORACION

- 1 Kg. De alimento balanceado en forma de harina con 45 % de proteína.
- 40 mg. De alfa-metil-testosterona.
- 250 ml. De alcohol puro de caña.
- 750 a 950 ml de agua

Los productos se mezclan en un recipiente de plástico hasta formar una pasta, posteriormente se seca y se administra a los peces según lo señalado en el párrafo anterior. (Camacho, 2000)

ESPECIES DE TILAPIA UTILIZADAS EN LA ENGORDA

Tilapia nilotica

Presenta las siguientes características: en la aleta dorsal tiene de 15 a 18 espinas y de 11 a 15 radios blandos; en la aleta anal presenta 3 espinas y de 7 a 11 radios; en la aleta pectoral 15 radios; en la línea lateral de 31 a 35 escamas y; de 21 a 28 branquiespinas en el primer arco branquial. Cuerpo alargado y mas bien profundo, fuertemente comprimido, perfiles superior e inferior casi igualmente convexo, color variable según la distribución; Gris plateado uniforme con matices violetas en los flancos. Por abajo blanco plateado o rojizo. Aleta dorsal y pectoral rojiza, varias bandas transversales en los peces jóvenes; no muy visibles en los peces viejos. Una mancha negra en el opérculo. Aletas verticales cafés o rojizas, bordeados generalmente con rojo brillante. Manchas pálidas y oscuras o bandas curvas restringidas o ausentes en la dorsal blanda.

En la época de reproducción el cuello, los pectorales y generalmente las ventajas toman un color rojo oscuro. Los ojos son grises con todo dorado en la pupila. Las hembras son más pequeñas y de colores menos intensos. Durante la reproducción el cuello es de un rojo más delicado. La hembra presenta 3 orificios en el abdomen: el anal, el genital y el urinario; al macho, solo dos: el anal y el genital, **ver fig. 4.** (SEPESCA, 1982)



FIG 4: TILAPIA NILOTICA

Tilapia mossambica

Presenta las siguientes características: la aleta dorsal tiene de 15 a 16 espinas y 10 a 12 blandos; aleta anal de 3 a 4 espinas de 9 a 10 radios; aleta pectoral con 14 a 15 radios; línea lateral de 29 a 33 escamas y por ultimo en el primer arco branquial de 14 a 19 branquiespinas. El color original de esta tilapia es gris aceitunado, variando durante la fase reproductiva, especialmente en el macho. A lo largo de la parte dorsal del cuerpo, presenta una serie de rayas negras verticales que algunas veces se extienden hasta el abdomen en forma difusa; además de presentar dos bandas horizontales muy tenues a lo largo del

cuerpo, ocasionalmente en la parte lateral. Estas bandas, superficialmente formadas por la expansión de melanoforos, aparecen y desaparecen rápidamente, **ver fig. 5.** (SEPESCA, 1982)



FIG 5: TILAPIA MOSSAMBICA

Tilapia melanopleura

La aleta dorsal tiene de 15 a 16 espinas y de 12 a 13 radios blandos; la anal con 3 espinas y de 9 a 11 radios; la línea lateral de 29 a 32 escamas y de 8 a 12 branquiespinas en el primer arco branquial. Presenta coloraciones rojizas en el vientre, aletas pectorales y ventrales, así como coloración plateada oscurecida con manchas o bandas transversales mas o menos visibles y generalmente paralelas y más oscuras en los bordes. La coloración rojiza de la cara ventral es más intensa en los machos, **ver fig. 6.** (SEPESCA, 1982)



FIG 6: TILAPIA MELANOPLEURA

Tilapia sp. (Tilapia roja)

La Tilapia Roja pez que taxonómicamente no responde a un nombre científico, es el producto del cruce de cuatro especies de Tilapia: tres de ellas de origen africano y una cuarta israelita (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mosambicus* x *Oreochromis urolepis hornorum* x *Oreochromis aureus*).

El cruce selectivo permitió la obtención de un pez cuya coloración fenotípica puede ir desde el rojo cereza hasta el albino, pasando por el animal con manchas negras o completamente negro. Como en otras explotaciones pecuarias, ha sido la genética la rama de la ciencia que ha colaborado al mejoramiento fenotípico de la Tilapia Roja, haciendo que de esta formase mejore el mercadeo del pez; se han buscado peces con cabeza pequeña, pedúnculo corto y longitud y profundidad en el filete: es aquí el sitio donde se localiza el mayor contenido muscular del animal.

La obtención del color rojo es importante para el mercado nacional, ya que nuestros consumidores han relacionado a la Tilapia Roja con el Pargo Rojo, el mercado internacional acepta cualquiera de los tonos segregativos de color de esta especie, por cuanto lo que reciben es el filete limpio de piel, **ver fig. 7.** (Anónimo, 2000)

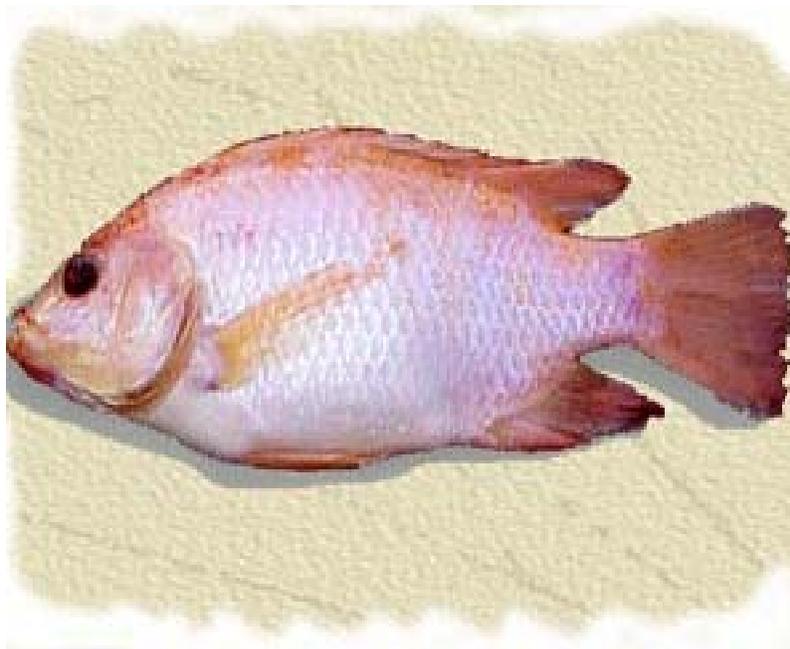


FIG 7: TILAPIA ROJA

HABITAT Y REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

Dentro de sus áreas originales de distribución, las tilapias han colonizado hábitat mucho muy diversos: Arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, saladas, alcalinas y lagunas costeras e incluso hábitat marinos. Todos estos hábitat representan un amplio rango de variación de distintos parámetros fisicoquímicos y biológicos, profundidad, corrientes de agua, turbidez, temperatura, P.H., salinidad, oxígeno, y otros gases disueltos, flora y fauna. Las distintas especies de tilapia se han ajustado a ambientes y núcleos específicos tolerando rangos mas o menos definidos. Las tilapias cultivadas hábitat por lo general en aguas lenticas (poca corriente) permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimenta y reproduce. (Rodríguez, 1991)

CABAÑAS (1995), SEÑALA LOS SIGUIENTES REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS PARA EL CULTIVO DE TILAPIA.

TEMPERATURA: Las tilapias prefieren temperaturas elevadas y por lo tanto es uno de los factores ambientales que se deberá tomar en cuenta al elegir un probable sitio para su engorda. Por ello, su distribución se restringe a temperaturas atmosféricas entre los 20 y 40 °C, aunque pueden soportar temperaturas hasta de 15 °C en las aguas de cultivo, pero sus funciones fisiológicas se alteran. La reproducción se efectúa a temperaturas superiores a los

20 °C y el intervalo óptimo es de 26 a 29 °C. Los límites superiores de tolerancia varían entre los 37 y 42 °C en las aguas de producción. El factor limitante en la distribución es la temperatura en relación con la altitud, por lo que los límites donde se puede establecer el cultivo varían entre 0 a los 1 500 m.s.n.m.

OXIGENO: Una ventaja del cultivo de tilapia es su tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, pues aunque su presión parcial sea baja, su sangre es capaz de saturarse de oxígeno y aun de reducir su consumo si la concentración es inferior a 3 mg/l; para tal efecto, usa un metabolismo semi-anaeróbico que le permite soportar niveles de 1 mg/l e incluso menor, por periodos cortos. No obstante lo recomendable es mantener concentraciones que varíen entre 4 y 6 mg/l.

TURBIDEZ: la turbidez es provocada por partículas sólidas que forman suspensiones coloidales en el agua. Estas ocasionan problemas sobre las branquias e los peces, causando lesiones que facilitan infecciones por patógenos,, por lo cuales necesario sedimentar promedios físicos y/o químicos las partículas en suspensión, sobre todo cuando los niveles son superiores a 100 mg/l.

P.H. : los valores de ph del agua que se recomiendan para un cultivo, son aquellos que más bien favorecen la productividad natural de la engorda; Así, el rango conveniente oscila entre 7 y 8. no es recomendable la cría de tilapia en aguas ácidas o que estén en contacto con suelos ácidos.

AMONIO: las tilapias, a diferencia de otros peces, son tolerantes a diversas sustancias tóxicas, entre estas se encuentran los desechos metabólicos excretados por los mismos peces o los excedentes de alimento no consumidos, que quedan en el fondo del estanque, estos, por ciertos procesos bioquímicos se convierten en amonio, sin embargo, la concentración de este compuesto nunca deberá ser superior a 0.1 ppm/l.

ALCALINIDAD Y DUREZA: una alcalinidad de aproximadamente 75 mg CaCO₃/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque; una alcalinidad inferior a 5 mg CaCO₃/l se manifiesta como un ambiente desfavorable para la productividad natural del estanque.

RECAMBIO DE AGUA: una vez llenado los estanques con agua, de tal manera que satisfaga las condiciones necesarias para el desarrollo de tilapia, el recambio diario de agua se ajustará de acuerdo a la biomasa existente, siendo del orden del 10 al 20 %, dependiendo de la disponibilidad de agua y del blanco hidrológico de los estanques, de tal manera que se mantengan estables los parámetros de la calidad de agua requeridos.

HABITOS ALIMENTICIOS: Son considerados como omnívoros, puesto que su alimento se basa en el consumo de zooplancton, insectos y vegetales acuáticos y de alimentos artificiales como harinas y granos. (Valenzuela, 1995)

Su dieta natural se basa de mayor a menor grado por plantas superiores, detritos vegetales, algas azules-verdes, diatomeas, fitoplancton, fitobentos, perifiton, macrofitas acuáticas y bacterias, existiendo variación en cuanto a preferencias alimenticias según la especie y condiciones del cultivo. (Olvera y Olivera, 1996)

Los juveniles se alimentan preferentemente de fitoplancton y zooplancton, inclusive aceptan alimentos preparados que se usan en la alimentación de pollos. Los adultos comen plancton, algas filamentosas algunas plantas superiores y detritos vegetales. (Rodríguez, 1991)

Pueden ser alimentados artificialmente con desperdicios de arroz, soya, cacao, harina y tortas de oleaginosas y hojas de plantas de camote. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de 55 % aproximadamente (peso seco), por lo tanto, cuando la densidad de peces es elevada (cultivo intensivo), se requiere el empleo de alimentos suplementarios en proteína. (Rodríguez, 1991)

HABITOS REPRODUCTIVOS: El conocimiento de los hábitos reproductivos y la organización social de la tilapia, así como de las condiciones en que se lleva a cabo, nos permiten controlar más eficientemente el proceso de cultivo, optimizando así la producción y evitando la degeneración genética de la especie. (Camacho, 2000)

El rango óptimo de temperatura, para llevar a cabo la reproducción de tilapia, es de 20 °C, interviniendo otros factores importantes como: el fotoperiodo e intensidad luminosa, régimen de lluvia y nivel de agua. (Cuellar, 2000)

En zonas tropicales, la temperatura del agua es más elevada a lo largo del año, por lo que la reproducción se efectúa continuamente, llegando a presentar hasta de 6 a 8 desoves por año.

El cultivo de tilapia en condiciones de cautiverio su incontrolable multiplicación provoca enanismo a causa de la competencia por el alimento y se vuelve precoz en su madurez sexual, tanto por factores genéticos como por los ambientales. La hibridación de esta especie viene a ser la solución a este problema, ya que el alto porcentaje de individuos de un sexo controla la reproducción. (Camacho, 2000)

ASPECTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR EN LA EXPLOTACIÓN DE UNA ENGORDA

ESTANQUES: Para la construcción de estos, el número y el tamaño es una decisión personal. Los pequeños cuestan más por hectárea que los grandes, pero una tilapia muerta en un estanque puede ser un desastre financiero. Un criadero bien implementado de tilapia podría abarcar casi 16 has. , Para el estanque con 4 a 8 has. , para acceso, diques y otras facilidades. Los estanques en sí son: Recinto

de agua poco profundo, utilizado para cultivo de peces de tal forma que se pueda tener un fácil manejo o vaciado rápido. El tamaño del estanque puede variar entre 100 y 1000 metros cuadrados o más, de acuerdo a las condiciones específicas del terreno y capacidad económica del piscicultor, la profundidad no debe ser mayor de 1.40 metros ni menos de 0.70 metros, el fondo debe poseer una inclinación del 1% y las paredes una pendiente de 2:1 para evitar erosión, el talud externo debe ser más inclinado que el interno y se debe empradizar la corona del dique, el talud interno del estanque hasta 50 centímetros de profundidad. (Valenzuela, 1995)

SELECCIÓN DEL TERRENO: Para la selección del lugar, es necesario que sitio sea inspeccionado cuidadosamente con respecto a las características del suelo haciendo un análisis para determinar el % de arcilla, limo y arena, considerando el mejor aquel que posea la mayor cantidad de arcilla ya que tendrá capacidad de retención del agua evitando la infiltración. De preferencia el estanque deberá estar situado en un lugar con una ligera pendiente. En lugares planos y estanques rectangulares con un suministro de agua en la parte mas elevada y el drenado en las partes más comunes. (Valenzuela, 1995)

CONDICIONES TOPOGRÁFICAS: El establecimiento de estanques en suelos arenosos o pantanosos es frecuentemente provechoso, ya que, de otra forma, estos suelos no son utilizados, ni rentables. El terreno no debe de ser demasiado permeable, no se puede crear estanques sobre suelos movedizos o de escombreras. El dique debe apoyarse en un suelo firme e impermeable. En cuanto a las características topográficas del terreno no debe ser ni muy

accidentado ni demasiado plano, si el terreno es demasiado accidentado seria preciso hacer un dique muy elevado y muy grueso, transversal al valle y para llegar a inundar una pequeña superficie. (Armijo, 1982)

TIPOS DE ESTANQUES

ESTANQUES RUSTICOS: Son simples excavaciones en el terreno siendo las paredes y el fondo del mismo material existente en la zona, generalmente de forma rectangular. Para formar los bordos se utiliza el material de la excavación y se compacta cada 20 cm. , evitando el desmoronamiento de las paredes. Para prevenir la erosión de los taludes, estos se suavizan hasta darles un desnivel de 2.1 a 3.1 % o sembrando plantas en ellos. Los estanques de gran superficie, son especiales para la engorda de tilapia. Los estanques que se construyen en zonas donde el terreno es lodoso por la presencia del agua en el subsuelo, resultan imposibles de desecar completamente lo cual dificulta su control y manejo, lo que generalmente origina bajas en la producción, **ver fig. 8.** (Valenzuela, 1995)



FIG 8: ESTANQUE RUSTICO

ESTANQUES SEMIRUSTICOS: Las paredes son recubiertas con concreto, para protegerlas de la erosión. La forma, las dimensiones y el uso de estos estanques son similares a los del caso anterior. En ambos casos la engorda de los peces en cultivo puede llevar a cabo de dos maneras: con alimento balanceado o con alimento natural, el cuyo caso será necesario fertilizar, para mantener un alto nivel de productividad de plancton en el agua que es consumido por los peces. Los abonos minerales que se utilizan mas frecuentemente son: los fosfatados, los nitrogenados y los potasios. El nitrato de amonio (45 %), el cloruro de potasio (5 %) y el superfosfato triple de calcio (47.5 %), se combina y se aplican 240 Kg./ha, dos semanas antes de la introducción de los peces y cada 20 días, se aplica otra cantidad diluida en agua y regada en los estanques. Debe tenerse cuidado al aplicarse otros fertilizantes, ya que las aguas presentan diferentes características. (Valenzuela, 1995)

ESTANQUES DE CONCRETO: Este tipo de estanques es el más costoso, sin embargo se puede tener mayor cantidad de la población de peces y de algunos factores que intervienen en ella, por ejemplo, la cantidad y la calidad del agua. La forma de los estanques es muy variada, puede ser de forma rectangular, circular o incluso triangulares estos estanques, con agua circulante, pueden soportar muy altas densidades de peces, **ver cuadro 3**. Por lo que se obtienen altas producciones. Los estanques de concreto no pueden ser fertilizados por lo que la alimentación de los peces es a base de alimento balanceado lo que garantizara una mayor cosecha. Otros tipos de estanques son los naturales, que resultan de la acumulación de agua en depresiones del terreno o en zonas hundidas, estos generalmente no se pueden vaciar por gravedad. También se clasifican por su disposición: estanques de represa en valle, son una asociación de estanques que pueden disponerse en serie cuando se alimentan por gravedad unos de otros, o en paralelo, cuando se alimentan individualmente por una derivación por un curso de agua. (Armijo, 1982)

Por su destino los estanques pueden ser: estanques de pesca con caño, estanques de pesca y producción, estanque de producción y estanques especiales (estanque de repoblación, de reserva, estanques fresaderos, estanques de invernacion, etc.), **ver fig. 9**. (Valenzuela, 1995)



FIG 9: ESTANQUES DE CONCRETO

CUADRO 3: DENSIDAD DE CARGA PARA ESTANQUES

TALLA (CM./GRS.)	RANGO DE DENSIDAD (CRIAS/M ² .)		
	MINIMA.	OPTIMA.	MÁXIMA.
0.5 – 1.5	300	500	600
1.6 – 4.0	200	300	500
4.1 – 7.0	50	100	200
7.1 – 12.0	5	10	15
MAS DE 12.	1	5	10

(Cuellar, 2000)

FUENTES DE AGUA PARA LOS ESTANQUES

Existen dos fuentes de agua para una empresa piscícola: aguas subterráneas y aguas superficiales.

El **agua subterránea** esta usualmente libre de contaminación, sin embargo, algunas aguas de este tipo contienen gases nocivos que pueden ser tóxicos para los organismos acuáticos, el sulfato de hidrógeno y el metano son los gases indeseables mas comunes. Las fuentes de agua subterránea son las mas deseables como abastecimiento para empresas piscícolas siempre y cuando se tomen las precauciones necesarias para asegurar una concentración suficiente de oxígeno en el agua. Los manantiales son los mas adecuados dado que los costos por bombeo se eliminan. (Valenzuela, 1995)

Las fuentes de **agua superficiales** (arroyos,, lagos, pozos, esteros y océanos), presentan mayores variaciones con el tipo en los parámetros ambientales que las fuentes de agua subterránea. Las aguas superficiales son normalmente altas en concentraciones de oxígeno cuando se comparan con las subterráneas, pero existen mayores riesgos de problemas por contaminación cuando se usan fuentes de agua superficiales. (Valenzuela, 1995)

AIREACIÓN

AIREACIÓN: Significa adicionar al agua oxígeno o aire que contiene oxígeno, es un proceso critico para acuacultores y pescadores. La transferencia del oxígeno es del aire al agua, excepto por periodos de alta actividad fotosintética, la cual se lleva acabo por una cantidad muy grande de plantas. (Fredrick, 1982)

TIPOS DE AIREADORES

Fredrick (1982), menciona los siguientes tipos de aireadores.

AIREADORES POR GRAVEDAD: Utilizan la energía liberada cuando el agua pierde altitud al aumentar el área superficial aire-agua, por lo tanto se incrementa la concentración de oxígeno del agua. En corrientes naturales turbulentas el movimiento de la corriente provoca que el agua superficial cambie continuamente así el rango de transferencia de oxígeno. Las cataratas son aireadores naturales muy efectivos. El agua que pasa sobre caídas y se rompe en gotitas aumenta su área superficial por varias ordenes de magnitud. Los rápidos son otros aireadores naturales comunes. Aquí, la agitación mecánica y el aumento de turbulencia resultan del movimiento rápido del agua que golpea las rocas.

AIREADORES DE SUPERFICIE: Son dispositivos que agitan la superficie del agua de tal manera que se logran proporciones considerables de transferencia de oxígeno. Una bomba rociando agua hacia el aire, una fuente, es un aireador de superficie simple. El agua bombeada a través de una boquilla a una velocidad que golpea la superficie libre del agua es otro tipo de aireador de superficie, también conocido como un aireador de boquilla. Unos cepillos o paletas rotativas horizontales colocados en una condición parcialmente sumergida y rotados a velocidades relativamente altas son también ampliamente usadas en la aireación de superficies.

AIREADORES DIFUSORES: Inyectan aire u oxígeno a un cuerpo de agua en forma de burbujas y así el oxígeno es transferido de las burbujas al agua por difusión a través de la capa de líquido. Debido a que las burbujas se desplazan en una columna de agua existe un movimiento relativo entre agua y burbujas. Esto causa una circulación y una renovación del área de superficie en contacto con la burbuja,

lo cual incrementa la transferencia de oxígeno. Existen varios tipos de aireadores difusores, el más simple es un tubo colocado en un tanque de agua a través del cual se bombea aire hacia el fondo del tanque; de esta manera se forman burbujas en el fondo del tanque. La transferencia de oxígeno ocurre conforme las fuerzas boyantes causan que estas burbujas muevan el líquido hacia la superficie. El segundo tipo de sistema de difusores está basado en un sistema aspirador. Una abertura a la atmósfera localizada en el punto de baja presión permite que la presión atmosférica fuerce al aire a penetrar en la corriente del líquido. Las burbujas así formadas airean al líquido. Este sistema requiere una bomba de líquido y un arreglo de aspirador, pero no es necesario un abastecedor de aire presurizado.

AIREADORES DE TURBINA SIMPLE: Consiste en una propela sumergida en un fluido que va a ser aireado. Conforme la propela rota, el líquido circula causando mayor aireación en la superficie. La aireación de turbina es definida como una combinación de la turbina descrita previamente y un aireador difusor. No se necesita que el difusor forme pequeñas burbujas, dado que esto lo hacen las fuerzas constantes generadas por la propela. Así el tamaño de la burbuja estará en función del rango de flujo de agua, velocidad de la propela y características del líquido.

FERTILIZACION DEL AGUA: La fertilización se basa en abonos con sustancias fosforadas, potásicas y nitrogenadas.

Abonos fosforados: El abono con sustancias fosforadas se basa en las escorias de desfosforación cuando, el pH del agua es ácido, las escorias son poco solubles y contienen de un 40 a un 55 de la cal necesaria para que pueda tener

lugar la absorción de los fosfatos, cuando el pH es alcalino. Esta indicada la aplicación de superfosfatos, cuyo efecto es inmediato. El fósforo como elemento nutritivo, aumenta el rendimiento en fito y zooplancton, también favorece la fijación de nitrógeno por las bacterias, en presencia de O_2 , cal y cieno coloidal, su papel, es función de la estimación de los tratamientos y está directamente unido al conocimiento de la evolución del plancton en el medio acuático considerado. La distribución debe regularse de forma que el contenido medio sea de 0.4 a 0.8 mg/l de PO_4 (Fosfato) para que queden cubiertas las exigencias del fitoplancton. Los abonados han de ser frecuentes en mayo y junio, raros en julio y agosto y en septiembre se efectuara solamente uno, el intervalo entre cada operación será de 10 a 14 días. (Valenzuela, 1995)

Empleo de nitrógeno mineral: **El empleo de este es interesante para elevar el desarrollo del zooplancton en julio, época durante la que tienen tendencia a escasear, cuando los peces necesitan consumirlo prioritariamente. Se emplea sobre todo fosfato amonico liquido en la proporción de 100 lt/ ha por año (14-48-00), en 2 o 3 veces. (Valenzuela, 1995)**

La fertilización por abono orgánico: **La fertilización por abono orgánico hace pensar que en los líquidos resumidos del estiércol empleados en general para la producción de plancton a razón de 15 m³/ ha distribuidos 2 veces por semana en pequeñas cantidades, para evitar la contaminación amoniacal. El estiércol puede incorporarse en el estante vacío a razón de 40 kg/ha cada semana. A veces se emplea estiércol de ganado porcino que sirve como materia orgánica para el suelo durante unos quince días como mínimo, antes de ser distribuidos, los excrementos**

de aves una vez licuados se extienden por la aspersion en tiempo fresco, para que no se produzcan fermentaciones que tengan por consecuencia un déficit de oxígeno el abono orgánico de primavera es muy beneficioso para los alevines, pues lleva implícita la proliferación, 2000 Kg. de estiércol contienen una cantidad importante de sustancias fertilizantes: 340 Kg. de materia orgánica, 11 Kg. de nitrógeno, 5 Kg. de ácido fosforico, 14 Kg. de potasio y 10 Kg. de cal. Los residuos de desbroce depositados en montones sobre la orilla y roseados de sulfato amonico constituyen la materia orgánica que puede emplearse al cabo de un año en las mismas condiciones que el estiércol del establo. (Valenzuela, 1995)

FACTORES A CONSIDERAR PARA EL ÉXITO DE LA FERTILIZACION

EDAD E HISTORIA DEL ESTANQUE: Sistemas de cultivos nuevos tiene una menor respuesta a la fertilización, estanques antiguos, con ciclo de nutrientes bien establecidos y fondo sano son mas productivos.

CONDICIONES DEL FONDO: Muy relacionadas con la historia del estanque. Excesiva acumulación de materia orgánica en el fondo deriva en condiciones de anaerobiosis que dan por resultados fangos ácidos anoxicos que funcionan como trampas de nutrientes.

SECADO Y ENCALADO: Como una practica rutinaria se recomienda el secado periódico del fondo para oxigenarlo y mineralizar la materia orgánica, haciendo disponible los nutrientes a los autótrofos. En caso de acidez, se debe de conjugar con encalado para incrementar el pH, si no se tiene manera de probar muestras en laboratorio, agregar 1000 a 2000 kg de cal agrícola por hectárea.

PROFUNDIDAD: Ya que en el cultivo de tilapia la fertilización debe estimular la producción de fitoplancton, desde el inicio de la fertilización la columna de agua debe ser superior a 70 cm, de preferencia 1 m, al fin de reducir el desarrollo de fitobentos y macrofitas. (Olvera y Olivera, 1996)

ALGUNAS RAZONES PARA UNA POBRE RESPUESTA A LA FERTILIZACION

AGUA LODOSA: Cuando las partículas de lodo son suspendidas en el agua y la penetración de los rayos solares se reduce, el crecimiento de fitoplancton se inhibe.

SOMBRA EN ESTANQUES: El fitoplancton también son plantas verdes y requieren de la luz solar para su crecimiento, es mejor evitar sombras.

MALEZAS ACUATICAS: No fertilizar estanque con malezas. Los fertilizantes son agregados al embalse para proveer nutrientes para el fitoplancton, si su embalse esta lleno de malezas, agregar fertilizante solo hace que estas crezcan mas rápidamente, sombreando el área del embalse e impidiendo la penetración de los rayos solares.

EXCESO DE FLUJO DE AGUA: La gente no familiarizada con el cultivo de peces piensa que los peces deberán ser cultivados en el constante flujo de agua. El flujo de agua deberá pasar por el embalse para remediar situaciones de estrés o aparición de enfermedades, pero esta acción puede también lavar los fertilizantes y nutrientes. Agregue solo la suficiente agua para reponer la perdida por evaporación e infiltración. (Morquecho, 2001)

RACEWAY: sistema intensivo de producción, que se basa en el principio de altas densidades de peces en espacios pequeños con un recambio fuerte de agua.

(Morquecho, 2001)

JAULAS FLOTANTES: Los orígenes del cultivo en jaulas son pocos. La primera jaula fue usada por un pescador mientras que retenía estructuras hasta que el pez pudiera acomodarse en el mercado. La primera jaula producida para el pez fue aparentemente desarrollado alrededor del sureste de Asia en el siglo XIX, estas jaulas fueron estructuradas de madera o bambú y alimentaban a los peces con desperdicios de pescado y fragmentos de comida para pescar, **ver fig. 10.** (Valenzuela, 1995)

SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA ENGORDA EN JAULAS

- ❖ **El área cubierta con agua debe ser mayor a 5 000 m²**
- ❖ **La profundidad debe ser mayor a 1.8 mts, en la parte mas honda y de 0.8 mts. En la mayor parte del área inundada.**
- ❖ **No deben estar cerca de la orilla, a una distancia que de tal manera los animales no tengan contacto con ellas.**
- ❖ **Deberá de tener un embalsé con acceso garantizado todo el tiempo.**
- ❖ **Él embalsé no deberá haber prestado problema de mortandad de peces silvestres en ninguna época del año. (Zertuche, 1999)**

Zertuche (1999), señala las siguientes ventajas y desventajas del cultivo en jaulas flotantes.

VENTAJAS DE LAS JAULAS FLOTANTES

- ❖ **Uso adicional del cuerpo de agua.**
 - ❖ **Inversión inicial baja.**
 - ❖ **Fácil cosecha.**
- ❖ **El muestreo y la observación de peces es simple.**

DESVENTAJAS DE LAS JAULAS FLOTANTES

- ❖ **El alimento debe ser completo y flotante.**
 - ❖ **Contagio rápido de enfermedades.**
 - ❖ **Vulnerables al vandalismo y robo.**
- ❖ **Debe existir fuente confiable proveedora de cría.**

COMPONENTES DE UNA JAULA

- ❖ **Marco.**
- ❖ **Cuerpo de la jaula.**
- ❖ **Anillo para alimentación.**
 - ❖ **Tapa.**
 - ❖ **Flotadores.**

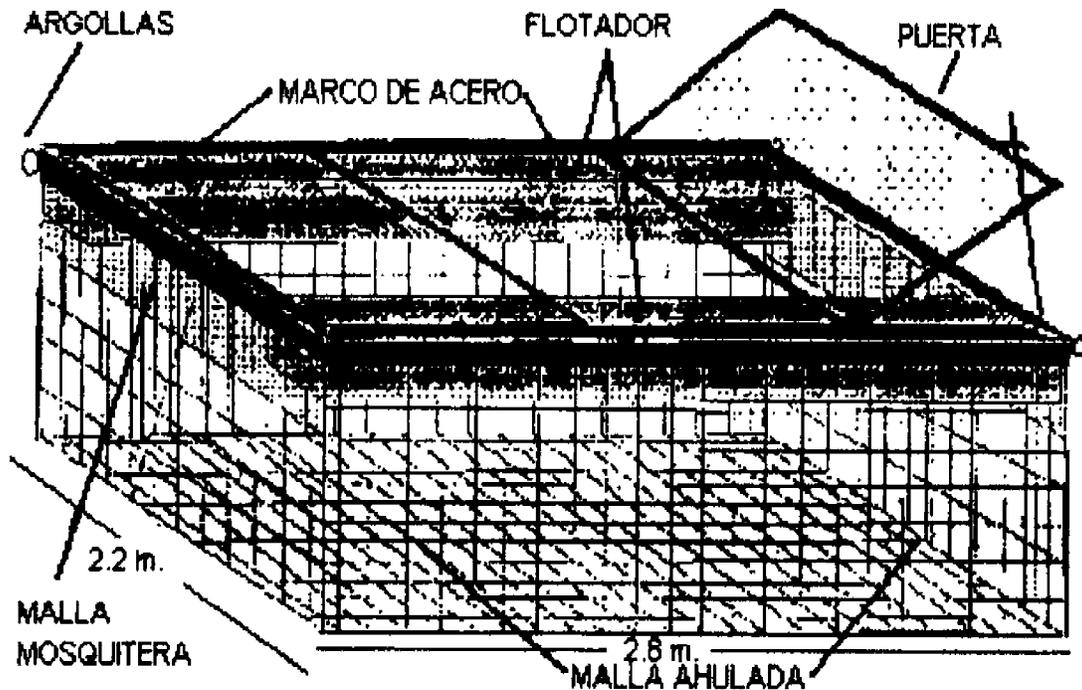


FIG 10: JAULA FLOTANTE

Forma y Tamaño

- ❖ La forma de la jaula puede ser redonda, cuadrada o rectangular.
- ❖ El tamaño depende del área del estanque, la disponibilidad de aireación y el método de cosecha. Los tamaños más comunes son: Para jaulas cilíndricas; 1.2 x 1.2 m (1.1 m³), para jaula cúbica; 1.2 x 1.2 x 1.2 m (1.7 m³); 2.4 x 2.4 x 1.2 m (6.9 m³) y para jaula rectangular; 0.9 x 1.2 x 0.9 m (1 m³); 2.4 x 1.2 x 1.2 m (3.5 m³), ver cuadro 4.(Zertuche, 1999)

CUADRO 4: DENSIDAD DE CARGA EN JAULAS FLOTANTES

TAMAÑO DE LA JAULA.	DENSIDAD DE PECES.
---------------------	--------------------

1.1 M ³	300 A 400 PECES.
3.5 M ³	400 A 500 PECES.
6.9 M ³	1 500 A 2 000 PECES.

(Zertuche, 1999)

Materiales

- ❖ **El marco de la jaula puede ser construido de madera, hierro, acero, aluminio, fibra de vidrio o pvc.**
- ❖ **El cuerpo de la jaula puede ser de malla o de red, con materiales como: alambre galvanizado, alambre forrado e plástico, plástico rígido o nylon. La abertura de la maya debe de ser de un mínimo de ½ pulgada y un máximo de ¾ de pulgada.**
- ❖ **Anillo para alimentación: el espacio de abertura es de 1/8 a 3/16 de pulgada y de 40 cm. De diámetro, se usa para que no se escape el alimento flotante.**
- ❖ **Todas las jaulas deben tener tapas para evitar que se escapen los peces o para protegerlos de depredadores, en lugares con aguas transparentes se recomienda utilizar tapas con materiales oscuros que sombreen el agua y reduzcan el estrés en los peces al limitar su contacto visual.**
- ❖ **Flotadores: se puede atar a un muelle o colocar flotadores con corcho o botes de plástico, bambú, de espuma de poliestireno y de neumáticos.**

(Zertuche, 1999)

COMO CONSTRUIR UNA JAULA FLOTANTE

Una simple jaula esta elaborada para una construcción de 1.2 x 1.2 mts. Jaula cilíndrica por 1.2 cm de malla plástica. La red llega a medir enrollada 1.2 mts de ancho por 15 mts de largo. En total son 6.4 mts de malla de plástico usada para la jaula. 9 mts de malla es usada para el cilindro con .6 a 1.2 mts planos por el botón y tapadera. La malla de plástico se corta delgada. El cilindro esta formado alrededor de dos metales PVC, o la tapa de fibra de vidrio en la cabeza y el botón de la jaula.

El tercer aro (tapadera) encaja para quedarse a 37 cm², en el panel de red, adornando la malla para así formar una tapadera circular fuera del aro.

Juntando el próximo anillo de comida para que este quede adentro de la jaula o suspender esto para la tapa, suspendiendo el ciclo de comida reduce en la tapadera la cantidad de suciedad alrededor de la jaula. El alimento esta inclinado para flotar debido a que este es una maya pequeña en tamaño. El ciclo de comida se junta por un lado de la jaula, esta debe ser de 30 cm de ancho por 3.9 mts de largo y se juntan 7.5 cm, arriba de la tapa. El ciclo de comida se junta por la tapa que debe ser de 37 cm de ancho por 2.4 mts de largo y seria por .9 mts de diámetro en el área de alimento en el centro de la jaula. El ciclo de alimento debe ser cortado para propiciar el tamaño y juntar el alambre. La tapadera puede ser juntada por la jaula, unir la tapadera por el aro usado cables o alambre girándolos, la tapadera debe ser atada finalmente, debe juntarse la jaula en flotación, usualmente cuatro flotadores equivalen alrededor del espacio, la jaula es suficiente para una flotación apropiada, los flotadores deben ser atados previamente para que al lado de la jaula con otros alambres o cuerda de nylon se estén los flotadores y así la jaula podrá flotar a la altura de 15 cm, afuera del agua. Flotando a este nivel de alimento debe extenderse como 22 cm, dentro del agua, la flotación no debe ser necesaria si la jaula puede ser atada por el muelle o desembarcadero. (Valenzuela, 1995)

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

El conocimiento de los requerimientos nutricionales es un requisito indispensable para la formulación de dietas de organismos manejados en cautiverio. El cultivo intensivo de tilapia es reciente, de tal forma que la información sobre sus necesidades es escasa, ver cuadro 5.

Olvera y Olvera (1996), señalan los siguientes requerimientos nutricionales.

Proteína y aminoácidos

La proteína es el principal nutriente en la dieta de los peces, siendo esencial para su crecimiento por ser su componente corporal más significativo. Su musculatura esquelética, compuesta fundamentalmente de proteína, representa alrededor del 50 % del peso de la tilapia, de tal manera que el contenido proteico corporal puede ser mayor al 70 % en peso seco. Esto implica que este nutriente

debe estar en la dieta en la cantidad y calidad adecuada a fin de satisfacer sus necesidades para crecimiento y/o mantenimiento. Los peces, como los demás animales, no presentan un requerimiento verdadero de proteína, si no mas bien de una mezcla adecuada de aminoácidos esenciales y no esenciales, considerándose esenciales aquellos que no pueden ser sintetizados por el animal y deben ser suministrados en la dieta, estos aminoácidos son los siguientes: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina.

Lípidos – Ácidos grasos

Los lípidos dietaricos son importantes recursos de energía y de ácidos grasos necesarios para un crecimiento y desarrollo normal de los peces, estando también entre sus funciones servir de vehículo de transporte para las vitaminas liposolubles, la dieta de los peces debe de contener entre 10 y 20 % de lípidos para un optimo crecimiento. Al formular dietas para peces, se debe tener presente que estos organismos comen para satisfacer en primer termino sus requerimientos de energía, y por lo tanto, un exceso de energía no proteica limitara el consumo de alimento, efectuándose el deposito de proteína necesario para crecimiento.

Carbohidratos

Los carbohidratos son compuestos fundamentales de los organismos vivos, estando involucrados en múltiples funciones que van desde el almacenaje de energía para uso inmediato en forma de glucogeno en el músculo blanco e hígado de los peces, hasta la formación de estructuras esqueléticas como en el caso de la quitina en los crustáceos, pasando por sus importantes funciones metabólicas en las reacciones de transferencia de energía, de tal forma que glucosa es la principal fuente de energía metabólica en los vertebrados y algunos órganos, entre ellos el cerebro, dependen de ella en un 100% para su funcionamiento. Los peces tienen

una limitante capacidad de utilizar carbohidratos dietaricos, de tal manera que la mayor parte de sus necesidades de glucosa la obtienen a partir de la proteína corporal (gluconeogenesis). Desde el punto de vista práctico, se recomienda incluir un máximo de 25% de carbohidratos digeribles en la dieta de tilapia, con el propósito de suministrar energía no proteica en beneficio del uso de la proteína para crecimiento, para reducir el costo del alimento, y para favorecer su procesamiento aglutinando las partículas de la dieta.

CUADRO 5: REQUERIMIENTOS NUTRCIONALES PARA CADA ETAPA DE LA TILAPIA

Nutriente.	Cría 1. (0.5 g)	Cría 2 (.5 a 10 g)	Juvenil (10 a 30 g)	Reproductores (30 a 300 g)
Proteína cruda ¹	50 %	35.4 %	30.3 %	30 %
Carbohidratos digestibles ²	25 %	25 %	25 %	25 %
Lípidos crudos	10 %	10 %	6 a 10 %	8 %
Fibra ³	8 %	8 %	8 a 10 %	8 a 10 %

¹ debe contener los aminoácidos esenciales: arginina, lisina y metionina.

² debe estar la dieta al 25%.

³ debe contener ácido linoleico.

(Cuellar, 2000)

Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos que actúan como cofactores o sustratos en varias reacciones metabólicas. Generalmente son requeridas en

pequeñas cantidades para un crecimiento normal, la reproducción y la salud de los peces. Dependiendo de su solubilidad se clasifican en dos grupos, el de las hidrosolubles que incluye a las del complejo B, biotina, ácido nicotínico, ácido pantoténico, ácido fólico, ácido ascórbico, inositol y colina, y el de las liposolubles que comprenden la vitamina A, vitamina D, vitamina E, vitamina K. En el caso de las primeras puede haber signos evidentes de deficiencias, mientras que solo las segundas pueden provocar problemas tóxicos por un exceso de las mismas. Los requerimientos de vitaminas, en el caso de la tilapia, solo se han determinado para algunas de ellas, los cuales son modificados por el tipo de cultivo, la talla, edad y tasa de crecimiento de los peces, debiéndose tomar en cuenta que parte de las vitaminas se pierden durante el procesamiento y almacenaje del alimento por factores ambientales e interrelaciones con otros nutrientes, ver cuadro 6.

CUADRO 6: REQUERIMIENTOS DE VITAMINAS PARA TILAPIA

Vitaminas	Requerimiento(unid./kg dieta)
Vitamina E	20 a 100 mg
riboflavina	6 mg
Ácido pantoténico	10 mg
Vitamina B12	No establecido
Vitamina C	50 mg

(Olvera y Olvera, 1996)

Minerales

Los requerimientos de minerales son difíciles de determinar en los peces debido a que están disueltos en el medio donde viven, de manera que no solamente son consumidos en la dieta si no también tomados directamente del agua (calcio, magnesio, potasio, fierro, zinc, cobre y selenio), la tasa de absorción de estos minerales es variable dependiendo de factores ambientales tales como su concentración en el agua, temperatura, pH. Las principales funciones en el organismo son: la formación de esqueleto, escamas, transferencia de electrones, regulación del equilibrio ácido – base en la sangre y osmoregulacion. En tilapia han sido pocos los estudios realizados para determinar los requerimientos de minerales, conociéndose hasta ahora solo algunos, ver cuadro 7.

CUADRO 7: REQUERIMIENTO DE MINERALES PARA TILAPIA

Minerales	Requerimientos (mg/kg dieta)
Fósforo	9000
Manganeso	12
Cobre	3-4
Calcio	6500
Magnesio	590-770
Zinc	10

(Olvera y Olvera, 1996)

ALIMENTACIÓN

Una característica de la tilapia es su elevada eficiencia en la utilización el alimento, la cual se relaciona con su gran capacidad para digerir las microalgas y materia vegetal en general, favorecida por el bajo pH del estomago de los peces herbívoros que les permite obtener los nutrientes del intestino de la célula vegetal e inclusive sin necesidad de romper la pared celulosa. En los estómagos de la tilapia se han registrado los niveles mas bajos de pH entre los peces, niveles cercanos a 1. (Olvera Y Olivera, 1996)

En el proceso de engorda, las proteínas son consideradas siempre de primera importancia en los alimentos para peces, ya que los requerimientos de estos son altos. Las proteínas son nutrimentos principales para el desarrollo del animal, sin embargo, hay que destacar que los niveles de proteína que producen el máximo crecimiento en tilapia, disminuyen con la edad. (Camacho, 2000)

Por otro lado, no se han establecido requerimientos de hidratos de carbono en la dieta de los peces, ya que estos son capaces de sintetizar a partir de lípidos y proteínas de alimentos, sin embargo, son añadidos en la dieta generalmente de energía, como complemento o como ligante. (Zendejas, 1996)

El alimento debe ser suministrado de acuerdo al tamaño de la boca, por lo que recomienda el alimento balanceado comercial, que se vende con las características antes mencionadas para todas las etapas de desarrollo de la tilapia. Afortunadamente, en México existen diferentes empresas que se dedican a

la elaboración de alimentos balanceados para tilapia. Como fuente de la alimentación artificial, los peces dispondrán de una alta productividad de alimento natural, producido mediante 3 fertilizaciones durante el año. Cada una se realizara preparando una mezcla de gallinaza a razón de 10 kg/m^2 , y superfosfato triple-urea en una proporción de 0.1 kg/m^2 por fertilización. Esta mezcla de abono fertilizante se diluye en agua de los estanques de engorda y se espera a que induzca una clara fertilización de las aguas. Con esta mezcla de fertilizantes se dispone de suficiente alimento para obtener crecimientos individuales de 2.0 gr/día . (Espejo, 2000)

Los ingredientes mas comúnmente utilizados son: harina de pescado, pasta o harina de soya, alfalfa, pulido de arroz, trigo y maíz. Con el objeto de determinar que tipo de formulación alimenticia se puede llevar a cabo, deben considerar los siguientes puntos. (Cuellar, 2000)

1. Determinar cuales son los ingredientes de que se disponen en la región.
2. El contenido nutritivo de los ingredientes.
3. Los nutrientes requeridos para los diferentes estadios en desarrollo.
4. Costo de los ingredientes.

Las crías deben ser alimentadas al menos 4 veces al día con 8 a 10% de su biomasa total, durante la semana y por las 8 semanas siguientes.

Los reproductores deben ser alimentados por lo menos 2 veces al día y con 3 a 4 % de su biomasa, repartido este porcentaje entre el número de veces que se suministre al día. Se recomienda proporcionar al alimento 6 días a la semana a lo largo de los meses con temperaturas altas y reducir este porcentaje en invierno al 1 o 2 %. (Cuellar, 2000)

TIPOS DE ALIMENTOS

ALIMENTOS NATURALES: los peces bajo cultivo requieren, para su crecimiento normal del aporte de proteína, lípidos, energía, vitaminas y minerales; nutrientes que en su mayoría son suministrados a través de la dieta. Requerimientos que varían de una especie a otra, y dentro de una misma especie a lo largo de su ciclo de vida, sexo, estado reproductivo y condiciones medio ambientales. En las explotaciones extensivas, los dependen para cubrir sus requerimientos nutricionales, del alimento natural presente en el estanque. Sin embargo en sistemas intensivos, se desconoce el grado en el que el alimento natural contribuye en su nutrición. Se estima que la mayor contribución del alimento natural, puede ser en forma de nutrientes traza, como vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales.

ALIMENTO BALANCEADO O ARTIFICIAL: dependiendo del proceso empleado, el alimento balanceado puede ser ofrecido en forma de pellet o galleta extrudida. (Zendejas, 1996)

El peletizado, una vez mezclado con los ingredientes, se les da un acondicionamiento mediante la aplicación de vapor. Elevando la humedad a valores cercanos a 17 – 18 % y la temperatura a 710 – 850 °C. La adición de vapor ayuda a gelatinizar los almidones, que son responsables de la impartición de la estabilidad al proceso.

Los alimentos extruidos, son la mezcla de harinas, las cuales se preacondicionan de 3 a 5 minutos en la cámara de acondicionamiento, proceso en el que se eleva la humedad hasta aproximadamente un 25 %, para posteriormente en tratar al extrudir, en cuyo cilindro, por la acción combinada de la inyección de vapor y la fricción generada por un tornillo “sinfin”, se eleva la temperatura hasta 130 – 1 500 °C, conforme el producto plastificado pasa por el dado, tiene lugar una súbita disminución de la presión, dando lugar a una vaporización del agua, reflejándose en una expansión del alimento, responsable de la flotación del producto en el agua. (Zendejas, 1996)

El alimento estruido presenta mayor estabilidad en el medio acuático, por su flotabilidad, siendo los mas apropiados para ser usados en acuicultura, además de permitir al acuicultor observar de una manera indirecta el estado de salud de los peces al alimentarse o dejar de hacer debido a la presencia de una enfermedad patológica externa. (Cuellar, 2000)

En términos generales en ambos caso la formulación es la misma, a diferencia que el alimento extrudido se contempla una sobrefortificación de las vitaminas termolábiles. (Zendejas, 1996)

El éxito del suministro de un alimento para peces depende de que sea ingerido a la mayor brevedad, por lo cual debe poseer características físicas y químicas que estimulen y faciliten el consumo, por lo que se le debe de adicionar algún atractor como por ejemplo aceite de pescado, y proporcionarse granulados o pelets con el tamaño de partícula apropiado a la boca del animal según su talla, considerando que la tilapia prefiere partículas pequeñas, ver cuadro 8. (Olvera Y Olvera, 1996)

CUADRO 8: TAMAÑO DE PARTICULAS SUGERIDAS PARA DIETA DE TILAPIA

TAMAÑO DEL PEZ.	TAMAÑO DE PARTICULA
1.0 – 30 gr	1 – 2 mm
20 – 120 gr	2 mm
100 – 250 gr	3mm
> 250 gr	4 mm

(Olvera Y Olvera, 1996)

FRECUENCIA ALIMENTICIA

No hay reglas claras en cuanto a la frecuencia de alimentación a aplicar en el cultivo de tilapia, sin embargo se recomienda alimentar tan frecuentemente como la economía lo permite, siendo en este caso importante el uso de alimentadores

automáticos, ya que se ha observado que la tilapia come durante todo el día y un suministro constante de alimento da lugar a un aprovechamiento más eficiente del mismo, con mejores conversiones alimenticias y una menor dispersión en la talla final de los peces. El uso de alimentadores de banda es particularmente importante durante los primeros 30 días de edad, ya que la alimentación continua de las crías dispara su crecimiento. La cantidad de alimento a proporcionar esta en función de múltiples factores entre los que se encuentran la densidad de siembra, la temperatura del agua y la calidad nutricional de la dieta, ver cuadro 9. (Olivera y Olivera, 1996)

CUADRO 9: FRECUENCIA ALIMENTICIA EN TILAPIA

TAMAÑO DEL PEZ (gr)	% DE BIOMASA / DÍA	# DE RACIONES / DÍA
2 días a 1 gr	30 a 10	8
1 a 5	10 a 6	6
5 a 20	6 a 4	4
20 a 100	4 a 3	3 a 4
> 100	3	3

(Olivera Y Olivera, 1996)

ESTANDARES DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS PARA TILAPIA

Zendejas (1996), señala los siguientes estándares de calidad de los alimentos para tilapia.

- ❖ Cubra los requerimientos nutricionales conocidos.
- ❖ Sea alimento fresco.

- ❖ Este libre de micotoxinas.
- ❖ Que la fracción grasa no este rancia.
- ❖ Estable en agua, acorde al estanque de explotación para el que fue diseñado.
- ❖ Que sea atrayente a la especie objetivo.
- ❖ Con una palatabilidad adecuada que fomente su consumo.
- ❖ Tamaño del pellet/extruder en concordancia al desarrollo del pez objetivo.

CARACTERISTICAS DEL ALIMENTO

La materia prima alimenticia que será utilizada en la elaboración de las dietas, deberá ser estudiada mediante análisis químico especiales en cuanto a porcentaje de proteína, lípidos, fibra, cenizas y carbohidratos, a efecto de conocer la composición real de los insumos de la región. (Cuellar, 2000)

Cuellar (2000), menciona algunas medidas que se recomiendan para el control de la calidad del alimento, tanto crudo como ya elaborado, es asegurarse de que este sea almacenado en buenas condiciones para que no sufra alteraciones físicas, químicas o biológicas, haciendo que pierda sus propiedades nutricionales, por tanto es conveniente que:

1. Que el alimento no sea almacenado por mas de un mes.
2. El local utilizado como bodega, sea mantenido sin roedores e insectos, así como agentes contaminantes ya sea gasolinas, pesticidas y otros productos químicos.

3. La temperatura dentro de la bodega, deberá no ser muy elevada ya que esta favorece el crecimiento de insectos y hongos.
4. La humedad relativa no debe ser mayor de 65 %, ya que de por si el alimento contiene humedad alta, pudiendo provocar el desarrollo de microorganismos que proporcionan la descomposición del mismo.
5. El alimento nunca debe de colocarse en el piso, debe hacerse sobre una entarimada y retirado de la pared de la bodega, para permitir una ventilación necesaria a fin de que no se caliente y se eche a perder.

ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN EL CULTIVO DE TILAPIA.

En cultivos intensivos las tilapias adquieren enfermedades de dos tipos; por agentes patógenos, deficiencias nutricionales. Se enferman mas por agentes patógenos, esto es debido a una mayor densidad de peces por metro cuadrado, así como a la degradación del estanque, **ver cuadro 10.** (Armijo, 1982)

CUADRO 10: ENFERMEDADES MÁS COMUNES DE LA TILAPIA

ENFERMEDADES	AGENTE CAUSAL	SINTOMATOLOGÍA.	TRATAMIENTO.
Deshilachami	Bacterias:	- reborde	Cloruro de sodio (sal)

<p>ento de las aletas y pudrición de las branquias</p>	<p>aeromona sp. Pseudomona sp.</p>	<p>blanquecino en el margen de las aletas hasta su destrucción. - branquias pálidas y con abundante moco. - nado lento y perdida de apetito.</p>	<p>común) 2 gr. por litro de agua baños de 10 minutos, repetir hasta erradicación con intervalos de 3 días.</p>
<p>Furunculosis.</p>	<p>Bacteria: Aeromona salmonica.</p>	<p>- ulceraciones sangrientas en la piel. - perdida de apetito y aislamiento.</p>	<p>Oxitetraciclona (polvo) (tersanicina) 3.5 a 7.5 g/kg. De alimento que se proporcione al 3 % del peso corporal del pez, durante 7 días.</p>
<p>Saprolegniasis o micosis.</p>	<p>Hongo: Saprolegnia sp.</p>	<p>- Manchas algodonosas sobre el cuerpo, aletas y cabeza. - aislamiento. - nado lento y perdida de apetito.</p>	<p>Verde de malaquita libre de zinc. (polvo) baños de imersion a una concentración de 67 mg/lit. De 10 a 30 seg.; si el hongo persiste en el estanque un kg/lit semanalmente hasta su erradicación. Permanganato de potasio en el estanque a una concentración de 2 kg/lit. Repetir semanalmente hasta su erradicación.</p>
<p>Costiasis.</p>	<p>Protozoario: Costia sp.</p>	<p>- Película blanco-azulosa en la piel.</p>	<p>Verde de malaquita libre de zinc en el estanque</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - enrojecimiento de zona afectada. - Aletas replegadas - perdida de apetito. 	<p>1.5 gr/m³</p> <p>Las veces que sea necesario con intervalos de 3 días o bien formol baño con una solución de 1 ml/lit de agua durante 15 min.</p> <p>Semanalmente hasta su erradicación.</p>
Ascitis infecciosa.	<p>Bacterias:</p> <p>Aeromona sp.</p> <p>Pseudomona sp.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - abultamiento del vientre. - aislamiento. - forma crónica: lesiones ulcerosas en la piel y músculo. Deshilachamiento de aletas. - forma aguda: liquido sanguinolento en el vientre ojos hundidos, inflamación de órganos internos. 	<p>Oxitetraciclona (polvo) (tersanicina) 3.5 a 7.5 g/kg. De alimento que se proporcione al 3 % del peso corporal del pez, durante 7 días.</p>
Iricodiniasis.	<p>Parásitos protozoarios:</p> <p>Icichodina sp.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - exceso de mucosidad en cuerpo y branquias. - desprendimiento de escamas. - enrojecimiento en zonas afectadas. 	<p>Verde de malaquita, libre de zinc en el estanque a una concentración de 1.5 a 3 gr. Por cada 10 m³ semanales hasta su erradicación. O bien dipterex o masoten en el</p>

			estanque 0.5 mg por cada litro de agua semanalmente.
Hirudiniasis.	Hirudinas.	- enrojecimiento en el sitio donde se encuentra el parásito que se ve a simple vista, sobre aletas y cavidad oral principalmente.	Cloruro de sodio, solución de 300 gr/lit. Baño de 30 minutos o menos si el animal presenta tensión o nerviosismo.
Lerneasis.	Crustáceos.	- parásitos visibles sobre el pez, escamas levantadas.	Arrancarlos con pinzas de depilar y dar unos toques con mercurio cromo, sobre las partes afectadas.
Argulosis.		- aislamiento del pez. -de aspecto blanquecino, aparece como un piojo discoidal de 2 a 3 mm. De diámetro que se fija sobre el flanco del pez al que chupa sangre.	Dipterex o masoten en el estanque 0.5 mg/lit. De agua semanalmente.

(Armijo, 1982)

CONTROL DE ENFERMEDADES

El grado de control requerido por los acicultores para prevenir y tratar las enfermedades de los peces, dependerá de la intensidad del cultivo y el capital invertido; sin embargo, el método de control de enfermedades más eficiente en toda granja de cultivo, consiste en poner en práctica una serie de medios que arrancan con una buena plantación, seguridad de una construcción adecuada de las instalaciones y desde luego, una permanente aplicación de las normas de operación, a saber.

Camacho (2000), menciona las siguientes medidas de control de enfermedades para tilapia.

1. Localización ambiental y climática adecuada para la especie y las instalaciones de cultivo.
2. Aplicación de normas y específicamente de construcciones propias para el cultivo de tilapia.
3. Suministro de aguas libres de contaminantes y con un volumen adecuado para el recambio.
4. Adquisición de pies crías y reproductores con calidad genética y sanitaria certificada.
5. Administración oportuna, bien balanceada y en cantidades adecuadas del alimento en cada etapa.

6. Adquisición de alimento certificado con formulación adecuada para cada etapa del cultivo.
7. Recambio adecuado de las aguas de los estanques.
8. Permanente limpieza del fondo de los estanques y de las instalaciones de cultivo en general.
9. Aplicación de sistemas para el control del acceso de animales silvestres terrestres y aéreos.
10. Aplicación de dispositivos para el control de animales silvestres de vida acuática.
11. Contratación de profesionistas especializados y con experiencia en el cultivo de tilapia.
12. Control y seguimiento permanente del cultivo en cada etapa.

En el caso de la producción de alevines, las enfermedades generalmente se producen por descuidos en el manejo de las crías. Algunas veces los reproductores transmiten sus enfermedades bacterianas a los huevecillos.

Delgadillo (1998), menciona las siguientes medidas específicas y tratamientos de control para prevenir enfermedades de los alevines.

1. Mejorar la calidad del agua mediante un recambio más enérgico con sistema de aireación.
2. Supervisar que no existan cambios bruscos en las temperaturas y oxígeno. En su caso estabilizar.
3. Disminuir las densidades de crías y separar las más grandes.

COSECHA DE TILAPIA

Hay dos tipos de cosecha, la parcial y la completa. La cosecha parcial incluye capturar una determinada cantidad de tilapias en el estanque. Ejemplo, es cuando en el estanque se tiene una producción de 10 000 Kg. de tilapia y solo se sacan 5 000 Kg. La cosecha parcial se usa cuando no hay mucha demanda del producto en el mercado y solo se cosecha lo que se considere que se comercializara. La cosecha completa consiste en capturar todos los peces del estanque, a veces se usa la cosecha total para retirar el pescado que ha quedado después de una cosecha parcial o cosechar todo el pescado en un mismo tiempo. (SEPESCA, 1982)

PASOS A SEGUIR PARA LA COSECHA DE TILAPIA.

SEPESCA (1982), señala los pasos a seguir para la cosecha de tilapia.

1. Determinar y preparar los artefactos o métodos de cosecha o captura y comercialización que se vaya a realizar

- ❖ Redes.
- ❖ Chinchorros.
- ❖ Atarrayas.
- ❖ Cucharas de maya.
- ❖ Tinajas o cestas para depositar los peces.
- ❖ Frigoríficos, congeladores u otros aparatos similares para conservar en buen estado al pescado capturado.
- ❖ Bascula u otro instrumento de pesaje.
- ❖ Cuchillo.
- ❖ Sal.

2. Captura o extraer los peces con los artefactos o métodos elegidos.

3. Depositarlos o introducirlos en recipientes elegidos.

4. Empezar a preparar o conservar los peces para efectuar la comercialización elegida.

FORMAS DE CONSERVACIÓN DE LA TILAPIA

SEPESCA (1982), menciona las siguientes formas de conservación de tilapia.

1. **PESCADO FRESCO** (por pieza, lote o kilo).

- ❖ Enjuagarlos bien en agua limpia.
- ❖ Ponerlos en un recipiente limpio y fresco.

- ❖ Cubrirlos con hojas frescas o con una estera.
- ❖ Mantenerlos en la sombra o en un lugar fresco.
- ❖ Eviscerarlos, descamarlos y volverlos a lavar en agua limpia, para prevenir una pronta descomposición y presentar mejor el producto para una mejor ventaja.

2. PESCADO SECADO O AHUMADO.

- ❖ Asegurarse de que el pescado este bien fresco (ojos brillantes, buen olor, agalla rojas, carne firme).
- ❖ Enjuagarlos bien en agua limpia.
- ❖ Salarlos (para una mejor conservación).
- ❖ Secarlos al sol o ahumarlos.
- ❖ Depositarlos en recipientes limpios y secos para una mejor conservación.

3. PESCADO SALADO (pieza o lote).

- ❖ Asegurarse de que el pescado este en buen estado y fresco.
- ❖ Enjuagar bien en agua limpia.
- ❖ Desviscerarlo y descamarlo y volverlo a enjuagar bien en agua limpia.
- ❖ Esparcir una capa de sal en forma de un recipiente y depositar una capa de pescado, cubrirlo de nuevo con sal, agregar de nuevo otra capa de pescado, cubrirla de nuevo con otra capa de sal a así sucesivamente hasta que el recipiente se llene, cubriendo la boca con plástico o tapadera.

4. PESCADO FRESCONGELADO (pieza, lote o kilo).

- ❖ Asegurarse de que el pescado este en buen estado o fresco.
- ❖ Enjuagarlo bien en agua limpia.
- ❖ El eviscerado y descamado se recomiendan para una mejor conservación del pescado, pero cuando es congelado no es necesario.
- ❖ Depositar en un recipiente limpio y con hielo el pescado, el hielo lo debe cubrir completamente.
- ❖ Depositar en un recipiente limpio el pescado e introducir este a una hielera, congeladora, refrigerador.

MERCADO NACIONAL DE LA TILAPIA

Desde su introducción en México, el cultivo, procesamiento y mercado de la tilapia han ido adquiriendo importancia en el mercado nacional, de tal manera que ahora ocupa el primer lugar en las pesquerías de agua dulce. El mercado de la tilapia presenta efectos de una demanda general contraída y tendencia decreciente, su precio no es competitivo, pues se encuentra básicamente regulado por el precio de la mojarra capturada en las grandes presas, que por evidentes razones es mas bajo. Debido a su agradable sabor esta especie a ganado una buena fama dentro del mercado nacional. (Semarnap, 1998)

OFERTA NACIONAL: En 1965, la oferta nacional de tilapia era de 2 100 ton, para 1975 creció a 13 200 ton y en 1985 fue de 67 120 ton. En 1993 la producción de tilapia alcanzo las 92 981 ton, desde entonces ha venido descendiendo hasta llegar a solo 77 671 ton en 1998. desde que se inicio la explotación comercial de tilapia a lo largo de 25 años y hasta la fecha, la oferta

nacional a experimentado u crecimiento sostenido en mas de nueve mil veces, lo cual sienta precedente sobre el comportamiento productivo de la principal pesquería inducida mediante el cultivo, en aguas continentales de nuestro país y de muchos países del mundo. (Semarnap, 1999)

DEMANDA NACIONAL: Hasta 1983, el consumo y demanda de tilapia se encontraba en un amplio sector de mercado formado por las clases populares, a partir de entonces y hasta la fecha, merced al crecimiento en los precios, se ha visto desplazado hacia un sector de mercado minoritario, formado por las clases media, media alta y alta de nuestro país. La población del país ha aumentado en mas de 12 millones de personas, con lo cual, el consumo per-cápita ha disminuido en casi 6 kg/habitante. Estas cifras reflejan con claridad el comportamiento del consumo y la demanda real de productos pesqueros en el ultimo decenio, al mismo tiempo, configuran una tendencia decreciente para los próximos años. (Semarnap, 1998)

PRECIOS NACIONALES: A pesar de que la oferta se ha mantenido mas o menos estable a lo largo de 20 años, los precios han experimentado un crecimiento que es superior a los índices de inflación. Su crecimiento no guarda proporción con el comportamiento de la oferta, mas bien esta relacionado con su baja demanda, **ver cuadro 11.** (Camacho, 2000)

CUADRO 11: COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LOS PRECIOS
DE LA TILAPIA EN EL PAIS

AÑO	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
PREC	\$7.85	\$9.70	\$10.55	\$12.10	\$15.80	\$17.70	\$21.50	\$24.20	\$28.70	\$36.50

(Ostimex, 1999)

En la actualidad, en el mercado nacional el precio promedio al consumidor de la tilapia roja fresca y eviscerada es de \$45.00/kg, sin embargo, las cotizaciones regionales y locales, varían en función a las características propias de cada mercado. Las estadísticas indican que en los últimos 5 años, los precios mantendrán una tendencia alcista, ligeramente superior al costo anual de la tasa de inflación nacional, es decir, del 19.3%, por lo cual, se estima que para finales del 2000, el producto pudiera cotizarse a \$50.40/kg. (Camacho, 2000)

MERCADO INTERNACIONAL DE LA TILAPIA

OFERTA INTERNACIONAL: Durante la última década, (1987-1997), la producción mundial de tilapia ha crecido aceleradamente, pues mientras en 1978 registro un total de 216 312 ton, para 1997 alcanzo un total de 417 387 ton de peso vivo.

Debido a su latitud y a un clima desfavorable, en los E.U.A. la producción interna de tilapia es muy escasa, de tal manera que mas del 76% de su consumo interno proviene de las importaciones hechas desde varios países asiáticos y de América latina. De acuerdo a estimaciones de la asociación americana de tilapia, se espera que los próximos años, su producción interna pueda alcanzar solo 3 540 ton por año. (Camacho, 2000)

México es uno de los principales productores de tilapia en el mundo, sin embargo, su participación en el mercado mundial es sumamente escasa, incluso, solo hasta hace algunos años, nuestro país inicio las exportaciones de tilapia a los

**E.U.A, país donde la población de origen latino y asiático, ha crecido
aceleradamente. (Ostimex, 1999)**

DEMANDA INTERNACIONAL: Del total de la producción mundial que se comercializa en el mercado internacional, alrededor del 70% se canaliza a los Estados Unidos de América, el resto se vende entre Tailandia, Taiwán, Japón, Costa Rica, Indonesia y Ecuador. (Camacho, 2000)

Las importaciones que llegan a los E.U.A., provienen casi en su totalidad de China y Taiwán. Tienen una mínima participación algunos países de América Latina y Asia. Las importaciones de tilapia en los E.U.A., comenzaron a reportarse en la segunda mitad de 1992, año en el cual ingresaron entre 6 300 y 6 800 ton, desde entonces y hasta el último año de 1997, las importaciones crecieron a un ritmo acelerado y se han triplicado, ya que en este último año sumaron alrededor de 19 154 ton, lo cual reporta un ritmo de crecimiento del 3200 ton anuales. (Ostimex, 1999)

PRECIOS INTERNACIONALES: Según los datos proporcionados por la American Tilapia Association en su reporte anual de marzo de 1997, a partir de 1993, la tilapia fue el pescado más consumido en el sur de los Estados Unidos. Las características de este pescado (carne blanca y sabor suave), lo hacen propio para el manejo y consumo en restaurantes como en los hogares, lo que da la oportunidad de prepararlo como sustituto de otros pescados consumidos tradicionalmente por los estadounidenses. Del total de la producción local y de las importaciones de alta calidad, el 60% se destina a detallistas y el 40% a servicios de comida, ver cuadro 12. (Camacho, 2000)

CUADRO 12: PRECIOS AL MAYOREO DE TILAPIA EN E.U.A.

FORMA	TAMAÑO	PRECIO (DOLL/LB)
Filete	2 – 3 oz	3.25
Filete	3 – 5 oz	3.65 – 3.75
Filete	5 – 7 oz	4.29

(Ostimex, 1999)

C O N C L U S I O N E S

La tilapia tiene gran importancia dentro de las especies marinas explotadas, ya que su alta prolificidad, su fácil adaptación y buena conversión alimenticia (1.5:1) la hacen ser una de las principales especies acuáticas de mayor explotación en nuestro país. Esta especie se puede cultivar todo el año en los estados de la república Mexicana que se encuentran debajo del trópico de cáncer y donde existan temperaturas de 20 a 40 °C, lo cual no quiere decir que en lugares del norte de la república no se pueda producir, si no que la producción es estacionaria debido a las bajas temperatura registradas en el invierno, lo cual hace que esta especie no consuma el alimento que debería de consumir para cumplir con las funciones de producción, por lo cual se tiene que programar la producción en los meses de febrero a octubre aproximadamente.

En las técnicas de monosexado, es más factible utilizar la reversión sexual, o sea, que tiene ventajas favorables sobre las otras, ya que es más fácil su empleo, y tiene un alto grado de confiabilidad, su única desventaja sería el alto costo del producto. Este producto ya se encuentra en el mercado mexicano, pero su disponibilidad en el mercado farmacéutico es limitada.

Los hábitos y requerimientos ecológicos son factores muy importantes, ya que, si estos son los apropiados podemos asegurar un alto rendimiento productivo de la granja o explotación acuícola, pero si estos no son los apropiados podemos tener pérdidas por retraso del crecimiento de los peces.

En los sistemas de explotación de aguas estancadas como lo son los estanques rústicos y semirústicos, es conveniente el uso de aireadores para no tener problemas de oxigenación del agua, en lugares donde el viento es fuerte o constante no se tienen problemas de oxigenación, ya que este fenómeno hace la función de un aireador.

La fertilización a los estanques con estiércol de diferentes especies como son: Bovinos, caprinos, aves entre otros, es un factor muy importante, ya que de esta acción se provee de alimento a los peces a un precio más bajo, el cual si se hace correctamente no se tendrá ningún problema para que los peces tengan un correcto crecimiento y el estanque nos pueda dar una alta producción.

Esta especie en comparación con las demás de explotación zootécnica (bovinos, caprinos, ovinos, cerdos, aves), es más eficiente, tanto en conversión alimenticia como en prolificidad y valor proteico de su carne, además, el espacio necesario para su cultivo es poco (1/2 ha) a comparación con otro tipo de explotación, su única limitante es que debe existir una adecuada fuente proveedora de agua de buena calidad, para evitar contaminaciones a los peces y un estricto control de sanidad, ya que este tipo de especies son muy susceptibles a enfermedades por falta de higiene, tanto de las instalaciones como del personal colaborador.

Los tipos de alimento a utilizar en el proceso de engorda va a depender del sistema de explotación con el que cuenta el productor, ya que algunos sistemas requieren el 100% de alimento artificial, tal es el caso de las jaulas flotantes.

Las enfermedades en la tilapia no son muy frecuentes, siempre y cuando se realicen las medidas preventivas correspondientes, las cuales si se hacen correctamente se reducen los riesgos de enfermedades y aseguramos menos costos de producción.

Los tipos de almacenamiento y conservación son muy importantes, ya que debido a una eficiencia en la conservación, se puede obtener resultados magníficos en el almacenamiento, estos procesos nos beneficiarían sobre todo cuando el valor del producto no es el adecuado o está muy bajo, además, que se le puede dar un valor agregado a la producción y se obtendrían mejores ganancias, es más conveniente utilizar la conservación por congelación, debido a su bajo costo, el cual nos permitiría sacar el producto al mercado al momento que la demanda sea favorable.

Uno de los problemas principales en este tipo de explotaciones, es la falta de conocimientos sobre las formas de producción, ya que existen lugares adecuados para establecer sistemas de engorda de tilapia, pero el inconveniente es el conocimiento del cómo producir para obtener el éxito.

Su aspecto de producción comparado con otras especies marinas (bagre, trucha, carpa, salmón, etc.), ocupa el primer lugar en producción, debido a su agradable sabor y a su fácil explotación, uno de los inconvenientes de esta especie en relación con el mercado es su bajo precio en lugares del sur de la república, esto sucede cuando la captura de tilapia en lugares extensivos tales

como, lagunas, presas, ríos entre otros, se aumente, sin embargo en lugares del norte de la republica alcanza precios muy atractivos para el productor (\$59.50 en filete), lo cual nos daría dos alternativas para los productores intensivos las cuales serian; congelar la producción e importarla al norte del país, y la otra seria exportar a E.U.A.

Una solución al problema anterior seria la exportación de esta especie como una mejor alternativa, ya que alcanza precio de hasta 4.5 doll/lb. El valor que se le da en exportación es considerable y mucho mejor que el precio nacional por lo cual se obtendrían mejores ganancias y sobre todo existiría mayor numero de explotaciones acuícolas mas tecnificadas y con rendimientos satisfactorios.

La información que se encuentra de esta especie es un poco escasa ya que el área de piscicultura no esta muy explotada y son pocas las investigaciones que existen de la misma. Además, pocos investigadores a nivel nacional se interesan por el tema de la piscicultura.

Para que este tipo de explotaciones persista, deberá de existir fuentes confiables proveedoras de alevines de esta especie, por cual en las subdelegaciones de pesca de cada uno de los estados de la republica le proporcionaran un directorio de productores de tilapia altamente calificados que se dedican a la producción de alevines de esta especie y en la misma subdelegación le pueden dar asesorias sobre como producir tilapia.

RECOMENDACIONES

- Es indispensable que las personas interesadas en la producción de peces tengan conocimientos básicos sobre los temas de hábitos, alimentación, sistemas de explotación entre otros, ya que con estos conocimientos garantiza el éxito de su empresa.
- Dentro de las especies a engordar es recomendable utilizar la tilapia roja, debido a su alta eficiencia alimenticia y adaptabilidad, las cuales deberán estar invertidas sexualmente de tal manera que sean en su mayoría machos.
- En los sistemas de engorda se recomienda que las jaulas flotantes se establezcan en lugares donde el agua sea corriente y se utilice alimento flotante, para evitar pérdidas por alimentación. En el caso de los estanques, donde la aireación no sea la adecuada, se deberá de utilizar aireadores acordes al tipo de estanques y posibilidades del productor.
- Se recomienda sembrar juveniles de tilapia con tallas de 7 a 10 cm y densidades de 2 a 8 peces por m^2 en el caso de estanques, en los cuales tendremos una producción de 5 a 8 ton/ha. En jaulas flotantes las densidades de siembra son mayores, por lo cual, se recomiendan de 300 a 400 peces por m^3 , el cual nos dará una producción de aproximadamente

170 kg/m³, las densidades adecuadas de peces evitaran el canibalismo y la competencia por el alimento.

- Se recomienda establecer las engordas de tilapia donde se encuentren las condiciones ambientales para el desarrollo adecuado de la especie, además tomando en cuenta la demanda del producto en la zona elegida.
- Si el productor desea que sus peces desarrollen rápidamente, es recomendable que aparte del alimento producido por los estanques, se suplemente con alimento artificial, el cual es producido por compañías como PURINA.
- Dentro de las medidas preventivas, para no tener enfermedades podemos recomendar: suministro de agua libre de contaminantes, recambio adecuado de las aguas de los estanques, suministrar alimento certificado y balanceado, permanente limpieza del fono de los estanques, contratación de profesionistas especializados en el área.
- Para productores principiantes es recomendable empezar a producir peces en estanques rústicos los cuales no necesitan de mucha tecnología y el productor puede adquirir conocimientos básicos y practica conforme va creciendo la granja acuícola.

GLOSARIO DE TERMINOS ACUICOLAS

ACLIMATACIÓN: Acción y efecto de aclimatar o aclimatarse, hace que un pez se acostumbre a un nuevo clima distinto del que le era habitual. Los peces han desarrollado la capacidad de adaptar sus procesos vitales a varias temperaturas, siempre y cuando los cambios de este factor se lleven a cabo lentamente, lo cual permite a los procesos fisiológicos del pez a adaptarse a las condiciones cambiantes.

ACUACULTURA: Actividad de producción de animales y plantas acuáticas.

AIREACIÓN: Es la acción mediante la cual se incrementa el contenido de oxígeno disuelto en el agua.

ALEVIN: Estado larvario de peces que conservan la bolsa o saco vitelino de la que se nutre un tiempo determinado, antes de ingerir alimento del medio exterior.

BIOMASA: Es el peso vivo o el peso total, de los organismos bajo cultivo por unidad de área del lugar donde se realiza el cultivo.

CAL HIDRATADA: Cal comercial que se utiliza en la desinfección de estanques.

CAL VIVA: Cal comercial que se utiliza en la desinfección de estanques. Produce calor y condiciones extremas de alcalinidad que matan a los agentes infecciosos.

CALIDAD DE AGUA: Son aquellas variables físico-químicas del agua, relacionadas directamente con el cultivo de la especie.

CANAL DE ALIMENTACIÓN: Estructura que sirve para conducir el agua hacia el estanque o los estanques para su llenado.

CANAL DE DESAGÜE: Estructura que sirve para la descarga del agua o drenaje de los estanques.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA: Es la cantidad de alimento que se convierte en biomasa o de carne de un animal vivo durante el proceso de cultivo.

COSECHA: Recolección de los productos derivados de un cultivo en cualquiera de sus modalidades.

CRIA: Es la fase que empieza cuando el alevín absorbe su saco vitelino y el pez comienza a procurarse el alimento por sí mismo.

CULTIVO DE CICLO COMPLETO: Modalidad acuícola en la cual se tiene bajo control todo el ciclo de vida y los factores ambientales de una especie biológica en proceso de cultivo.

CULTIVO EXTENSIVO: Es la actividad acuícola que se desarrolla en cuerpos de agua naturales o artificiales de grandes dimensiones, donde los organismos obtienen su alimentación del medio natural. Este tipo de cultivo no tiene ningún control y alta densidad de organismos es baja.

CULTIVO INTENSIVO: Modalidad acuícola que se lleva a cabo en instalaciones construidas, en donde los organismos son controlados en su alimentación, sanidad, talla y densidad. Asimismo, se controla la calidad del agua y productos. Se caracteriza por la alta densidad de organismos.

DENSIDAD DE CARGA: Numero de organismos con relación a especie en que están cultivados.

DESARROLLO EMBRIONARIO: Es la fase que abarca el periodo que va desde la fecundación del óvulo hasta el nacimiento del pez.

DESBROCE: Residuos naturales que quedan después de la limpieza en un estanque.

DESOVE MANUAL: Es el proceso que realiza el hombre, que consiste en dar un suave masaje en la región abdominal, que induce a la hembra y al macho a expulsar sus contenidos sexuales maduros.

ECLOSION: Es el momento en que sale la nueva cría del huevo. Es sinónimo de avivamiento o rompimiento de la membrana del huevo.

EMBALSE: Lugar donde se almacena el agua.

EMBRIÓN: Primeras fases del desarrollo de un organismo, después de la fecundación o a partir de una célula capaz de dividirse.

ENCALADO: Tratamiento con cal viva.

ESTANQUE: En acuicultura es un receptáculo artificial de agua poco profundo construido de diferentes materiales, que es utilizado para el cultivo controlado de peces.

ESTRÉS: Cambio corporal causado por alguna fuerza, condición o circunstancia, en o sobre un organismo o sobre uno de sus sistemas fisiológicos a anatómicos.

FECUNDACIÓN: Unión o singamia de los gametos masculinos y femeninos. Al ser expulsados los huevos y los espermatozoides simultáneamente, asegura que inmediatamente se realice la mezcla de gametos y la fertilización.

FECUNDACIÓN ARTIFICIAL: Procedimiento mediante el cual se extraen los productos sexuales del macho y hembras y a continuación, se mezcla delicadamente el contenido y se produce la fertilización.

FERTILIZANTE: Material que es agregado a un ecosistema acuático, para proveer de nutrientes extras que permitan incrementar la producción vegetal básica.

FOTOPERIODO: Duración relativa de los periodos de luz y oscuridad (horas / luz) a que esta sometido un organismo; se acepta de una manera general que la luz es uno de los factores que actúa en forma directa sobre la reproducción de los organismos.

GONADA: Órgano sexual productor de gameto masculino o femenino (espermatozoides y óvulos respectivamente), que se comporta también como órgano endocrino y sintetiza esteroides ováricos (estrógenos) o testiculares (testosterona).

INCUBACIÓN: Es el tiempo que transcurre entre la fecundación del óvulo hasta el avivamiento (nacimiento). La incubación puede llevarse acabo artificialmente en incubadoras especiales o en estanque apropiados, donde el proceso se desarrolla de manera natural.

INCUBADORA: Estructura artificial utilizada para el mantenimiento controlado de los huevos de organismos hasta su eclosión.

INVERSIÓN: Un cambio cromosómico estructural de tipo intercambio, caracterizado por la inversión de un segmento cromosómico o cromático, y de la secuencia genética allí contenida, en relación a la ordenación standard del grupo de ligamentos en cuestión.

JUVENIL: Estadio en el cual un organismo ha adquirido la morfología del adulto, pero ha un no es capaz de reproducirse.

MONJE: Estructura artificial de forma trapezoidal que se utiliza como sistema de desagüe. Puede ser de concreto o madera.

MORTALIDAD: Proporción de organismos muertos en relación a los organismos vivos de una población.

OVULACIÓN: Ruptura folicular que permite la salida de un huevo ya maduro y a punto de ser expulsado por el ovario.

PLANCTON: Comunidad formada por organismos pequeños que viven en suspensión dentro del agua. Su tamaño es variable y esta formado por algas y animales acuáticos.

RACION: Cantidad de alimento ofrecido en 24 horas en varias porciones.

RED DE ARRASTRE: Es una red que se arrastra y se utiliza para cosechar los peces. Es de forma rectangular. Tiene una línea superior o de flotación con flotadores y el borde inferior lleva un cable provisto de plomos para arrastre por el fondo.

RESERVORIO: Espacio físico donde se acumula agua.

SACO VITELINO O BOLSA VITELINA: Es una bolsa que tienen los peces recién nacidos de la que se alimentan durante los primeros días de su vida.

SIEMBRA: Actividad de distribución de organismos en el agua.

SUELO LIMOSO: Tipo de suelo que contiene limo o cieno.

TANQUE DE SEDIMENTACIÓN: Es un tanque o pozo abierto en el cual es depositado material orgánico mezclado con agua. En el se produce una separación por gravedad, de los diferentes componentes o materiales sólidos.

VITELO: Conjunto de sustancias de reserva del huevo, que están a disposición del embrión en la primera fase de su desarrollo.

L I T E R A T U R A C I T A D A

Anónimo, 2000. Acuicultura, Especies y Métodos Utilizados en la Acuicultura.

<http://www.geocities.com/piscicultura/tilapia.html>. (enero 2002)

Arredondo, F. J. L., **R. Campos, Flores M. V., F. Gonzáles T. Y Garduño A. T., 1994.**

Desarrollo Científico y Tecnológico del Banco de Genoma de Tilapia.

SEPESCA-UAMI. México. 89 p.

Armijo, O. A., 1982. Piscicultura. Folleto para la Capacitación Pesquera. Dirección

General de Organización y Capacitación Pesquera. U.A.M. México.

DF. pp 36- 39.

Armijo, O. A., 1982. Enfermedades de la Tilapia. Folleto para la Capacitación

pesquera. Dirección General de Organización y Capacitación

Pesquera. México, D.F. 38 p.

Cabañas, L. P., 1995. Diseño y Operación de un Sistema Intensivo de Cultivo de

Cría de Tilapia. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 66 pp.

Camacho, B. E., 2000. Guía Para el Cultivo de Tilapia. Secretaría de Pesca.

SEMARNAP, México D.F. 136 p.

Cuellar, G. A., 2000. Cultivo de Tilapia en Estanques y Jaulas Flotantes. Menorías del Curso, abril. SEMARNAP, Tampico, Tamaulipas. 35 p.

Delgadillo, M. S., 1998. Sincronización de la Reproducción de *Oreochromis mossambicus*, su Reversión Sexual y Alevinajes a Escala Comercial. Taller: La Planta Experimental de Producción Acuícola a Cinco Años de su Creación. UAM-I. Pp. 67- 75.

Delgadillo, M. S., 1996. Reversión Sexual de Tilapia a Nivel Comercial. Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia. SEMARNAP. UNAM. México, D.F. pp. 218-223.

Espejo, G. C., 2000. Cría y Comercialización de la Tilapia Roja. <http://www.latinsynergy.org/acuicultura.htm>. (Enero 2002)

FONDEPESCA, 1986. La Tilapia y su Cultivo. SEPESCA. México. 59 p.

Fredrick, W. W., 1982. Acuicultura, Diseño y Construcción de Sistemas. Arg. Editorial S.A. México, D.F. pp. 639-643.

Hernández, B. S., 1986. Reversión Sobre el Uso de Esteroides en la Inversión Sexual de Tilapia. FONDEPESCA. México. pp. 83-115.

Morales, D. A., 1991. La Tilapia en México Biología, Cultivo y Pesquería. A. G. T. Editor, S.A., México. 190 p.

Morquecho, H. J. J., 2001. Pesca y Acuicultura. Memoria del Curso, Diciembre. SAGARPA, Saltillo, Coahuila, México. 45 p.

Nico, L., 1999. Especies Acuáticas Nonindigenous. http://nas.er.usgs.gov/fishes/accounts/cichlida/or_nilot.html. (Enero 2002)

Olvera, N. M. A. Y Olivera C. L., 1996. Nutrición y Alimentación de Tilapia. Primer Curso Internacional de Producción de Tilapia. SEMARNAP. UNAM. México, D.F. pp. 158-175.

OSTIMEX, 1999. Proyecto de un Tanque-Arena para la Reproducción de Tilapia en Zozea, Mpio. De Alfasayucan, Hgo. México. pp. 17-97.

Rodríguez, S. A. P., 1991. Proyecto Técnico para la Instalación de Unidades Demostrativas de Cultivo de Engorda de Bagre y Tilapia Roja, Mediante la Técnica de Jaulas Flotantes. SEPESCA. Cd. Mante, Tamaulipas. 20 p.

SEMARNAP, 1999. Información de Especies Producidas por Centros Acuícolas. Dirección General de Acuicultura. México. 1 p.

SEMARNAP, 1998. Anuario Estadístico de Pesca. México. 230 p.

SEPESCA, 1982. Manual Técnico para el Cultivo de Tilapia. México, D.F. 121 p.

SEPESCA, 1993. Indicadores Básicos del Sector Pesquero, 1983-1991.
SEPESCA. México. 125 p.

Valenzuela, G. F., **1995. Engorda de bagre. Monografía de Licenciatura. Buenavista,
Saltillo, Coahuila. México. UAAAN. 87 p.**

Zendejas, H. J., 1996. Técnicas de Alimentación en Piscicultura. Primer Curso
Internacional de Producción de Tilapia. SEMARNAP. UNAM. México,
D.F. pp. 28-38.

Zertuche, R. J., 1999. Pesca y Acuacultura en ranchos ganaderos. Revista
Beefmaster. Asociación Mexicana de Criadores de Beefmaster.
Guadalupe, N. L. pp. 17-19.