



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"IZTACALA"

"DETERMINACION DE LA TASA OPTIMA DE
ALIMENTACION EN CRIAS DE TRUCHA
ARCO IRIS (Salmo gairdneri) EN EL CENTRO
ACUICOLA DE MATZINGA, VER."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :

ISABEL NANCY BAEZ SENTIES

Director de Tesis:

Biol. Mariana Vázquez H.
SEPESCA

Biol. Mario Fernández A.
ENEPI



Dedico este trabajo con todo cariño y respeto a mi papa, Ruperto, por enseñarme que el trabajo y la constancia son los valores mas importantes para lograr nuestras metas.

A mi mama, Norma, por su gran fuerza y espiritu de lucha para seguir siempre adelante.

Gracias por toda la confianza brindada.

Por toda la vida juntos, por las alegrías, tristezas y triunfos que siempre hemos compartido, a mis hermanos: Graciela y Oscar.

A mi tía, Lilia Gil, por todas sus atenciones y cuidados. Gracias.

A toda la familia Peláez Rodríguez.

A mi primo, Emigdio Báez, por su gran ejemplo de trabajo y esfuerzo.

A tí, Oscar, por todo tu apoyo y colaboración para este trabajo.

A mis amigas, Ernis, Sofia y Maria Leticia, porque siempre las recuerdo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Biol. Mario Fernández Araiza todos sus comentarios, orientación y enseñanza.

A la Biol. Mariana Vázquez H., por su aceptación en la dirección de este trabajo.

Al Biol. José Antonio Portilla e hijos, José Antonio y Claudia todos sus comentarios, orientación y amistad.

Al Biol. Roberto Escobar Saucedo, por todos sus consejos y su valiosa amistad.

Al Biol. Arturo Villareal y Esposa, por sus comentarios y consejos en el Centro Acuicola de Matzinga, Ver.

Al Biol. Agustín, por su asesoramiento estadístico.

Por sus comentarios y sugerencias, a mis sinodales y revisores de tesis : Biol. Alba Márquez E., M en C. Norma Navarrete, Biol. Regina Sánchez.

Al Ing. Daniel Pareja Téllez, por permitirme el uso de su sistema de cómputo.

INDICE

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	8
MATERIAL Y METODOS	9
A) INFRAESTRUCTURA	
B) MATERIAL BIOLÓGICO	
C) DISEÑO EXPERIMENTAL	
D) MUESTREOS	
PROCESAMIENTO DE DATOS	11
RESULTADOS	12
DISCUSION	17
CONCLUSIONES	24
APENDICE	25
ANEXOS	31
BIBLIOGRAFIA	46

INTRODUCCION.

En los últimos años la producción acuícola mundial ha mostrado un constante crecimiento, encontrándose sistemas de producción tan importantes como el continental, enfocado por una parte a la captura de organismos acuáticos, como también al cultivo de los mismos, entre los que se puede mencionar peces (trucha, bagre, tilapia y carpa), crustáceos (camarón y langostinos) y moluscos (ostión).

De 1983 a la fecha, la acción conjunta de los sectores que participan en la explotación de los recursos acuícolas, permitió alcanzar una producción de 176,768 toneladas, (Sepesca, 1987), lo cual ha ido en aumento, dado que las actividades acuícolas se enfocan principalmente a la producción de alimentos mediante el cultivo de organismos acuáticos, aprovechando de manera racional los recursos naturales. Sin embargo, deben tomarse en cuenta diversos aspectos, desde la producción de crías hasta la cosecha de organismos de talla comercial: entre los que se encuentran la producción de crías con buena alta calidad en cuanto a crecimiento, morfología y resistencia a enfermedades, las características ambientales idóneas para el cultivo a implementar y una nutrición eficiente que cubra los requerimientos nutricionales de los organismos.

Uno de los cultivos que ha tomado gran importancia debido a su alto valor nutritivo y rentabilidad, es la trucha arco iris

(Salmo gairdneri). Esta especie posee un aparato digestivo típico de un pez carnívoro, con un estómago corto y bien diferenciado, cuando se encuentra en estado de cría en condiciones naturales, se alimenta de zooplácton, en estados juveniles y adulto de pequeños crustáceos, larvas de insectos y pequeños peces (Greengard, 1960). Sin embargo actualmente en las granjas de producción, se les suministra alimento peletizado, el cual debe cubrir los requerimientos del organismo, proporcionando del 30-40% de proteínas que forman la porción orgánica mayor del cuerpo de los peces además constituyen los bloques de construcción (para el crecimiento y reparación de tejidos) así mismo existen aminoácidos esenciales que se requieren para el desarrollo y funcionamiento metabólico de los peces puesto que no son capaces de sintetizarlos como: lisina, histidina, arginina, triptófano y valina entre otros; los lípidos por otra parte cumplen diversas funciones, ya que además de proporcionar energía, sirven (como reserva) de ésta, (aislamiento, lubricación, transporte de vitaminas liposolubles, así como parte estructural de productos sexuales); los carbohidratos son principalmente productores de energía para los procesos metabólicos de proteínas y lípidos; las vitaminas son esenciales en la dieta, se requieren en pequeñas cantidades y actúan como catalizadores, funcionando como parte del sistema enzimático; y los minerales, que intervienen en el mantenimiento de la presión osmótica y el equilibrio de los líquidos corporales y las células (Vázquez y Aviles, 1987).

El crecimiento de los organismos es una manifestación del flujo de energía, las cuales están representadas por el aumento de las proporciones corporales de los organismos vivos (Brett y Groves, 1979). Durante la etapa de cría de la trucha es donde se observa un incremento en la talla, que puede verse obstruido por diversos factores como, la calidad del alimento suministrado, enfermedades, altas densidades, calidad del agua, etc. (Klontz et. al., 1987), por otra parte la alimentación debe iniciarse cuando los alevines han absorbido el saco vitelino y comienzan a nadar en un 80% de la población, y debe ser proporcionada en forma adecuada y racional (Barranco, 1987). Así mismo el costo de alimento representa entre un 40-60% de la inversión total directa en el cultivo, (Ceballos, 1988), por lo que de aquí la importancia para los productores.

En la mayoría de las granjas de peces el suministro de alimentos es ad-libitum (a saciedad), el cual tiene varios inconvenientes como el desperdicio de alimento, alteraciones del medio ambiente en el cual se desarrollan los organismos y aumento en los costos de producción, por lo que es probable que la ración en el alimento influiría en los desajustes antes mencionados.

ANTECEDENTES.

Los peces tienen requerimientos similares a los mamíferos en cuanto a agua, minerales, grasas, carbohidratos, proteínas y vitaminas (Greenberg, 1960), aunque existen diferencias específicas para cada especie. Para la trucha arco iris, que es un pez carnívoro, se han fabricado alimentos a base de proteínas animales, ya que éstos contienen niveles adecuados de aminoácidos esenciales que promueven el crecimiento en el cultivo intensivo (Rodríguez, 1975).

Davis y Lord (1930) reportaron que a partir de 1928 se inician los trabajos con mezclas de ingredientes para los alimentos a base de carne, pescado, aceites vegetales e hígado seco, así mismo implementan alimentos a base de vísceras utilizando corazón de res, hígado de oveja, hígado de cerdo y res, los mejores resultados se obtuvieron con el hígado de res.

Halver (1976), elaboró diversas dietas, de las cuales la que mejores resultados obtuvo fue la mezcla de diferentes ingredientes tales como el huevo de salmón en un 28% por peso corporal del organismo, harina de pescado en un 48%, hígado de oveja en un 29%; también se empleó como alimento una mezcla formada de 47% de hígado de res, 37.5% de carne enlatada de res y 5% de fermento seco de cerveza. Sin embargo, estos alimentos representan problemas como costos, preparación, almacenaje, refrigeración, y abastecimiento, por lo que las investigaciones se han enfocado hacia la elaboración de alimentos balanceados (Rodríguez, 1975).

Sin embargo estos alimentos ya implementados son incompletos nutricionalmente, por lo que se hizo necesario incluir algún suplemento, ya que cada uno posee características disímiles (Zendejas, 1987), debido a lo anterior se realizó una evaluación de 6 alimentos comerciales en el centro acuícola de Matzinga, Ver., entre los que se probaron Albamex, Purina, Gigante, Alver, Bovilac y Aceitera Tapatia, encontrando a Gigante como el más adecuado. (Zendejas y Olmos, 1988).

Existen también trabajos específicos sobre los niveles en grasas, proteínas y carbohidratos para cada estado de desarrollo del pez en el cultivo, encontrando que para el estado de cría de 0.12 - 0.4 grs. de peso del organismo se recomienda un 35 - 40% de proteínas, 8 - 10% de lípidos, 30% de carbohidratos y 4% de fibra (Aguilera y Noriega, 1988).

En cuanto al porcentaje de alimento suministrado para cría por peso corporal del pez, varía de un 5 - 12% debido principalmente a las fluctuaciones de temperatura, por lo que éste parámetro es de vital importancia y debe tomarse en cuenta (Bardach et. al., 1986); por otra parte la talla, el peso y la densidad también modifican el porcentaje anterior, por ejemplo para organismos de 5 cm de longitud se recomienda un 7% de alimento (Medina y Kuri, 1987), así mismo para animales de 3.75 - 5.62 cm con 0.7 - 2.5 g se recomiendan 6 kg por día, de alimento para cada 100 kg de peso de los organismos (Ewos, 1988); también se recomienda el 5.4, 6.3 y 7.8% de alimento para temperaturas de

11°C, 14°C y 17°C respectivamente con una talla de 1 a 5 cm (Bardach et. al., 1986). El 8% de alimento se recomienda para temperaturas de 18°C (Leitritz y Lewis, 1976), 10% para organismos de menos de 0.4 g de peso (Ewos - Baker, 1985) y el 4.5% para crías de 0.1 - 0.35 g de peso (Ceballos, 1988).

Cabe mencionar que la producción de peces requiere de la conjunción de varios aspectos que contemplen la cobertura total de los requerimientos nutricionales de los organismos, así como el empleo de un suministro de alimento adecuado.

La inadecuada utilización del suministro de alimento, provoca por un lado la alteración del medio ambiente donde se desarrollan los organismos, ocasionando alteraciones en los mismos así como también un incremento en los costos de producción, lo cual afecta significativamente el 40 - 60% de los costos en el cultivo, (Ceballos, 1988), por lo que el cuidado y atención a la cantidad de alimento suministrado reeditaría en el incremento de la producción.

Por lo anterior es necesario un ajuste equilibrado y congruente a las necesidades alimenticias para crías que recién hayan absorbido el saco vitelino e iniciar su alimentación, ya que la cantidad de alimento que requieren las crías de trucha arco iris, con esta característica permitirá la adecuada utilización del alimento tanto nutricional como económicamente, puesto que la subalimentación constituye una pérdida en la producción y la

sobrealimentación representa un incremento en la inversión del cultivo.

Por lo anterior los objetivos de éste trabajo son encontrar la tasa de alimentación y densidades óptimas en crias de trucha arco iris, así como la determinación de los parámetros físico químicos del agua asociados con los organismos.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

Localización.- La granja trutícola de Matzinga, Ver., municipio de Tlilapan, perteneciente a SEPESCA, se encuentra limitada por la Cd. de Orizaba al norte, al noroeste por el río Blanco, al oeste por Nógales, al suroeste por Cd. Mendoza, al sureste por Huiloapan y al este por Rafael Delgado.

Está constituida por los siguientes manantiales, nacimiento de Atzompa, nacimiento de la Presa y nacimiento de Matzinga, de los cuales el último abastece a la granja.

Situación geográfica.- La granja se encuentra situada entre los 18° 45' 12" latitud norte y 97° 06' 18" longitud oeste y una altitud de 1200 m sobre el nivel del mar (Sánchez et. al., 1977)

El clima que se presenta en ésta área de estudio según el sistema de clasificación climática de Köpen modificado por García 1973, es el siguiente A(C)w, m. es un clima semicálido con lluvias en verano, una temperatura media anual de 18°C y 22° con un porcentaje de lluvia invernal de 7.1%.

MATERIAL Y METODOS.

A) INFRAESTRUCTURA.-

Para el desarrollo de este trabajo se contó con 4 tinas de lámina de 3 m de largo por 0.42 m de ancho y 0.22 m de profundidad, con un flujo de agua 166.66 ml/s.

B) MATERIAL BIOLÓGICO.-

Los organismos utilizados fueron crías de trucha arco iris seleccionados aleatoriamente pertenecientes al mismo lote de huevos (lote 1 Dic. 1989; lote 2, Feb. 1990), que no presentaron malformaciones, defectos externos o enfermedades; contando con un peso promedio de 0.15 - 0.18 g y talla de 1.8 cm aproximadamente.

C) DISEÑO EXPERIMENTAL.-

Se dispuso de 48 000 crías divididas en un primer lote de 45 días, dic. 89 - ene. 90 con 24 000 organismos que fueron colocados en 4 tinas divididas con malla de plástico en 3 secciones cada una, en series de 1333 organismos en 2 de las tinas y 2666 organismos en las 2 restantes para obtener una densidad total de $4\ 000\ \text{org.}/0.277\ \text{m}^3$ y $8\ 000\ \text{org.}/0.27\ \text{m}^3$.

El segundo lote de 45 días feb. 90 - mar. 90 de 24 000 organismos fué colocado de igual forma, así mismo en cada una de éstas densidades que se utilizaron se probaron diferentes porcentajes de alimento como son:

a) 5.4%, b) 6.3% y c) 7.8% por peso corporal de los organismos.

DIAGRAMA 1.-

Distribución de los organismos a las densidades y tasas de alimentación probadas.

% de Alimento	5.4 %	1333 org.	1333 org.	2666 org.	2666 org.
	6.5 %	1333 org.	1333 org.	2666 org.	2666 org.
	7.8 %	1333 org.	1333 org.	2666 org.	2666 org.
Densidad por tina		3		3	
		4000 org/0.27 m		8000 org/0.27 m	

El alimento utilizado fué "Purina" cuyo análisis proximal de muestra en el Apéndice 1; administrándose la ración correspondiente para cada división iniciando en la mañana (9:00 a.m.) durante cada hora hasta las 15:00 hrs. p.m.

D) MUESTREOS.-

Se llevó a cabo un registro diario en el cual se anotó la concentración de O₂ en mg/l; densidad, No. de organismos muertos. En observaciones de manera quincenal se registraron los siguientes parámetros: temperatura (°C) con un termómetro Taylor de graduación - 20°C a 100°C, el peso fué determinado con una balanza granataria marca Ohaus con capacidad de 0.1 a 2610 g, la longitud se tomó en ca del 10% de la población en cada una de las divisiones.

Por otra parte se realizó un análisis mensual de la calidad del agua determinando dureza, alcalinidad, pH y CO₂ (Franco et. al., 1985).

PROCESAMIENTO DE DATOS.

Para la evaluación del crecimiento se utilizó el modelo propuesto por Haskell, 1959 para determinar el incremento diario en longitud.

Para peso ganado (PG), el modelo propuesto por Sepesca, 1988. Para la tasa de crecimiento específico se utilizó el modelo propuesto por Collins, 1971. (Ap. 3).

Con los datos de peso y longitud se evaluó si los cambios en las variables de respuesta son debidas a los tratamientos. (cantidad de alimento), se aplicó un análisis de varianza factorial (Fo) y de existir diferencias significativas una prueba de Tukey de comparación múltiple de medias. (Diferencia mínima significativa real) (Ap. 3).

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos se ordenaron en tablas y se graficaron tanto para la muestra de agua que abastece la granja como para las divisiones de las tinas, con la finalidad de observar la variación de los valores y relacionarlos con el desarrollo de los organismos.

RESULTADOS.

PARAMETROS FISICOQUIMICOS.-

Se mantuvieron más o menos constantes a lo largo del periodo experimental.

La concentración de O_2 en la muestra tomada del agua que abastece a la granja presentó un promedio de 6.35 mg/l (graf. 1.) la concentración de CO_2 se mantuvo en un valor promedio de 56 mg/l (graf. 3), y la temperatura registró un valor de 17.87°C (graf. 2).

Los promedios de alcalinidad y dureza fueron relativamente altos 341.8 y 355.5 mg/l respectivamente (graf. 4 y 5).

El ph se mantuvo en un promedio de 6.85. Los resultados totales se encuentran en el Apéndice 4.

Parámetros fisicoquímicos del lote 1.

Parámetros biológicos.

Lote 1.-

Los registros de peso final presentaron valores de 0.641, 0.594, y 0.535 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente para la densidad 4000 org./0.27 m³; y 0.624, 0.521, 0.555 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4%, en la densidad 8000 org./0.27 m³, graf. 6.

El peso ganado (g) registró valores de 0.485, 0.428, y 0.375 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente, para la densidad 4000 org./0.27 m³; y 0.462, 0.369 y 0.352 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% en la densidad 8000 org./0.27 m³, graf. 7.

La tasa de crecimiento específico registró valores de 3.140, 2.833, y 2.682% día para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente, para la densidad 4000 org./0.27 m³; y 2.997, 2.737 y 2.235% día para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% para la densidad de 8000 org./0.27 m³, graf. 8.

El porcentaje de crecimiento total fué de 177.97, 265.67 y 154.85% para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente, para la densidad 4000 org./0.27 m³; y de 169.56, 157.57 y 166.14% para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% para la densidad 8000 org./0.27 m³, graf. 9.

La sobrevivencia observada a lo largo del período experimental fue de 70 - 80%, se muestra en la graf. 10.

Los valores de O₂ registrados en cada una de las divisiones dentro de las tinas fueron de 5.0 y 4.7 mg/l para la tasa 7.8%, 5.4 y 5.35 mg/l para la tasa 6.3%, así como 5.8 y 5.6 mg/l para la tasa 5.4% a las dos densidades probadas (tabla No. 1).

Tabla No. 1 de datos agrupados de Pi, Pf, Li, Lf, P. gan. T, PGT, TCE, Crem. T., Sobrevivencia, Conc. O.

2

Lote 1

3

Densidad 4000 org/0.27 m

tasas					P gan. T		TCE			
	Pi (g)	Pf(g)	Li (cm)	Lf (cm)	(g)	PGT (%)	(% día)	Crem T%	Sob. %	O (mg/l)
7.8 %	0.156	0.641	2.684	4.426	0.485	310.90	3.140	64.90	86.63	5.60
6.3 %	0.166	0.594	2.623	3.486	0.428	257.83	2.833	32.90	83.50	5.40
5.4 %	0.160	0.535	2.670	3.760	0.375	234.38	2.682	40.82	76.63	5.80

3

Densidad 8000 org/0.27 m

tasas					P gan. T		TCE			
	Pi (g)	Pf(g)	Li (cm)	Lf (cm)	(g)	PGT (%)	(% día)	Crem T%	Sob. %	O (mg/l)
7.8 %	0.162	0.624	2.132	4.036	0.462	285.19	2.997	89.31	77.46	4.70
6.3 %	0.152	0.541	2.738	3.924	0.369	242.76	2.737	43.32	69.28	5.35
5.4 %	0.203	0.555	2.759	4.434	0.352	173.40	2.235	60.71	69.88	5.60

Parámetros fisicoquímicos del lote 2.

Parámetros biológicos.

Lote 2.-

Los registros de peso final presentaron valores de 0.753, 0.581, y 0.675 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente, en la densidad 4000 org./0.27 m³; y 0.791, 0.761, 0.638 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4%, en la densidad 8000 org./0.27 m³, graf. 11.

El peso ganado (g) registró valores de 0.601, 0.425, y 0.491 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente, en la densidad 4000 org./0.27 m³; y 0.602, 0.573 y 0.469 g para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% en la densidad 8000 org./0.27 m³, graf. 12.

La tasa de crecimiento específico registró valores de 3.556, 2.922, y 2.888% día para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente, en la densidad 4000 org./0.27 m³; y 3.181, 3.107 y 2.952% día para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% en la densidad 8000 org./0.27 m³, graf. 13.

El porcentaje de crecimiento total fué de 211.22, 165.97 y 166.30% para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% respectivamente, para la densidad 4000 org./0.27 m³; y de 207.37, 175.82 y 170.54 para las tasas 7.8, 6.3 y 5.4% en la densidad 8000 org./0.27 m³, graf. 14.

La sobrevivencia observada a lo largo del período experimental osciló entre 62 y 82% debido a una enfermedad bacteriana en branquias de los organismos; graf. 15.

Los valores de D registrados en cada una de las divisiones
²
dentro de las tinas fueron de 4.94 y 4.75 mg/l para la tasa 7.8%
5.27 y 5.04 mg/l para la tasa 6.3%, así como 5.7 y 5.7 mg/l para
la tasa 5.4% a las dos densidades probadas (tabla No.2)

Tabla No. 2 de datos agrupados de Pi, Pf, Li, Lf, P. gan. T,
PGT, TCE, Crem. T., Sobrevivencia, Conc. D .

²

Lote 2

³

Densidad 4000 org/0.27 m

tasas	P gan. T					TCE					D (mg/l)
	Pi (g)	Pf (g)	Li (ca)	Lf (ca)	(g)	PGT (%)	(% dia)	Crem TX	Sob. %	D (mg/l)	
7.8 %	0.152	0.753	2.696	4.284	0.601	395.39	3.556	58.90	81.90	4.94	
6.3 %	0.156	0.581	2.660	3.568	0.425	272.44	2.922	54.14	64.70	5.27	
5.4 %	0.184	0.675	2.886	4.250	0.491	266.85	2.886	47.26	62.20	5.70	

³

Densidad 8000 org/0.27 m

tasas	P gan. T					TCE					D (mg/l)
	Pi (g)	Pf (g)	Li (ca)	Lf (ca)	(g)	PGT (%)	(% dia)	Crem TX	Sob. %	D (mg/l)	
7.8 %	0.189	0.791	2.730	4.544	0.602	318.52	3.181	66.45	79.13	4.75	
6.3 %	0.188	0.761	2.759	4.434	0.573	304.79	3.107	60.71	71.90	5.04	
5.4 %	0.169	0.638	2.598	3.924	0.469	377.51	2.952	51.64	70.31	5.70	

DISCUSION.

VARIABLES AMBIENTALES.-

La temperatura de 17.9°C promedio se mantuvo constante durante todo el período experimental, considerando que se deben tomar medidas necesarias si hay un incremento en la temperatura, ya que el centro tuvo durante un lapso de tiempo una temperatura de 15°C (Vázquez H.M., comp. per.).

El valor registrado durante el desarrollo de este trabajo se encuentra por arriba de los rangos mencionados (12 - 14°C) por Klontz W.G., y un aumento en la temperatura del agua para el cultivo no es favorable, ya que provoca la disminución de la concentración de O_2 en el medio donde se desarrollan los organismos que aunado a las altas densidades de producción convierte a éste parámetro en un factor vital ya no de desarrollo sino de supervivencia.

La concentración de O_2 del agua que abastece a la granja, es de 6.2 mg/l se mantuvo también constante, y puede considerarse óptima (Sepesca, 1988), para cubrir los requerimientos necesarios de la especie, así mismo las diferencias en la concentración de O_2 dentro de la tina donde se suministraron las tasas de alimentación no repercutió en el crecimiento de los organismos, ya que el valor mínimo permisible es de 5 mg/l (Sepesca, 1988) y el valor mínimo obtenido fué de 4.7 mg/l permitió que los orga-

nismos alcanzaran pesos y tallas similares para todas las tasas probadas.

El ph se mantuvo en un promedio de 6.85 considerándose dentro de los rangos permisibles para la especie (Klontz et. al., 1983).

La dureza y alcalinidad como CaCO_3 presentaron valores promedio de 341.8 y 355.5 mg/l respectivamente y superan los valores citados por Wedemeyer y Wood, 1974; Sepesca, 1988 y Klontz et. al. 1983; sin embargo Piper G.R. et. al., 1986, cita éstos valores dentro de los rangos máximos permisibles (Ap. 5).

El promedio de CO_2 , 58.85 mg/l también sobrepasa los valores citados por Wedemeyer y Wood, 1974; Sepesca, 1988 y Piper et. al., 1986; sin embargo, la cría de trucha puede soportar valores hasta 75 mg/l, siendo letales los mayores a 100 mg/l (Biol. Portilla, com. per.).

Dado que el aprovisionamiento de agua proviene del manantial de Matzinga, Ver., las características anteriores concuerdan por la descripción citada por Wetzel y Likens, 1979, para aguas de manantial, donde los elevados valores alcalinidad y dureza son debidos a la presencia de carbonatos y arrastre de minerales, así mismo una baja concentración de O_2 , se explica que son aguas subterráneas que no han tenido contacto con la superficie y una alta concentración de CO_2 debido a la acción reversible en la reacción amortiguadora de CaCO_3 a CO_2 favorecido por el ph obtenido 6.85.

Lote 1.-

Los registros de peso promedio final para las tasas 5.4%, 6.3 y 7.8% no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.01$).

Los valores de peso ganado total % y incremento peso total (g), no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.01$), así mismo la tasa de crecimiento específico % día y el porcentaje de crecimiento total (%) no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.01$).

En las gráficas presentadas de los parámetros anteriores se observa un comportamiento normal entre las tasas de alimentación obteniendo los valores más altos en los parámetros medidos (crecimiento total g (45 días), crecimiento %, TCE y peso ganado) la tasa 7.8% y los más bajos para la tasa 5.4%.

Para éste lote los resultados de peso promedio final fueron muy similares para ambas densidades (4000 org/ 0.27 m^3 y 8000 org/ 0.27 m^3), estableciendo que no existen diferencias significativas ($P > 0.01$), ya que las densidades probadas no afectaron el crecimiento de los organismos en mayor o menor grado como se esperaba, por lo tanto es importante mencionar, que las tinas utilizadas permiten el uso de la capacidad de carga mayor (8000 org./ 0.27 m^3) con el mismo crecimiento, para fines comerciales, un incremento en la producción reeditaría en ganancias mayores.

Las observaciones experimentales permitieron detectar la acumulación de alimento en la tasa 7.8%, depositado en el fondo de la tina, ya que muchas veces los organismos no lo ingerían, esto no sucedió en las 2 tasas restantes (5.4% y 6.3%); lo cual permite sugerir que la cantidad de alimento en la tasa 7.8% no es el adecuado, por el desperdicio señalado lo anterior repercute de forma directa alterando el medio en que se desarrollan los organismos, el parámetro afectado principalmente es la concentración de O_2 que al mismo tiempo es utilizado para la oxidación de material en descomposición y para la respiración de los organismos, causando en éstos stress, vulnerabilidad a enfermedades, inapetencia, etc.

Lote 2.-

El peso promedio final presentó valores de 0.581 g, 0.675 g para las tasas 6.3% y 5.4% respectivamente para la densidad $4000 \text{ org}/0.27 \text{ m}^3$; y 0.761 g, y 0.638 para las tasas 6.3% y 5.4% respectivamente para la densidad $8000 \text{ org}/0.27 \text{ m}^3$ presentando diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.01$), con respecto a la tasa 7.8% para ambas densidades.

Lo mismo se presentó para los valores de peso ganado (g), peso ganado total (%), tasa de crecimiento específico (% día) y crecimiento (%).

Las gráficas de los parámetros mencionados anteriormente mostraron diferencias notorias, observándose que los valores más altos se presentaron en la tasa 7.8% y los menores para las tasas 6.3% y 5.4%, la razón de éste resultado se debió a la presencia de una infección en las branquias de los organismos, donde la formación de material blanquecino purulante, provocó la muerte por anoxia e impidió el intercambio de O_2 , necesario para la oxidación de los alimentos, (Lehninger, 1982) el cual fué tratado con baños de terramicina e hiamina (10.5 g/l) durante una semana (Roberts R.J., 1985), siendo las tasas más afectadas 5.4% y 6.3% en la densidad 8000 org/0.27 m³, lo anterior se observa en la sobrevivencia registrada, donde el menor porcentaje (60%) lo obtuvo la tasa 5.4% y el mayor porcentaje (82%) la tasa 7.8% que fué la menos afectada.

Por lo que es muy probable que las diferencias obtenidas se deben principalmente a que los organismos no tuvieron la misma capacidad para la obtención de O_2 .

Los pesos promedio finales obtenidos 0.753 g y 0.791 g para las densidades 4000 org/0.27 m³ y 8000 org/0.27 m³ respectivamente a la tasa 7.8% no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.01$) por lo que se consideraron iguales, ya que las densidades probadas tuvieron el mismo efecto sobre el crecimiento de los organismos.

En lo referente al alimento utilizado, presento niveles de proteína de 52.25% el cual es requerido por la especie en esta etapa de desarrollo (Vázquez y Aviles 1987, Satia P. 1974, Tacon, 1985, A. Purina, 1987), para permitir al organismo la formación de tejidos nuevos en el crecimiento, lo anterior apoya significativamente que los pesos y tallas alcanzados en este lote concuerdan con los pesos y tallas obtenidos por Piper et. al., 1986 (0.5080 g - 3.9440 cm; 0.6532 g - 4.2850 cm) en condiciones ambientales similares para crías de Salmón chinook (Oncorhynchus tshawytscha). Por lo que el promedio de crecimiento obtenido de los organismos en estas condiciones se considera aceptable.

En cuanto al nivel de grasas 9.38% se puede considerar adecuado a lo requerido para crías (8 - 10%), (Meyer 1969, Nat. Academia Sci. 1973, A. El Pedregal 1987, Satia 1974, Halver 1974).

Los valores de humedad $7.61 \pm 0.31\%$, cenizas $13.91 \pm 0.04\%$ y fibra cruda 0.67% se consideran adecuados (A. Purina, 1987).

El rango de sobrevivencia se mantuvo en un promedio de 77.23% muy cercano al reportado por Ceballos, 1988 del 80% para el estado de cría; lo cual apoya que tanto las condiciones ambientales, como la calidad del alimento no afectó decisivamente sobre el crecimiento de los organismos alcanzando éstos niveles adecuados.

En cuanto al alimento suministrado para el segundo lote presentó niveles de proteína $50.14 \pm 0.67\%$ considerándose adecuados ya que cubre los requerimientos de la especie (Vazquez y Aviles 1987, Tacon 1985, Satia 1974, A. Purina 1987).

Los porcentajes de humedad $7.32 \pm 0.38\%$, ceniza $19.20 \pm 0.08\%$ y fibra 0.78% concuerdan con los porcentajes presentados por el fabricante (A. Purina, 1987) (Ap. 1).

El peso y talla promedio finales (0.6998 g y 4.1673 cm.) obtenidos en éste lote coinciden con los pesos y tallas obtenidos por Piper et. al., 1986.

Las observaciones experimentales en éste lote permitieron detectar la depositación de alimento en el fondo de la tina para la tasa 5.4% , ya que los organismos no ingerían el alimento.

CONCLUSIONES

1.- Dados los resultados de la calidad del agua se pueden considerar adecuados para el cultivo de la trucha.

2.- Se recomienda la utilización de la tasa menor para evitar el desperdicio y economizar los gastos de producción.

3.- En el lote 2 el crecimiento mayor se obtuvo para la tasa 7.6% sin embargo, la afección sufrida son las tasas 6.3 y 5.4 % no permitió un mayor desarrollo de los organismos provocando las diferencias.

4.- Se recomienda la utilización de la densidad 8000³ org/0.27 m .

5.- La sobrevivencia del 1er. lote se considera aceptable (77.23%), la sobrevivencia del 2o. lote 71.69% prom. fue menor, se sugiere en este caso verificar el estado de los reproductores (edad, edo. fisiológico, no. de desoves), ya que el lote refleja la calidad de sus progenitores.

A P E N D I C E

APENDICE 1

Trucha iniciador.			
Variable	en %	Lote 1	Lote 2
Proteina min.		52.25	51.40
Humedad max.		7.61	7.34
Grasa min.		9.38	9.32
Fibra max.		0.67	0.78
Cenizas max.		13.91	14.20

Análisis proximal del alimento (Purina M.R.) para crías de trucha arco iris. Laboratorio LACCIA, resp. Ing. Arturo Gayosso.

APENDICE 2

Trucha iniciador.

Variable	%
Proteina min.	50
Humedad max.	12
Grasa min.	15
Fibra max.	4
Cenizas max.	8

Valores presentados por el fabricante (Purina M.R.) para crías de trucha arco iris.

APENDICE 3

Incremento diario en longitud (Haskell, 1959):

$$L = \frac{L_2 - L_1}{t}$$

donde:

L_1 = longitud de pez al inicio del periodo (t=0)

L_2 = longitud del pez al tiempo (t)

L = Incremento diario en longitud.

Peso ganado (Sepesca, 1988):

PG = Peso promedio final - Peso prom. inicial.

Tasa de crecimiento específico (Collins, 1971):

$$TCE = \frac{Lnw_2 - Lnw_1}{t_2 - t_1} \times 100$$

donde:

w_1 = peso inicial en g en tiempo t_1 (días)

w_2 = peso final en g en tiempo t_2 (días)

Análisis de varianza (Shefler, 1981).

F₀ = $\frac{\text{Cuadrado medio del tratamiento}}{\text{Cuadrado medio del error}}$

Prueba de Tukey, comparación múltiple de medias (Scheffler, 1981).

$$DMSR = \frac{\text{Cuadrado medio error}}{n}$$

n= número de elementos en las muestras.

APENDICE 4

Parámetros fisicoquímicos registrados a lo largo del periodo experimental.

Parametro/mes	Dic	Ene	Feb	Mar	Prom
O ₂ mg/lt	6.4	6.4	6.4	6.2	6.35
Alcalinidad (CaCO ₃)	342	343.9	341.9	339.4	341.8
Dureza (CaCO ₃)	359.8	356.6	351.5	354.3	355.5
CO ₂ mg/lt	56.4	58.9	51.3	57.1	56.0
ph	6.8	6.8	7.0	6.8	6.85
T agua °C	17.9	17.9	17.8	17.9	17.87

APENDICE 5

Parámetros fisicoquímicos del agua sugeridos para cultivo -
de salmónidos Piper et. al., 1986.

Parámetro	Concentración optima para trucha arco-iris
O ₂ (mg/lt) 2	5
CO ₂ (mg/lt) 2	0 - 10
Alcalinidad (como CaCO ₃) 3	10 - 400
ph	6.5 - 8.0
Dureza (como CaCO ₃) 3	10 - 400

A N E X O S

A N E X O 1

POSICION TAXONOMICA DE LA ESPECIE.

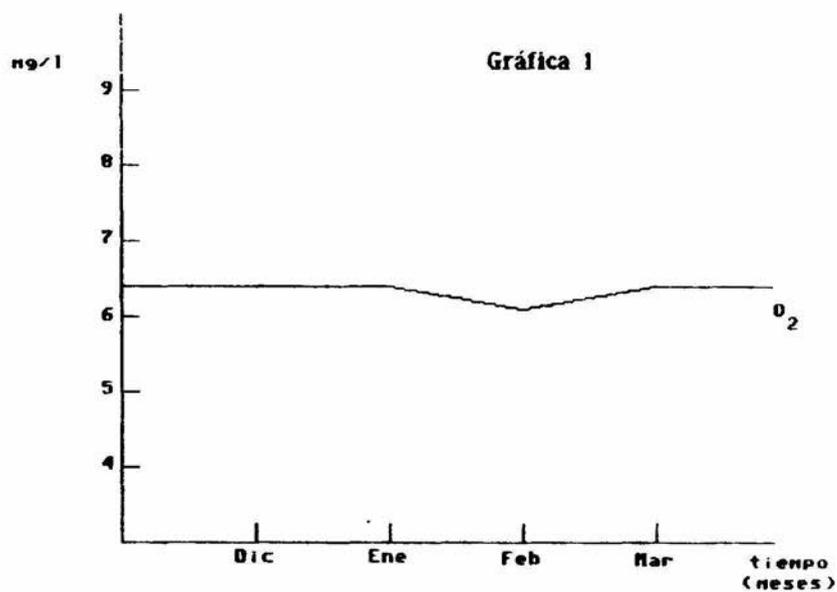
La posición taxonomica de la trucha arcoiris en base a Robert L. Kendall (1988), es la siguiente:

reino	----	animal
phylum	----	cordata
subphylum	----	vertebrata
superclase	----	pisces
clase	----	Osteichthyes
subclase	----	Actinopterygii
superorden	----	teleosteli
orden	----	Oncorhyniforme
suborden	----	Oncorhynoidei
familia	----	Oncorhynidae
genero	----	<u>Oncorhyncus</u> (L. Kendall 1988)
especie	----	<u>mikiis</u>

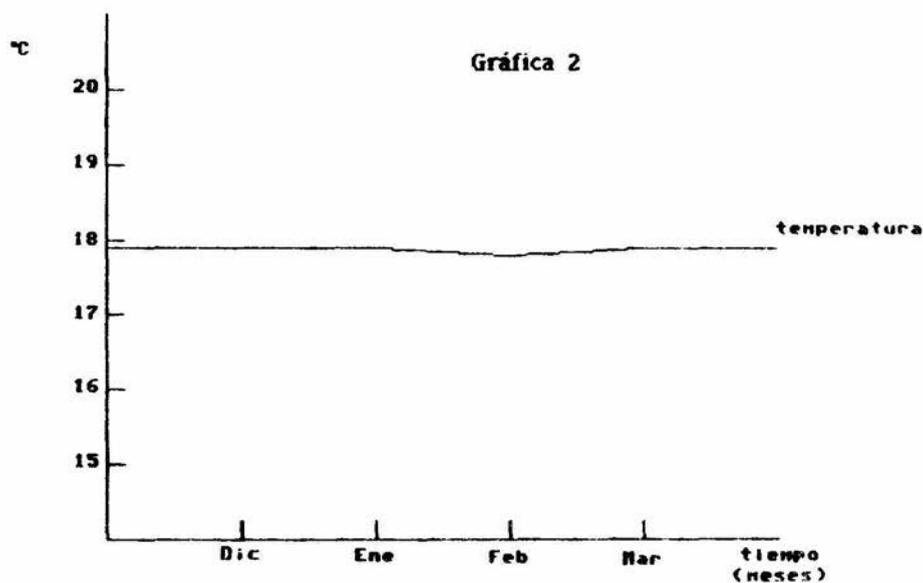
Nombre científico Oncorhyncus mikiis (L. Kendall 1988)

Nombre común Trucha arco iris.

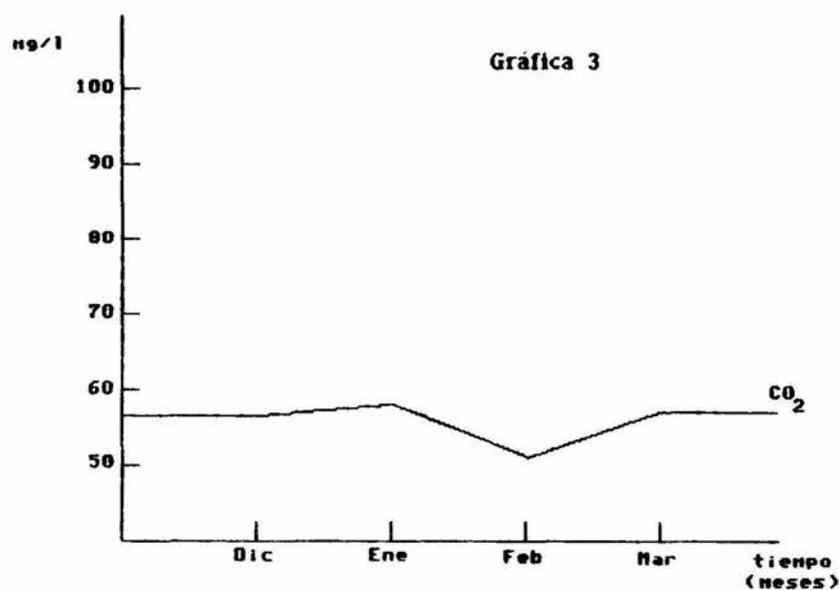
Nota.- Durante todo el texto del trabajo se mencionó como nombre científico de la trucha arcoiris Salmo gairdneri debido al desconocimiento de la referencia del nuevo nombre Oncorhyncus mikiis.



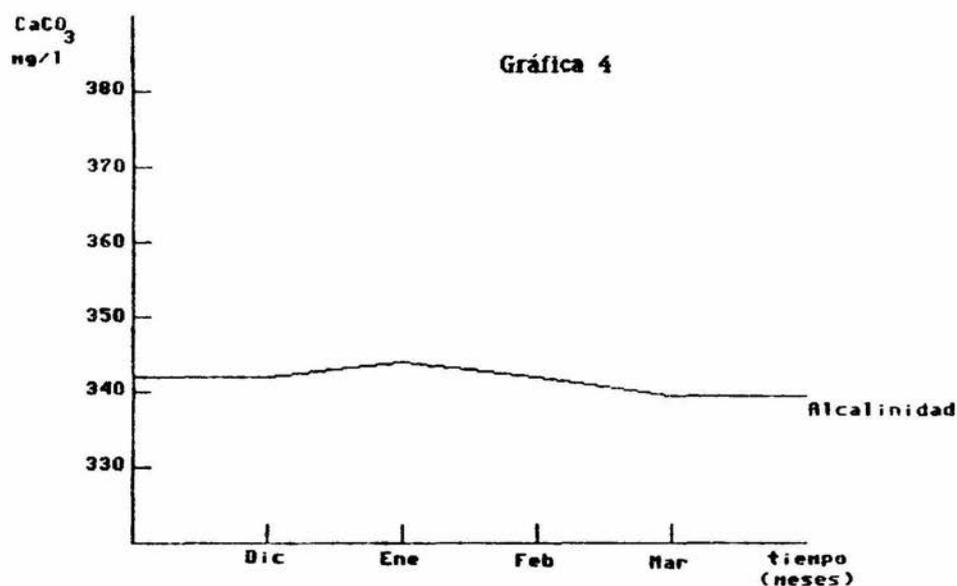
- Concentraciones de O_2 registradas a lo largo del periodo experimental



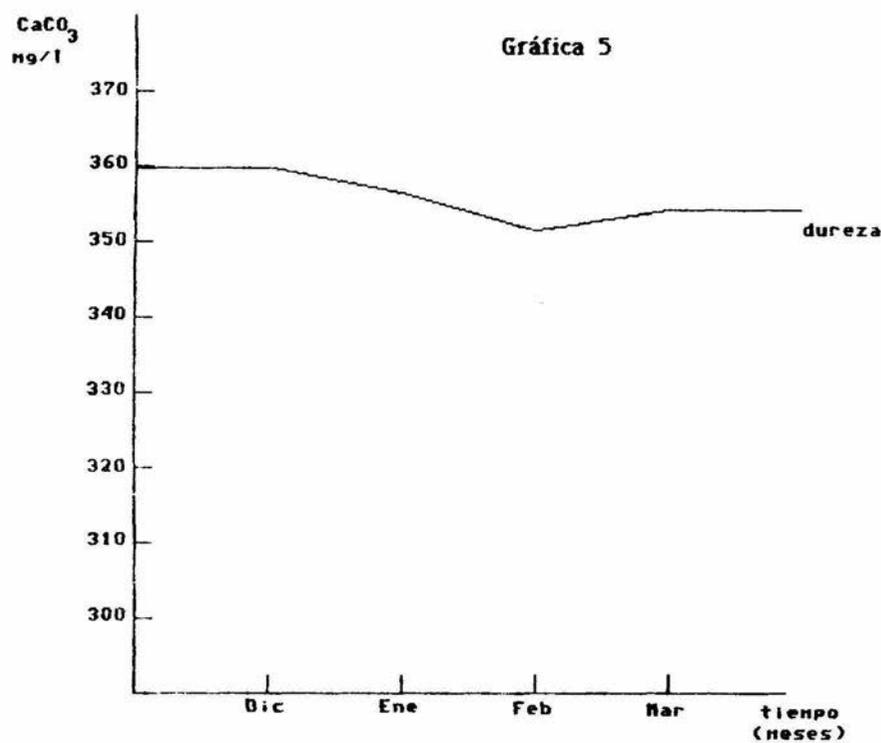
- Temperaturas en °C registradas a lo largo del periodo experimental



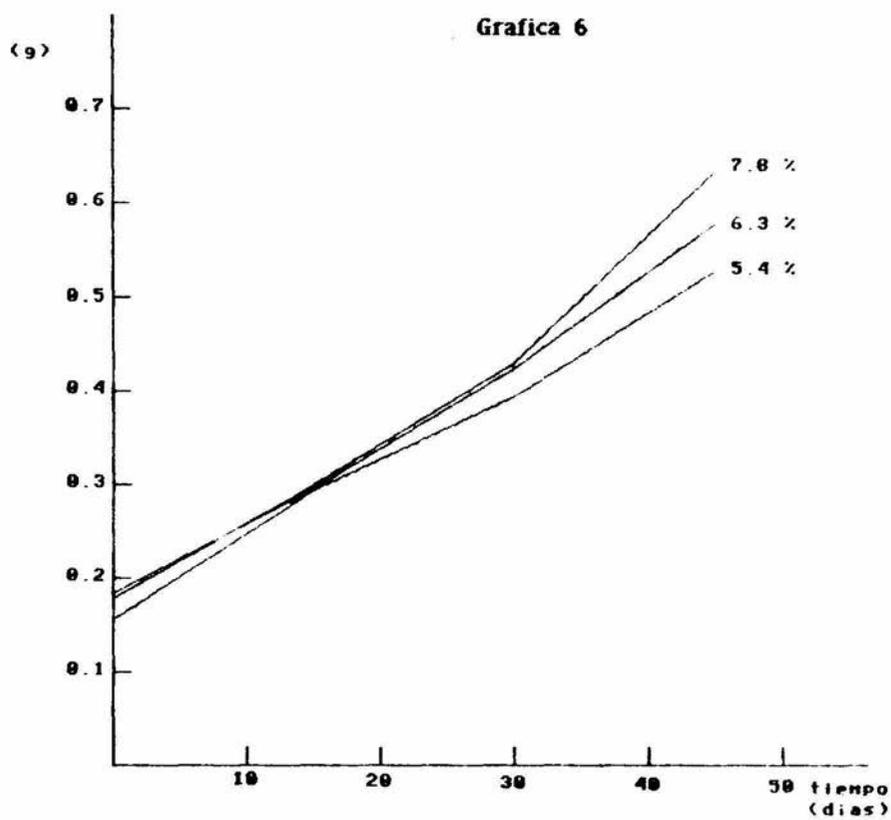
- Concentraciones de CO_2 registradas a lo largo del periodo experimental.



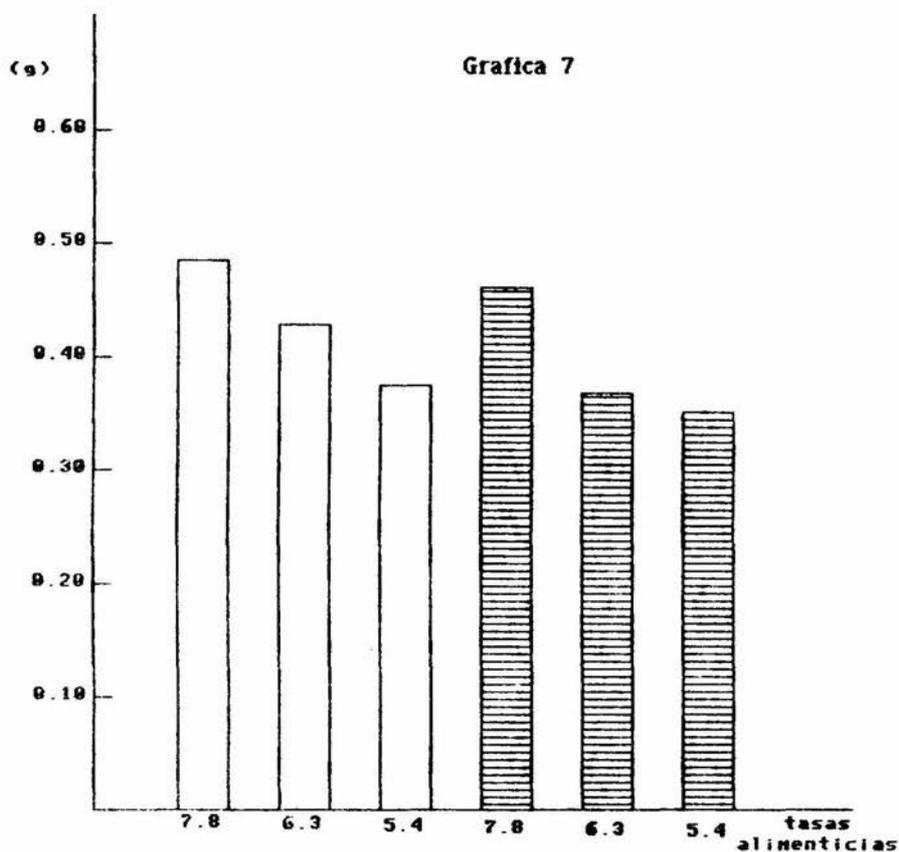
- Concentraciones de alcalinidad CaCO_3 en mg/l registradas a lo largo del periodo experimental.



- Concentraciones de dureza CaCO_3 mg/l registrados a lo largo del periodo experimental.



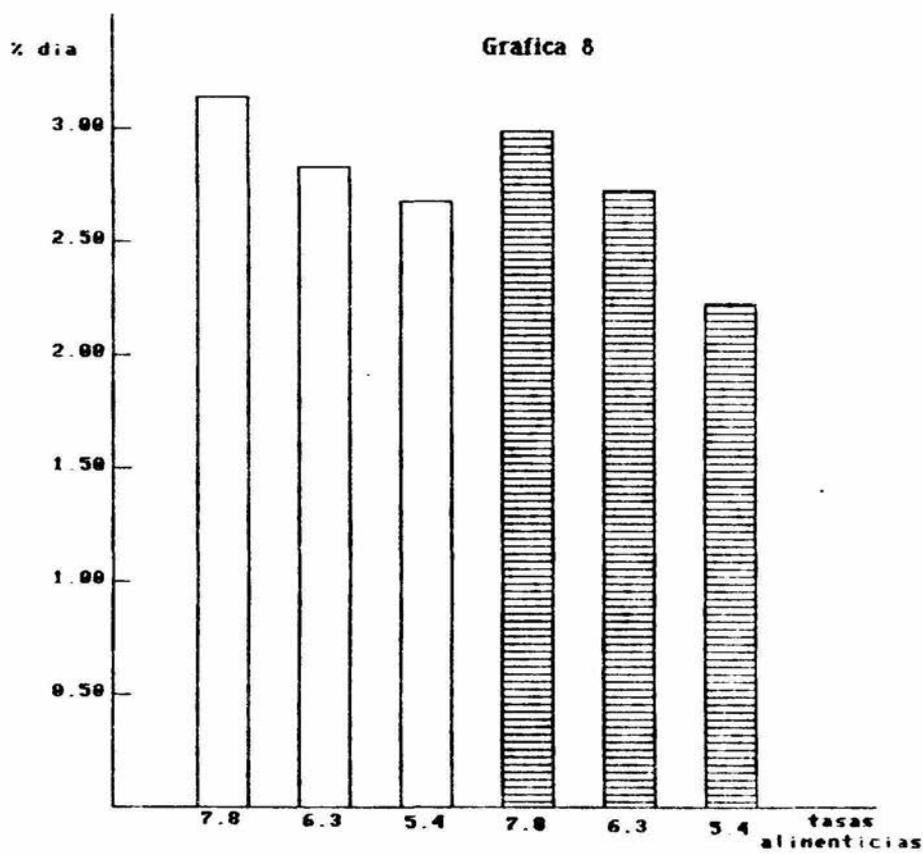
Lote 1- Crecimiento observado para las 3 diferentes tasas de alimentación.



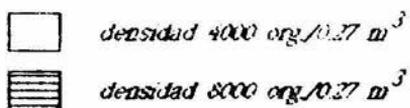
Lote 1- Peso ganado (g), para cada una de las tasas probadas.

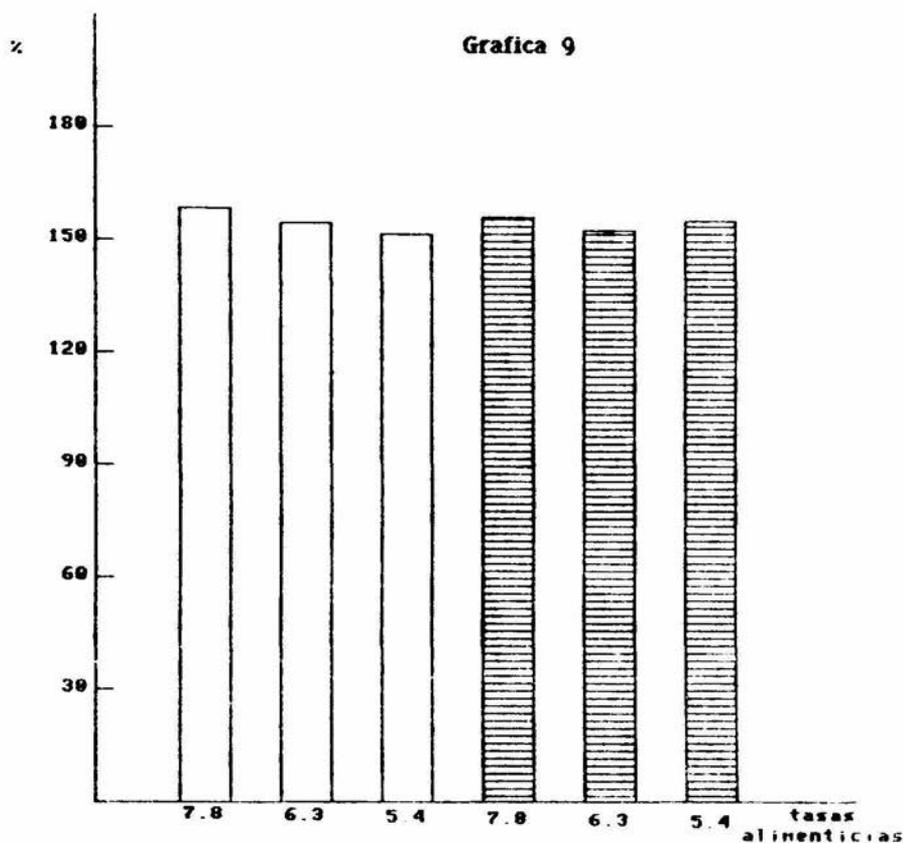
□ *densidad 4000 org./0.27 m³*

▨ *densidad 8000 org./0.27 m³*

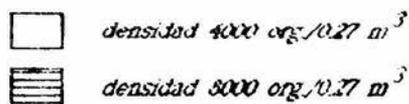


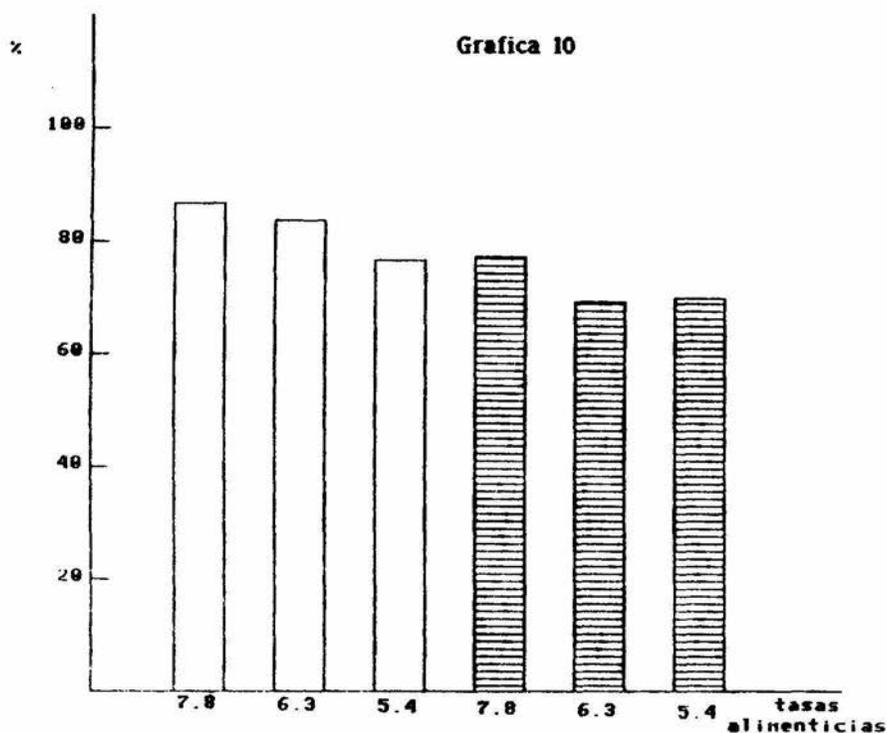
Lote 1.- Tasa de crecimiento específico (%/día) para cada una de las tasas probadas.



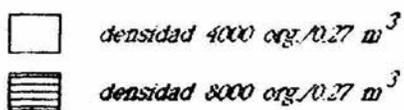


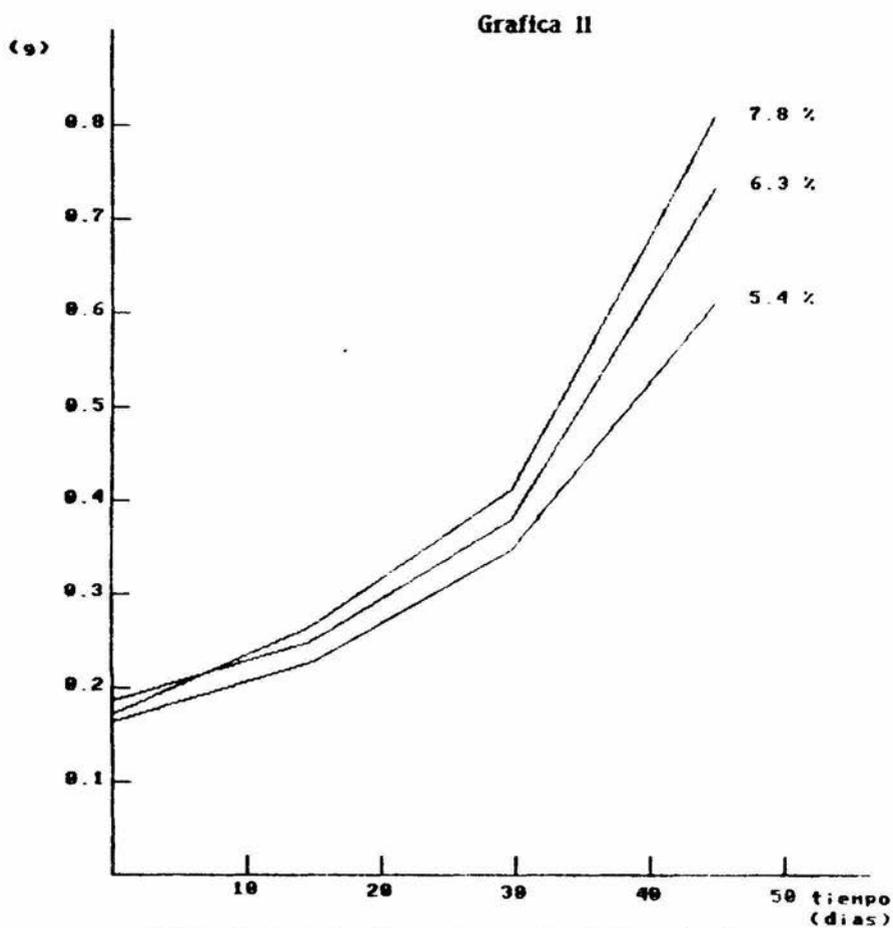
Lote 1 - Crecimiento en % (25 días) para las tasas probadas.



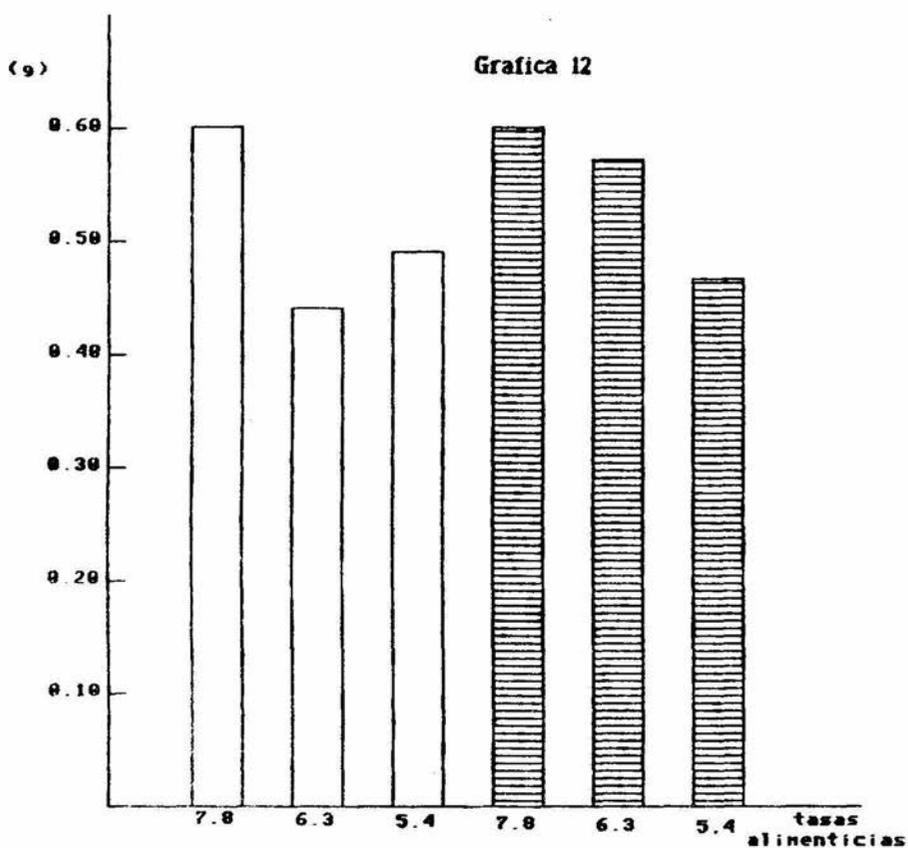


Lote 1- Crecimiento en % (45 días) para las tasas probadas.

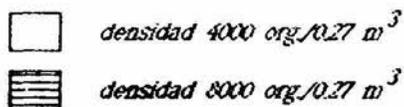


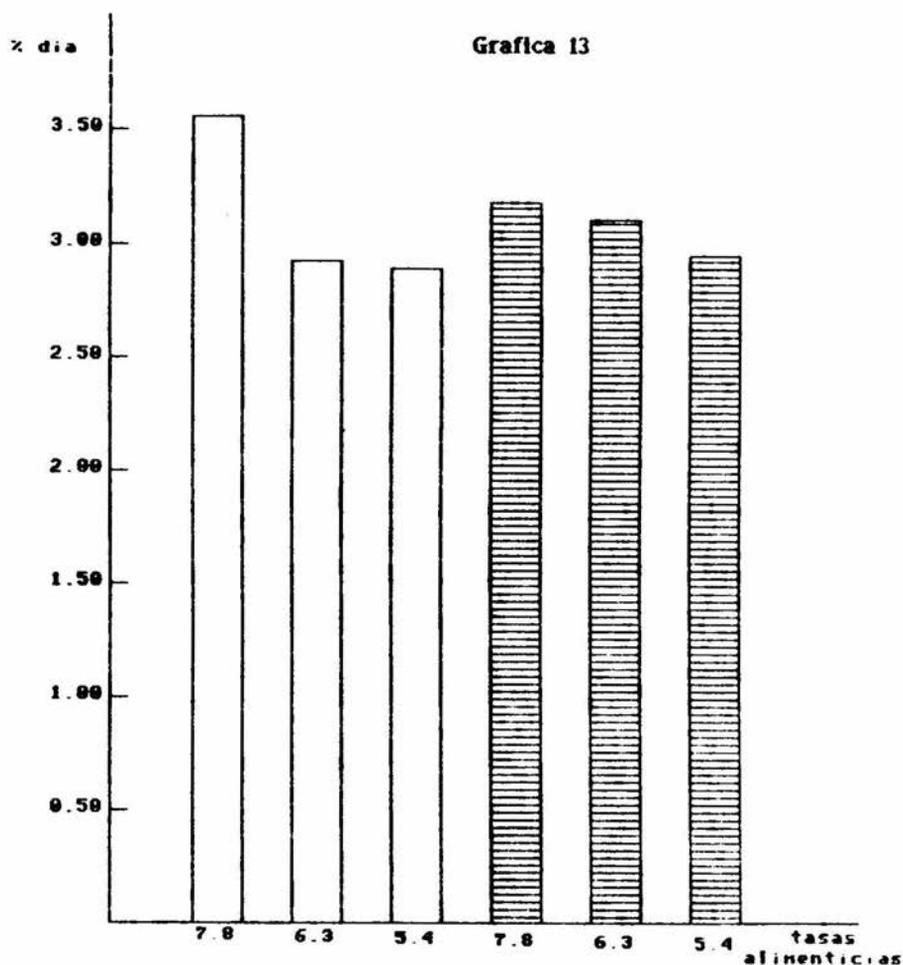


Lote 2- Crecimiento observado para las 3 diferentes tasas de alimentación.



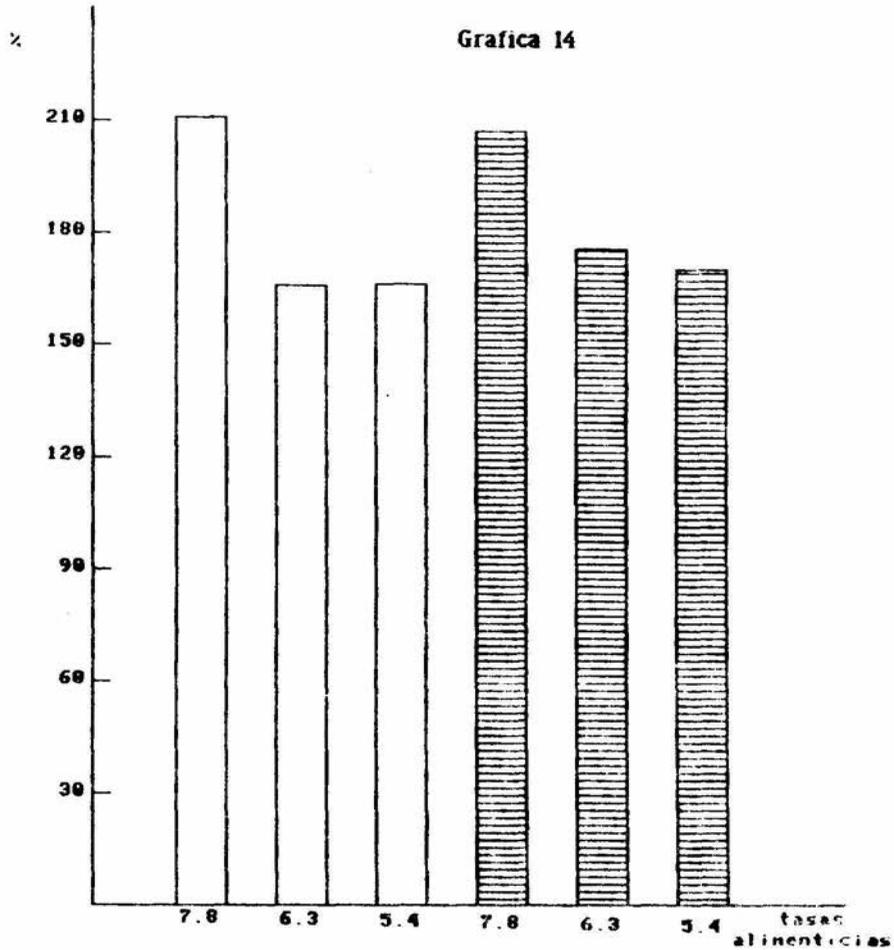
Lote 2- Peso ganado (g), para cada una de las tasas probadas.



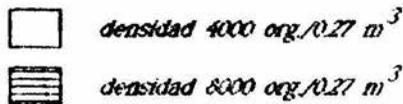


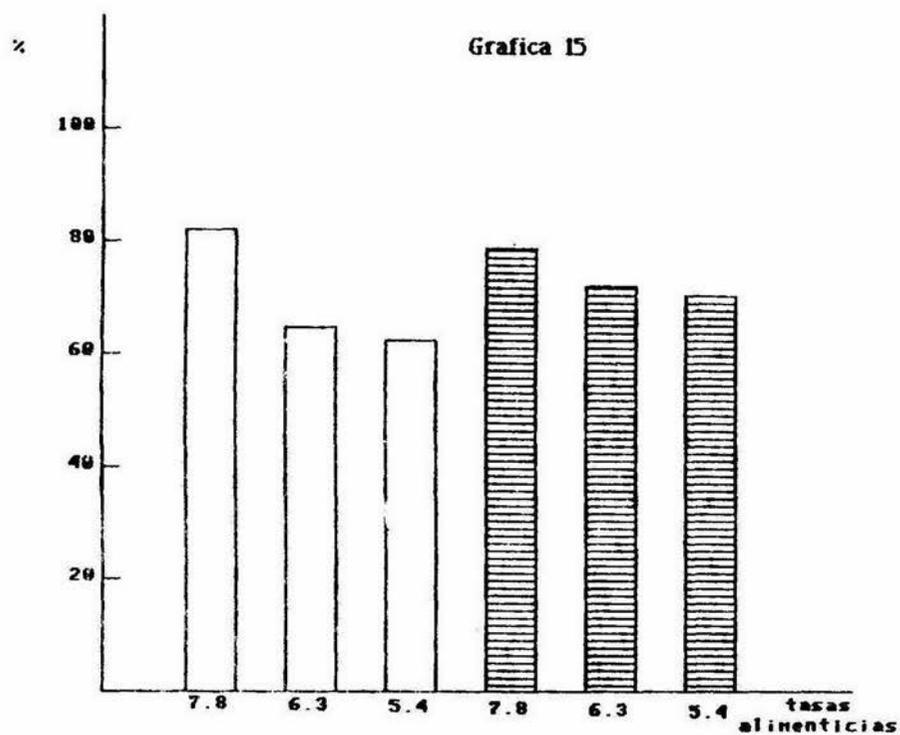
Lote 2- Tasa de crecimiento específico (%/dia) para cada una de las tasas probadas

- densidad 4000 org./0.27 m³
- densidad 8000 org./0.27 m³

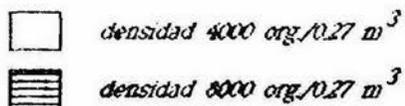


Lote 2- Crecimiento en % (45 días) para las tasas probadas:





Lote 2- Supervivencia observada a los 45 días experimentales.



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

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera H.P. y Noriega C.P., 1988, "La trucha y su cultivo", SEPESCA. Fondepesca, pág. 60.
- Alim. Pedregal, 1987, Ing. Jaime Almazán de la Rosa "Rancho El Pedregal" km. 42.5 carretera Toluca - Bultepec Texcaltitan, Méx.
- Alim. Purina, 1987, "Aqualine" Manual de Promoción. Pág. 17.
- Amby Maynard, 1933, "Nutrition", 4a. edición, Ed. Calypso, México pág. 7-10, 445-534.
- Arzos A.R., 1983, "Procedimientos para desarrollar una granja de cría de trucha arco iris (Salmo gairdneri)", tomo 2, A cuacultura, Infraestructura, Foro de consulta Popular para la planeación demográfica de Pesca, Méx., Secretaría de Pesca.
- Arredondo T.J.L, 1987, "Breve descripción de los criterios y Técnicas para el manejo de la calidad del agua, en estanques de piscicultura intensiva", Sepesca, págs. 120, 131, 161.
- Bardach E.J., Ryther H.J. y Mcalarrey D.W., 1986, "Acuacultura crianza y cultivo de organismos marino y dulceacuicolas", Ed. AGT, pág. 327-368.
- Barranco R.R., 1987, "Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de Salmo gairdneri Richardson (cria-juvenil) bajo tres condiciones diferentes de alimentación en la granja truícola de Matzinga, Ver.", Tesis Universidad Veracruzana, Facultad de Biología, Tuxpan Ver.
- Brett J.R. Y Groves T.D.D., 1979, "Physiological energetics" IN: Fish Physiology, Vol. 8, Academic Press, New York, págs. 279-352.
- Calvo M.M., 1959, "Primer estudio experimental de dietas para trucha arco iris", Boletín de Piscicultura rural, Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Oficinas de Estudios Biológicos México, páginas 5-10.
- Ceballos O.L., 1988, "Perfiles de la alimentación de peces y crustáceos en los centros y unidades de producción acuícola en Mex.", Dirección General de Acuacultura, FAO, págs. 21-24 y 65-72.

- Charles M.P., 1984, "Effect of feeding frequency on growth and food conversion of Cyprinus carpio fry", Aquaculture, Vol. 40, págs. 294-306.
- Chua Thia y Teng Seng-Keh, 1978, "Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, Epinephelus tauvina (forskal), cultured in floating net-cages.", Aquaculture, Vol. 14, págs. 31-47.
- Collins R.A., 1971, "Culturing trout in cages, National Marine Fisheries Service. U.S.A.
- Davis H.S. y Lord R.F., 1930, "Experiments with meat substitutes as trout food", Bureau fisheries document No. 1079 Washington D.C. pág. 123-147.
- Duran D.A. et. al., 1989, "Manual de técnicas estadísticas", ENEP Iztacala, UNAM, págs. 31-41.
- Escobar Saucedo R., 1989, "Evaluación de la calidad nutricional de los alimentos comerciales para la engorda de trucha arco iris (Salmo gairdneri) en jaulas flotantes, en la presa Ana Izacuala, Hidalgo", tesis ENEPI - UNAM pág. 67.
- Ewos A.B., 1988, "Guía de alimentación para trucha arco iris y Salvelinus", Ewos Aquaculture International Truter, Técnicas Ewos P.O. Box 618 S-15127, Sodertalge Sweden.
- Ewos - Baker, 1985 LTP Westfield, Bathgate West Lothian EH 45 3BP Abril.
- Faith B. et al., 1986, "Piscicultura se agua dulce", manual recetario (Bagre, carpa, tilapia, trucha), Secretaria de Pesca, Dirección General de Acuicultura, págs. 236-237.
- Franco et. al., 1985, "Manual de ecología", Editorial Trillas, México.
- Frederick W. W., 1984, "Diseño y construcción de sistemas de acuicultura", Ed. AGT. págs. 47-53.
- García E., 1973, "Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen para adaptarlo a las condiciones de la República mexicana, 2a. Edición, México D.P. UNAM, Instituto de Geología, págs. 13-41.
- Gómez Pompa A., 1978, "Ecología de la vegetación del estado de Veracruz 1a. Edición, Méx. Ed. Continental, págs. 41-45.
- Greenberg B. D., 1960, "Trout farming", Chiloth Company-Book division Philadelphia, New York, pág. 197.

- Halver E.J., 1976, "Nutritional Research with Salmonids", Proceeding of the first international conference on Aquaculture Nutrition, New Delaware USA. College of Marina Studies, University of Delaware págs. 25-37.
- Halver E.J. 1969, "Fish Nutrition", Fish Physiology, Ed. Hoar W.S. y Ronal D.J., Vol. 1, Academic Press.
- Haskell D.C., 1959, "Trout growth in hatchery", New York, Fish and game journal, 6(2): 204 - 237.
- Holm CHR J., 1986, "Yolk sac absorption and food selection in atlantic salmon feeding on live prey", *Aquacultura* 54, págs. 173-183.
- Huet M., 1983, "Tratado de Piscicultura", 3a. Edición, Editorial Mundipesca, Madrid, págs. 149-153.
- Jiménez G.F. et. al., 1987, "Las enfermedades del bagre", U. A.N.L., pág. 180.
- Jiménez G.F. et. al., 1988, "Parásitos y enfermedades de la tilapia", 2a. Edición, Publicación Técnica No. 3, U.A.N.L., pág. 109.
- Juancey K., 1982, "The effect of vasing dietary protein levels on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*)", *Aquacultura*, Vol. 27, págs. 43-54.
- Kendall L. Robert, 1988, "Taxonomic changes in North American trout names", *Transactions of the american fisheries society*, Vol. 117, No. 4, pág. 321.
- Klontz W.G. et. al., 1983, "Manual para la producción de trucha y Salmón", Silves Cup, Alimentos para la trucha y el salmón, U.S.A.
- Klupp H. et. al., 1988, "Effects of interaction between strains and environment on growth trains in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)", *Aquaculture* 14(3), págs. 271-275.
- Lager F.K. et. el., 1988. "Ictiología", 1a. Ed. en español, Editorial AGT, México págs. 125-166.
- Landless F. J., 1975, "Demand-feeding behavior in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)", *Aquaculture* 7(1), pág. 11-28.
- Leitritz E. y Lewis R., 1976, "Trout and Salmo culture", (Hatchery method). *Fish Bulletin* 164. State of California, Department Fish and game, págs. 108-109.

- Lehninger L.A., 1979, "Bioquímica", 2a. Edición, Omega España.
- Medina G. M. y Kuri N.F., 1987, "Elementos de alimentación y manejo de los alimentos balanceados en el cultivo intensivo de especies acuáticas; Manual Técnico, Dist. Restringsida, Alimentos Balanceados de México S.A. de C.V. pág. 103.
- Meyer F.P., 1969, "Commercial fish production in the U.S. and its relationship to the feed industry". Feedstuffs 41(7) 27.
- National Academic of Sciences, 1973, "Nutritional Requirements of trout, Salmon and catfish", Research Council USA pág. 57.
- Newth R.L., 1976, "Crecimiento y desarrollo animal", Ed. Omega, España, págs. 76-81.
- Orbe M.A., 1978, "Diseño y establecimiento de una granja de producción de trucha arco iris en Veracruz, Méx.", 29 Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Depto. de Pesca, Dirección General de Acuicultura.
- Padilla G.S., 1987, "El mundo de la Pesca", 1ª Ed. Secretaría de Pesca, Méx. págs. 73-104.
- Paz N.L. et. al., 1963, "El cultivo de la trucha y el Salmón", Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Mex. pág. 31
- Piper G.R., Mc Elwain B.T., Orme E.L., Fowler G.L., Leonard K.J., 1986, "Fish Hatchery Management", Department of the Interior U.S.A.
- Post G., 1972, "Nutrition of Salmon, trout, and temperature-water fishes", Progress in fish and food science, University of Washington College of fisheries 50th anniversary celebration symposium, University of Washington, Publications in fisheries, New Series, Vol. 5.
- Phillips A. M. et. al., 1947. "The nutrition of trout", Fishing Research Bulletin, No. 10. Págs. 1-35.
- Ramirez G.R. 1976, "Instructivo para la cría de trucha", Instituto de Investigaciones biológico Pesqueras, Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Pesca.
- Ricker W.E., 1925, "Computation and interpretation of Biological Statistics of Fish Population, Department of the environment fisheries and Marine Service, 1:2932, 2:203-233.

- Roberts R.J. y Shepherb A.N., 1985, "Enfermedades de la trucha y el salmón", Ed. Acrybia, Zaragoza España, pag. 35.
- Rodriguez D.L., 1988, "Formulación de proyectos, guía para truticultura", Secretaría de Pesca, FONDEPESCA, pag. 95.
- Rodríguez D.L., 1988, "Instalaciones Piscícolas", Secretaría de Pesca, FONDEPESCA, pag. 57.
- Rodríguez G.M., 1975, "Efectos de algunos alimentos sobre el crecimiento de crías y juveniles de trucha arco iris (Salmo gairdneri)", Secretaría de Industria y Comercio, Subsecretaría de Pesca, págs. 2-83.
- Sánchez D.A., et. al., 1977, "Breviario Municipal de Jalapa, Ver.", Editado C.E.P.E.S.
- Satia P.B., 1974, "Quantitative protein requeriments of rain bow trout, Prog. Fish. Cult. 36(2).
- Sepesca, 1987, "El mundo de la pesca", 1a. edición, Secretaría de Pesca.
- Sepesca, 1988, "Lineamientos normativos para la sanidad y nutrición acuícola en México". Coordinación Nacional Delegaciones de Pesca, pag. 532.
- Scheffler W.C., 1981, "Bioestadística", Fondo Educativo Interamericano. E.U.A pag. 32-41.
- Tacon J.G.A., 1985, "Manual de Nutrición", Secretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura, pag. 121.
- Wallace I.C., 1984, "The initial feeding of arctic char (Salvelinus alpinus) alevins at different temperature and under different feeding regimes", Aquacultura 38, págs. 19-33.
- Wetzel F.G. y Likens, 1979, "Limnological analises" Philadelphia W.B. Saunders Co. pag. 357.
- Weatherly A. H., 1972, "Growth and ecology of fish populations", Academic Press, London págs. 1-122.
- Windell T. J., 1969, "Digestive response of rainbow trout (Salmo gairdneri), to pellet diets", Journal Fisheries Research Board of Canada, Vol. 26 No. 7, págs. 1801-1812.
- Wedemeyer G. A. y Wood J. W., 1974, "Stress as a predisposing factor in fish disease", FDL-38, USFWS USA.

- Vazquez H.M. y Aviles Q.S., 1987, "Guía practica de nutrición y elaboración de dietas balanceadas para trucha arco iris", SEPESCA, Dirección General de Acuacultura.
- Zendejas H.J. 1987, "Recomendaciones para la alimentación de peces con raciones balanceadas", SEPESCA, Dirección General Acuacultura págs. 7-21.
- Zendejas H.J. y Olmos T.E., 1988, "Determinación económica y nutritiva de 6 alimentos comerciales para trucha arco iris (Salmo gairdneri) en jaulas flotantes", Secretaría de Pesca, Dirección General de Acuacultura, pág. 14.