

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACION PESQUERA
PATZCUARO MICHOACAN

CULTIVO EXPERIMENTAL DE TRUCHA ARCOIRIS EN JAULAS EN LA PRESA
PUCUATO MPIO. DE HIDALGO, MICHOACAN.

INFORME TECNICO

DICIEMBRE DE 1995

INTRODUCCION.

El cultivo en jaulas fue descrito por primera vez por Lafont y Saveun en 1951; citado por Coche (1976), ha sido usado por cerca de un siglo en Camboya, principalmente con peces de la familia Siluridae y Claridae, en 1940 se extendió a paices del lejano Oriente, donde se producían carpas de 200 g en un período de cuatro meses, sin alimento adicional y en cajas de bambú (Coche, 1976). Diez años después, Japón inicia experimentos con especies salobres como Seriola quinqueradiata y con especies dulce acuícolas en lagos con Cyprinus carpio, con magníficos resultados y a partir de 1964 el cultivo en jaulas se introdujo en Estado Unidos y Alabama.

En los últimos 15 años aproximadamente, el cultivo en jaulas en aguas continentales, se ha extendido a más de 35 países de Europa, Asia, África y América y ya para el año de 1978, se criaban experimentalmente en jaulas, más de 70 especies de peces de agua dulce (Coche, 1976).

Así pues, el cultivo en jaulas tiene la posibilidad de utilizar al máximo todas las fuentes de agua disponibles del modo más económico y puede combinar varios tipos de cultivo dentro de una masa de agua, manteniendo independiente los tratamientos y la explotación.

El cultivo en jaulas se realiza para diferentes estadios de peces de agua dulce y de mar e inclusive se están haciendo intentos en Japón para criar camarón "Kuruma" en jaulas de red (Bardach, 1986). Los tamaños de jaulas varían desde un metro cúbico a más de 100 metros cúbicos, entre más pequeña sea la jaula, facilita más la cosecha, su movimiento y traslado.

El uso de jaulas en los diferentes cuerpos de agua, puede llegar a cambiar las condiciones del medio, produciendo alteraciones como el aumento en la tasa de producción, desarrollando importantes incrementos fitoplanctónicos (Adams, 1976;

citado por Castrejón, 1990) y contribuyendo al aumento de la concentración de fósforo y abatimiento de oxígeno, provocando con ésto la muerte segura a la población de peces.

ANTECEDENTES.

La respuesta de los ecosistemas acuáticos a los aumentos de la concentración de fósforo, ha sido el tema de intensos debates durante varios años, (Beverdige, 1986) para lo cual se han preparado varios modelos, los cuales intentan pronosticar las concentraciones de fósforo en lagos y embalses mediante varias ecuaciones de balance de masas y ponerlas en relación con la productividad (estado trófico). Beverdige (1986, op.cit.) presenta un informe de lo que se sabe sobre las repercusiones que tiene en el medio ambiente el cultivo de peces en jaulas y corrales colocados en aguas continentales y examina posibles métodos para estimar su capacidad de carga productiva.

Castrejón, (1990) presenta un documento basado en la revisión de una serie de estudios acerca del cultivo de peces en jaulas, ofreciendo información acerca de la construcción, materiales, forma y dimensiones de recintos, así como la operación y aspectos de crecimiento y producción de peces en jaulas. En cuanto a la alimentación y a la ración diaria para peces en jaulas, nos dice que en general, varía del 2 al 6 % de peso vivo y para el caso de trucha arco iris es del 1 al 4 % de peso vivo con gránulos flotantes y el 36 % de proteínas o el 2 % de peso vivo en pellet; recomienda también que la abertura de malla para trucha arco iris sea menor que un décimo de la longitud total de los peces almacenados.

Huet, (1986) menciona que el cultivo intensivo en jaulas se ha propagado por todo el mundo, tanto en la costa como en aguas interiores y que el objeto es producir grandes cantidades de peces en pequeñas superficies, que el evento de cosecha se hace más fácil y que se tiene la posibilidad de usar cuerpos de agua en los que el cultivo típico de peces no se puede realizar. Describe el tipo de material, dimensiones y ubicación de las jaulas y menciona también las producciones de diferentes especies, citado por Coche, (1976) donde dice que las dimensiones de siembra normales para la trucha arcoiris son de 300 "fingerlings" por m³ y las máximas densidades finales de 40 kg/ m³.

Coche, (1976) Hace una revisión general muy completa del cultivo de jaulas y su aplicación en África, da la situación actual del cultivo en jaulas y las especies cultivadas; hace una descripción del material de construcción, dimensiones y mantenimiento de las jaulas, da sus ventajas y desventajas de éstas. Sobre alimentación de peces, proporciona los tipos de alimentación raciones diarias y tasa de conversión de alimento artificial.

Menciona que en Estados Unidos para el cultivo intensivo en jaulas de trucha arco iris utilizan un alimento para cultivo en raceways de Purina con 40 % de proteína, que en general, la conversión de alimento de peces en cultivo intensivo de jaulas varía de 1.2 a 1.7 Kg de pelets flotantes por kilogramo de pez producido; una experiencia en los Países Bajos con trucha arco iris, da una conversión de 1.6 a 1.8 Kg de alimento por Kg

de pez producido. Nos dice también, que la trucha arcoiris da un promedio de peso ganado mucho más bajo que otras especies: gana más de 100 gr en cuatro meses.

Nos da información sobre la tasa de siembra en cultivo intensivo para jaulas siendo ésta de manera general entre 15 y 25 kg/ m³, en el caso de trucha arcoiris menciona que más allá de cierta densidad, parece que el pez vive en constante estrés, por lo que influye en su crecimiento, en Estados Unidos con trucha, han tenido una capacidad de carga de 80 kg/ m³ y hasta más de 100 kg/ m³ y la máxima producción parece estar entre 55 y 65 kg/ m³. Informa, que la mortalidad de peces cultivados en jaulas es generalmente baja si se adaptan prácticas correctas de cultivo, por ejemplo para trucha, es de 0.6 % en 4 meses, según experiencias.

Finalmente, cita que la eficiencia del cultivo desde el punto de vista económico, consiste en producir peces de valor comercial con una aceptable tasa de conversión durante un período dado de tiempo y en una cantidad que es económicamente redituable.

Milne, (1976) hace una descripción del cultivo de peces en jaulas flotantes en Kampuchea, Camboya en el vaso bajo del río Mekong. Habla del cultivo tradicional, de las dimensiones y tipo de jaulas, densidades y época de siembra, cosechas y enfermedades.

Kuronuma, (1968) comenta que el cultivo de la carpa en jaulas se inicia en 1951 en la Estación Experimental, produciendo 11.3 kg/m² en 85 días con alimento intensivo y que a partir de entonces, se empezó a experimentar con carpa común, trucha arcoiris y con ayu (Plecoglossus altivelis). Nos dice también que es necesario la investigación en la construcción de jaulas, tasa de siembra y alimentación, lo cual depende del conocimiento adecuado de la fisiología del pez con relación al medio ambiente limnológico que rodea a las jaulas en cultivo. Bardach en 1986, nos dice que el cultivo de trucha se inició con organismos importados que llegaron a México en la misma época que la carpa y que de esto hace casi un siglo, también comenta que la época de la trucha como alimento de lujo casi ha terminado y su época como fuente principal de proteína se está acercando.

Klontz en 1991, en su artículo "Producción de trucha arcoiris en granjas familiares", hace una recopilación de métodos y sugerencias ofrecidas por productores de muchos países, describiendo los factores que afectan la producción asociados con el pez, con el agua, con la nutrición y con el manejo, también maneja los aspectos de enfermedades y de economía y comercialización para la trucha arcoiris.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el crecimiento de trucha arcoiris, probando diferentes densidades y diferentes tamaños de jaulas.

METODOS.

El presente estudio, se realiza en la Presa de Pucuat, mpio. de Cd. Hidalgo, Mich., la cual se encuentra ubicada a los 19° 00' 40" de Latitud norte y a los 101° 15' 00" de Longitud oeste (figura 1). Su agua se utiliza para riego en cualquier terreno y plantas y para uso piscícola. Tiene una extensión de 172.5 ha., una precipitación media anual de 1330.32 mm. y una temperatura media anual de 13.36° C. Se localiza a 2480 msnm. El clima que se encuentra en el municipio es templado con lluvias en verano y al norte, con lluvias todo el año. (Secretaría de Gobernación y Gob. de Michoacán, 1988).

Generalidades del Cultivo:

Se llevará a cabo el cultivo intensivo de engorda en jaulas flotantes con la especie Oncorhynchus mykiss (trucha arcoiris). Se probarán dos densidades y dos tamaños de jaulas diferentes y por triplicado: 8kg/ m³ y 16kg/ m³ y jaulas de 4 m³ y 8 m³. La duración del cultivo será de 8 a 10 meses el cual variará dependiendo de las condiciones climatológicas específicas del lugar.

1. Material, Dimensiones y Ubicación de las Jaulas. El material de las jaulas es de paño alquitranado con luz de malla de media pulgada, su armazón de pvc con tubos sellados para su flotación. Las dimensiones de las jaulas son, 6 jaulas de 2 X 2 X 1.25 m. (4 m³ en agua) y 6 jaulas de 4 X 2 X 1.25 m. (8 m³ en agua). La ubicación de las 12 jaulas se realizará de manera perpendicular a la corriente principal del agua, con 2m. aprox. entre el fondo y la jaula.

2. Alimentación y Ración Diaria. Se proporcionará alimento balanceado para trucha marca "El Pedregal, Silver Cup" con un 38% de proteína, la ración alimentaria diaria será del 3% de su biomasa distribuida ésta tres veces al día.

Para conocer y determinar la eficiencia del cultivo, será necesario obtener los siguientes parámetros:

-Factor de Condición Múltiple (Depto. de Pesca, 1980), el cual indica la condición del pez como es el grado de bienestar, robustez y gordura; dando información sobre las necesidades alimenticias de la población con respecto al tiempo. La fórmula a utilizar será:

$$KM = \left(\frac{W}{L^b A^c} \right) 100$$

KM = Factor de condición múltiple.

W = Peso.

L = Longitud.

A = Altura.

b-c = Constantes.

-Factor de Conversión de Alimento (Depto. de Pesca, 1980), el cual nos determinará la efectividad del alimento suministrado:

$$FCA = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en un tiempo dado}}{\text{Incremento en peso de la población en el mismo tiempo}}$$

-Tasa de Mortalidad, se obtendrá bajo la siguiente fórmula:

$$TM = \frac{Ni - Nf}{Nt} \times 100$$

Ni = peces iniciales
 Nf = peces finales
 Np = peces totales

Se realizará un muestreo merístico de una muestra de los peces cultivados tomando: Longitud total, longitud patrón, altura y peso del pez.

Para la obtención de la tasa y curva de crecimiento, se trabajará con el modelo de Von Bertalanfy (1963):

$$Lt = L (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Donde: L_t = Longitud al tiempo X
 L = Longitud máxima esperada
 K = Tasa de crecimiento constante
 t = tiempo
 t_0 = Edad al tiempo cero

Para determinar la eficiencia del método de cultivo y la óptima densidad, se realizarán las siguientes pruebas estadísticas: media, coeficiente de variación, regresión, análisis de varianza (para conocer si hay diferencia entre los promedios) y la prueba de Tukey (para conocer cual es el promedio que está causando las diferencias).

Se realizará un análisis bimensual de la calidad de agua con fines acuaculturales de: oxígeno, temperatura, pH, amonio como NH_3 y transparencia.

RESULTADOS.

Se instalaron 12 jaulas, (cuatro de 4.0 m² y cuatro de 8.0 m²) en la Presa de Pucato de manera perpendicular a la corriente del embalse, sujetas por muertos con tirantes y flotadores.

La siembra se realizó el nueve de agosto con nueve jaulas y el tres de octubre con dos jaulas, la talla promedio de siembra para el primer caso fue de 11.40 cm de longitud patrón y 44.5 g de peso; para el segundo caso, fué de 9.50 cm de longitud patrón y 10.30 g de peso. Las densidades de siembra son de 8.0 y 16 k/m³.

Los resultados promedio en el incremento de la longitud y peso por tratamiento por triplicado, se muestran en las figuras 1.2.3 y 4, y se dan en la siguiente tabla :El período de cultivo para los tratamientos uno, dos y tres, es de 90 días y para el tratamiento cuatro, de 36 días.

1er. tratamiento:

	LT cm	LPcm	Altura cm	Peso g
introducción	13.50	11.40	3.20	44.5
2o. muestreo	17.90	15.25	3.90	87.9
3er muestreo	22.20	19.30	5.20	155.0

2o. tratamiento:

introducción	13.50	11.40	3.20	44.5
2o. muestreo	17.25	14.60	4.10	75.4
3er muestreo	20.50	17.85	4.55	115.5

3er. tratamiento:

introducción	13.50	11.40	3.20	44.5
2o. muestreo	18.80	16.30	4.25	120.6
3er muestreo	23.10	20.25	5.45	179.5

4o. tratamiento:

	LT cm	LP cm	Altura cm	Peso g
introducción	9.70	-----	2.10	10.30
2o. muestreo	14.55	12.60	3.40	58.00

Para su alimentación, se está suministrando el 3% de su peso vivo de alimento balanceado para engorda de trucha, con el 38% de proteína y 10% d grasa de la marca "El Pedregal, Silver Cup".

El Factor de Conversión de Alimento (FCA) suministrado en estos tres meses de cultivo, es el siguiente:

$$FCA = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en un tiempo dado}}{\text{Incremento en tiempo de la población en el mismo tiempo}}$$

$$FCA = 1.8 : 1$$

La mortalidad registrada a partir de su introducción y hasta el mes de noviembre, (incluye tres muestreos y siembra) es del 13 %.

En cuanto a los resultados de los factores físico químicos del agua, obtenidos en cinco meses, tenemos que la temperatura mínima promedio es de 16.8 °C que corresponde en el mes de abril y máxima promedio de 19°C para el mes de julio con promedio de 18°C.

Se tiene un pH promedio para los cinco meses de 6.2

Para el oxígeno, tenemos que el mes de abril es el mejor, ya que se encontró una concentración de 9.0 mg/l en la superficie y de 6.9 mg/l a seis metros de profundidad, el mes de julio con las concentraciones mas bajas, ya que en la superficie se encontró una concentración de 5.1 mg/l y de 0.0 a seis metros de profundidad; mejorando las concentraciones de oxígeno poco a poco en los siguientes meses, teniendo para el mes de noviembre una concentración máxima de 7.8 mg/l y una concentración mínima de de 3.1 mg/l.

La alcalinidad promedio fue de 10 mg/l como CaCO₃ y la concentración de fósforo, fue menor a los 30 microgramos por litro, siendo ésta una característica de ambientes acuáticos poco fértiles, lo cual se comprueba con los bajos niveles de productividad en términos de clorofila.**CONCLUSIONES.-** El mejor desarrollo hasta la fecha de los organismos, se da en el tratamiento tres, donde tenemos una densidad de 8.0 kg/m³ y jaulas de 8.0 m³.

- Las condiciones físico químicas del agua de la presa son de calidad para la especie, ya que llevan un buen desarrollo en estos tres meses de cultivo sin reportarse mortalidad por enfermedades, no obstante que aparecen concentraciones bajas de oxígeno en el mes de julio, (superficie 5.1 mg/l, a tres metros 4.3 mg/l y a seis metros 0.0 mg/l) sin que esto afecte las jaulas, ya que éstas tienen una profundidad máx. de 1.50m - Se obtuvo una tasa de conversión alimenticia en estos tres meses de cultivo, siendo ésta de 1.8 kg de alimento, por kilo de trucha producido.

BIBLIOGRAFIA. BARDACH, 1986. Acuicultura, Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce. 1a. Ed. Español Ed. AGT. p.

BEVERDIGE, C.M. 1986. Piscicultura en Jaulas y Corrales. Modelos para Calcular la Capacidad de Carga y las Repercusiones en el Ambiente. FAO Documento Técnico de Pesca No. 255. 101 p.

CASTREJON, O.L.; PORRAS, D.D., 1990. Algunos Aspectos del Cultivo en Jaulas. Lab. de Hidrobiología y Acuicultura. Univ. Autónoma del Edo. de Morelos. 20 p.

COCHE, G., 1976. A General Review of Cage Culture And Its Application In Africa. FAO Technical Conference on Aquaculture. Kioto. FIR: AQ/Conf/76/ E.72.FAO, Rome 33p.

DEPARTAMENTO DE PESCA, 1980. El Factor de Condición Múltiple y El Factor de Conversión de Alimentos. Manuales Técnicos de Acuicultura, Año 1 No.1 34p. HUET, M., 1986. Textbook of Fish Culture. Fish Cultivation in Floating Cage, Section IV. 242-243 pp.

KLONTZ, G. W., 1991. Producción de Trucha arcoiris en Granjas Familiares. Depto. de Pesquerías y Recursos de Vida Salvaje, Universidad de Idaho. Moscow, Idaho. 88 p.

KORONUMA, K. Carp Culture in Floating Ret Cages in Lakes. Tokyo Univ. of Fisheries. FAO Fish Rep. 44 (5): 123-142 p.