



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOBRE LOS RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN LIMNOLOGÍA Y
ACUACULTURA



MANEJO ACUACULTURAL DE EMBALSES: UNA PROPUESTA PARA EL EXTENSIONISMO ACUÍCOLA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CENTRO ACUÍCOLA DE ZACAPU

TESIS

QUE PRESENTA

ANA BEL HUIPE RAMOS

**PARA OPTAR POR EL TITULO DE MAESTRÍA EN
CIENCIAS EN LIMNOLOGÍA Y ACUICULTURA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. FERNANDO BERNAL BROOKS
MORELIA, MICHOACÁN, MARZO DE 2007**

ÍNDICE

I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	8
2.1. Extensionismo acuícola en el mundo	8
2.1.1. China	8
2.1.2. Cuba	10
2.1.3. Malasia	10
2.1.4. Zimbabwe	11
2.1.5. Cambodia	11
2.1.6. Tailandia	12
2.1.7. India	12
2.2. Extensionismo acuícola actual	12
2.3. Extensionismo acuícola en México	14
2.4. Extensionismo acuícola en Michoacán	19
III.- JUSTIFICACIÓN	25
IV.- OBJETIVOS	28
4.1. Objetivo general	28
4.2. Objetivos particulares	28
V.- HIPÓTESIS	29
VI.- ÁREA DE ESTUDIO	30
6.1. Ubicación geográfica	30
6.2. Fisiografía	32
6.3. Clima	32
6.4. Geología y suelos	32
6.5. Hidrología	33
6.6. Vegetación	33
6.7. Fauna	33
6.8. Ictiofauna	33
6.9. Actividades productivas	34
6. 10. Asentamientos humanos	34
6.11. Centro Acuícola	35
6.1.12. Acuacultura	35

VII.- ESPECIE EN ESTUDIO	38
7.1. Descripción taxonómica	38
7.2. Descripción física	39
7.3. Color	39
7.4. Distribución	39
7.5. Biología	40
VIII.- MATERIALES Y MÉTODOS	41
8.1. Sistemas de información geográfica	41
8.2. Medidas profilácticas previas	41
8.3. Diseño experimental en estanques	41
8.4. Densidad	42
8.5 Alimentación	42
8.6. Biometrías	45
8.7. Características fisicoquímicas	46
8.8. Tratamiento de datos	47
8.8.1. Análisis de varianza	47
8.8.2. Comparaciones múltiples	47
8.8.3. Factor de condición simple	47
8.8.4. Factor de condición múltiple	48
8.9 Diseño experimental en microembalses	49
8.9.1. Selección de sitios	49
8.9.2. Siembra de crías	49
8.9.3. Trabajo en microembalses	50
IX.- RESULTADOS	51
9.1. Sistemas de Información geográfica	51
9.2. Estanquería rústica	53
9.2.1. Variables físicas y químicas	53
9.2.2. Crecimiento	53
9.2.3. Rendimiento	54
9.2.4. Análisis de varianza	58
9.2.5. Factor de condición	58
9.2.6. Composición y precio del alimento utilizado	61
9.3. Microembalses	63
X.- DISCUSIÓN	64

XI.- CONCLUSIONES	66
XII.- REFERENCIAS	68
XIII.- ANEXO	
Anexo 1	
Anexo 2	
Anexo 3	
Anexo 4	

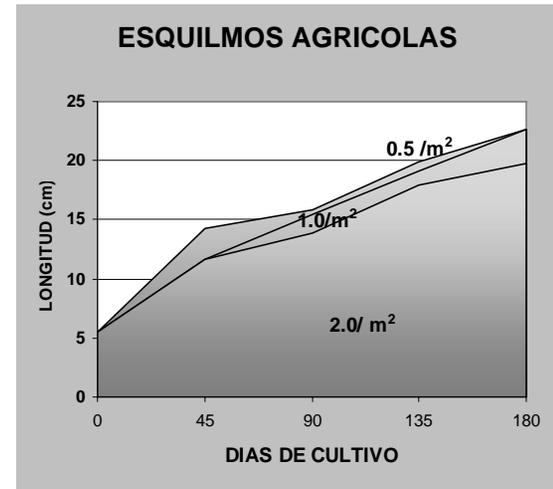
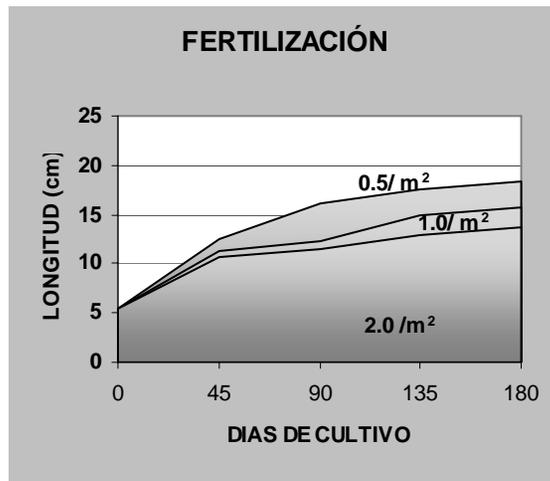
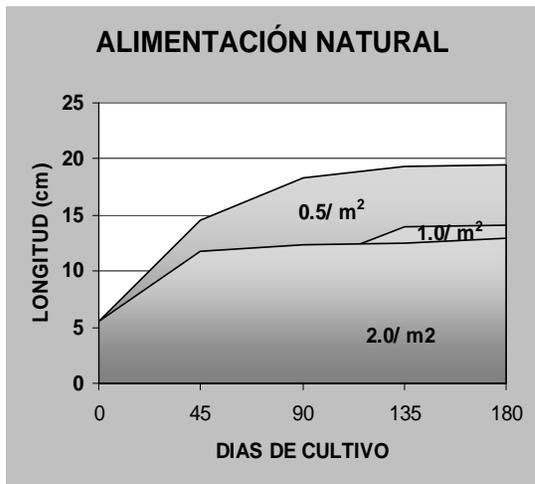


Figura 6. Crecimiento de longitud patrón promedio de la carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación.

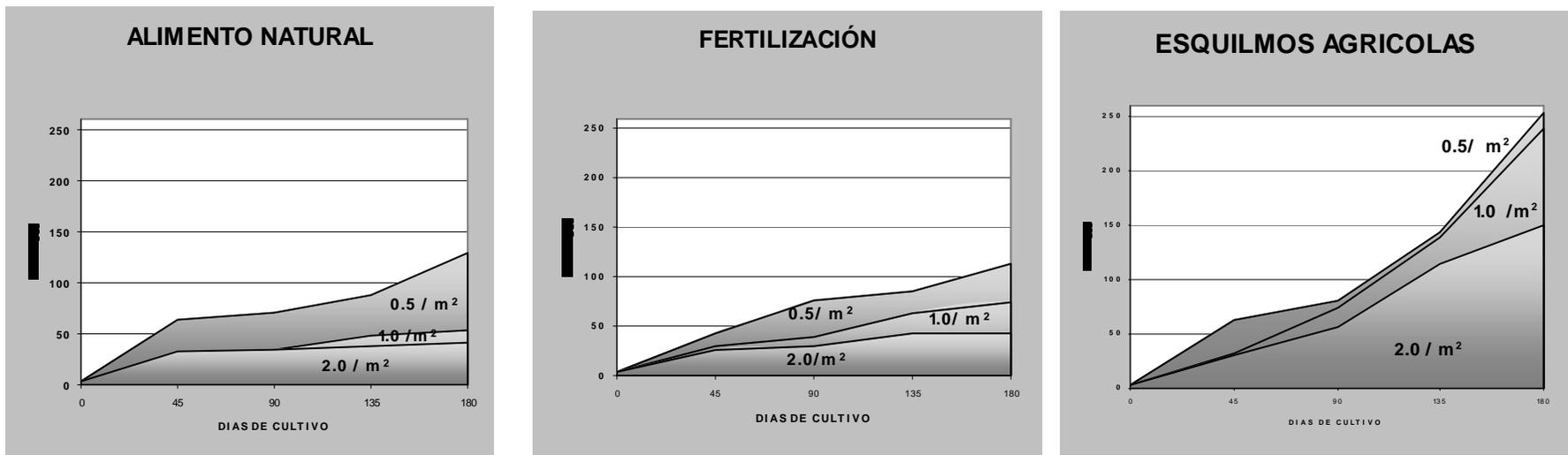


Figura 7. Crecimiento en peso de la carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación.

Relación de Tablas

Tabla 1. Coordenadas geográficas del área de jurisdicción.

Tabla 2. Calidad del Agua del Centro Acuícola Zacapu.

Tabla 3. Pruebas experimentales.

Tabla 4. Composición básica del alimento complementario suministrado a las carpas bajo condiciones experimentales.

Tabla 5. Siete microembalses del Municipio de Panindícuaro.

Tabla 6. Municipios y número de embalses ubicados dentro del el área de estudio.

Tabla 7. Comparación del contenido químico de los fertilizantes orgánico e inorgánico.

Tabla 8. Comparación nutricional de dos tipos de alimento.

Tabla 9. Costo del alimento en base a subproductos agrícolas.

Tabla 10. Análisis de precios.

Tabla 11. Variables físicas y químicas básica, registrada en los estanques de experimentación con rangos asociados.

Tabla 12. Comparación Múltiple de Duncan para la longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Tabla 13 Comparación Múltiple de Duncan para el Factor de Condición de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

INTRODUCCIÓN

Los microembalses acuáticos epicontinentales constituyen sitios importantes desde el punto de vista económico por el uso múltiple del agua en diferentes actividades productivas del medio rural. La prioridad de manejo en México suele ser el riego de parcelas agrícolas en períodos críticos de temporal así como abrevadero para el ganado. No obstante, los sitios que incluyen actividades de acuacultura eslabonan la producción agrícola y pecuaria en un ciclo integral que utiliza los subproductos agrícolas o el estiércol en la producción de peces. A su vez, los cuerpos de agua proporcionan suelo fértil a los campos agrícolas en un aprovechamiento óptimo e integral de recursos del campo.

La producción en sistemas integrales o “agroecosistemas”, además de satisfacer la necesidad de alimento de alto valor nutricional para las poblaciones, armonizan con el ambiente resultando social y económicamente viables para favorecer el empleo e ingreso en condiciones favorables de mercado (Little y Edwards, 2003). La estabilidad social en el medio rural depende de alternativas productivas que permitan contrarrestar la inseguridad alimentaria, mala nutrición, pobreza, desarraigo y migración a los centros urbanos o a los Estados Unidos.

Una alternativa productiva es el uso de los cuerpos de agua, los cuales, la Universidad Autónoma Metropolitana los clasifica de la siguiente forma (Sugunan, 1997):

- a) **Bordos.** Cuerpos de agua artificiales, creados primordialmente para propósito de riego donde la acuicultura es practicada comúnmente a niveles extensivos y semi-intensivos.
- b) **Presas.** Almacenamientos de agua de mayores dimensiones contruidos especialmente para la generación de energía hidroeléctrica.
- c) **Jagüeyes.** Pequeños almacenamientos de agua usualmente menores de una ha, para el cultivo de animales acuáticos y agricultura a baja escala.
- d) **Escurrimientos temporales.** Tienen un origen natural usados para propósitos de acuicultura.
- e) **Estanques rústicos.** Recintos de agua poco profundos que sin límite de superficie o volumen y contemplan el cultivo controlado de peces.

Un embalse artificial de dimensiones pequeñas (<10 ha) retiene agua de forma temporal o permanente por medio de una cortina rústica de tierra o mampostería. La dinámica de estos sistemas acuáticos involucra amplias fluctuaciones de nivel, períodos prolongados de sequía y condiciones ambientales cambiantes a lo largo del año; variaciones de temperatura tanto a lo largo del día como estacionales; reducción en la concentración de oxígeno por procesos de descomposición de la materia orgánica; altas cargas de nutrientes por acarreo de materiales de la cuenca de drenaje en la época de precipitación pluvial o por fertilización periódica con estiércol; bajos niveles de intensidad lumínica por turbidez abiogénica o biogénica resultado de movimientos continuos tanto horizontales y verticales de la columna de agua por acción de los vientos.

La composición química del agua, por su parte, refleja las condiciones del terreno circundante en cuanto a sustrato geológico de la cuenca de drenaje en general, uso del suelo y actividades productivas regionales (Hernández-Avilés, Galindo y Loera, 2002).

En este contexto, la carpa resulta ser una especie alternativa para la acuicultura en microembalses. Prácticamente el 78% de los cuerpos de agua epicontinentales de México reúnen características limnológicas adecuadas para su cultivo, sobre todo en la región de la Mesa Central donde existe una amplia distribución y preferencias de consumo por la población (Arredondo y Juárez, 1986 en SEPESCA 1988). Esta especie ha cumplido un importante papel desde el punto de vista social por su fácil manejo, bajo costo de producción, rápido crecimiento y gran adaptación a condiciones desfavorables, donde otras especies no pueden desarrollarse adecuadamente (SEPESCA, 1988). En mercados regionales de Michoacán (Tierra Cliente, Meseta Purépecha y Costa), la carpa no resulta atractiva al consumidor por la cantidad de espinas, mientras que en otras partes la demanda refleja una amplia aceptación (Estado de México, en Michoacán Municipios de Epitacio Huerta, Maravatío, Contepec, Penjamillo, etc.).

De las especies dulceacuícolas susceptibles de cultivo en México, la carpa ocupa el segundo lugar en importancia y su variedad “común” destaca con la mayor repercusión social (Bardach, 1982). Las estadísticas oficiales reportan la siembra de 66'434,707 crías de carpa para 1998, es decir, 41% del total de la

producción nacional, únicamente superada por la tilapia con el 50% (Anuario Estadístico 2003).

La carpa común puede ser mantenida en cultivos extensivos o semi-intensivos, en monocultivo o policultivo con otros ciprínidos y tilapias. Con alimento natural o alimento suplementario; en sistemas intensivos en monocultivo con alimento complementario (en jaulas, presas, estanques de agua corriente o estancada o en sistemas de recirculación) o en sistemas integrados con ganado y agricultura (Flajshans y Hulata, 2006).

El manejo acuícola de los cuerpos de agua incluye:

a) Cultivo extensivo

Los embalses, frecuentemente ricos en nutrientes y muy productivos (eutróficos), resultan ideales para la acuicultura extensiva como una alternativa más sencilla de manejo, que depende única y exclusivamente de la producción natural de alimento. En forma paralela, los centros acuícolas llevan a cabo programas de extensionismo para la siembra y repoblación de embalses con crías de peces u organismos jóvenes de especies seleccionadas. La finalidad principal consiste en la generación de alimentos de alto valor nutricional en el medio rural y el impacto social.

b) Cultivo semi-intensivo

El suministro adicional de alimento al existente de forma natural, ya sea a través de la fertilización orgánica (estiércol) y/o la aplicación de alimento suplementario (esquilmos agrícolas) en sistemas de cultivo permite incrementar

los rendimientos productivos en embalses asociados a otras actividades agropecuarias.

Cultivo intensivo o de alto rendimiento

Las especies con paquetes tecnológicos desarrollados como el bagre, tilapia y trucha arco-iris por un prolongado proceso de selección artificial, resultan muy convenientes para lograr la mayor remuneración económica en los cultivos debido al rápido crecimiento de los organismos, amplia conversión alimenticia, alto valor comercial y demanda en el mercado. El objetivo de administrar alimentos balanceados pretende la obtención de los mayores márgenes de utilidad y producción en el menor espacio y tiempo posible. Las instalaciones utilizadas para este fin incluyen estanquería rústicas y semirústicas, jaulas flotantes y canales de corriente rápida principalmente.

Los Centros Acuícolas propiedad de los gobiernos Federal y Estatales llevan a cabo programas de extensionismo para impulsar la producción de peces en los diversos sistemas acuáticos nacionales. De la misma manera, ofrecen asesoría técnica a los productores desde la siembra de crías hasta la cosecha de organismos adultos. El objetivo es impulsar el desarrollo de unidades de producción bien estructuradas, y facilidad de manejo por parte de los representantes o propietarios que en su mayoría pertenecen a comunidades rurales del sector campesino.

Cada Centro Acuícola cuenta con una demarcación geográfica en su periferia donde conjuntamente con los productores se acuerdan diversas actividades conjuntas, incluyendo muestreos biológicos para determinar la cantidad de alimento a suministrar, fertilización, muestreos de agua y selección de

organismos por tallas. La información obtenida en la cosecha de forma empírica permite evaluar la densidad de siembra en ciclos posteriores y progresar hacia el logro de operaciones cada vez más eficientes.

La densidad de carga establecida por el gobierno mexicano para unidades de producción de carpa en cultivo semi-intensivo corresponde a 1.087 crías/m² (SEPESCA, 1988). En embalses de mayores dimensiones predomina el cultivo extensivo pues en proporción con un estanque de pequeñas dimensiones, la posibilidad de obtener insumos de la actividad agropecuaria es más difícil y asimismo aumentan las restricciones para una siembra de crías al mismo nivel que en una estanquería. De esta forma, las unidades de 2-5 hectáreas inundadas permanentemente reciben como máximo 15,000 crías y en casos mayores de 6.0 ha, hasta 30,000 crías. Para bordos temporales, la densidad de siembra de carpa va de acuerdo a la retención de agua, área inundada máxima y mínima, además depende del resultado en ciclos anteriores.

El presente trabajo de tesis se orientó al Programa de Extensionismo del Centro Acuícola de Zacapu en Michoacán, con la finalidad de definir la capacidad de carga de los embalses y organizar adecuadamente la producción y siembra de carpa en los embalses regionales. En la actualidad la atención a los productores ha sido improvisada y no existen indicadores regionales precisos sobre la cantidad de crías a introducir en cada caso más allá del índice general señalado.

La posibilidad de estimar la capacidad de carga de cada embalse en la región, permitiría retroalimentar el Programa de Extensionismo en términos del número de crías a producir para cada caso. La suma de necesidades individuales en toda una región conduce a un manejo óptimo de recursos en el Centro Acuícola, tanto humanos, materiales y financieros destinados para este fin. La producción de organismos contemplaría además un objetivo específico de producción para cada caso con una programación en el tiempo. El cálculo de una producción potencial de los cuerpos de agua sugiere un número de pescadores y artes de pesca acordes a una explotación racional, e incluso estimar la posibilidad de obtener rendimientos económicos más allá del impacto social que significaría una acuicultura del autoconsumo.

II.- ANTECEDENTES

2.1. El extensionismo acuícola en el mundo

2.1.1. China

En el 2001 China contó con el 79% y el 76% de la producción total de carpa en Asia y el mundo respectivamente. En este país las carpas son cultivadas ampliamente a pesar de la introducción de numerosas especies exóticas a las aguas dulces. En este año la producción alcanzó cerca de 12 millones de toneladas y el 73% de la producción por acuicultura. La acuicultura extensiva o de propagación cuenta con una larga historia y apoyo del gobierno desde sus orígenes. La institución nacional denominada en inglés “General Station of National Fisheries Technical” dirige las acciones relacionadas con pesquerías y acuicultura extensiva. Esta instancia cuenta con 18,462 estaciones de propagación establecidas con una red de servicios a productores para el manejo de diferentes alternativas productivas, asistencia técnica, venta de crías y otros insumos (Hishamunda y Subasinghe, 2003).

2.1.2. Cuba

Antes del triunfo de la revolución en 1959, la actividad pesquera aportaba un poco más de 20,000 toneladas anuales de la pesca artesanal en la plataforma continental marina. En el año de 1963, el gobierno cubano impulsó un programa de desarrollo hidráulico que concluyó con la construcción de presas en las principales cuencas del país. A finales de los años 1960's y hasta mediados de los 1980's, procedió la construcción de un gran número de embalses medianos y grandes con superficies inundadas de 200 ha hasta más de 11,000 ha. La capacidad de almacenaje de agua aumentó en general de poco más de 47 millones de m³ a más de 8,000 millones de m³. El programa de

desarrollo hidráulico contempló asimismo la construcción de embalses pequeños (menores de 100 ha) con el objeto fundamental de asegurar el riego a pequeños proyectos agrícolas y ganaderos.

Prácticamente más del 60% de los pequeños embalses llevan a cabo el cultivo de peces, lo que estableció las bases para el desarrollo de la acuicultura. Un rápido crecimiento en la producción de pescado en aguas interiores colocó a Cuba entre los primeros países productores de América Latina y el Caribe. El rápido incremento en la producción fue posible por la concientización dirigida para generar y fomentar una actividad productora de peces de agua dulce, como una alternativa alimentaria para la población (Remedios, 1995). De manera reciente el extensionismo acuícola se mantiene con una política centralizada sobre el desarrollo de la acuicultura de los pequeños embalses a nivel nacional. El disponer de una estructura de soporte para el extensionismo y explotación de los embalses facilita la introducción de especies piscícolas, prolíferas y de rápido crecimiento.

Tomando la experiencia de la acuicultura china, se inició en Cuba un movimiento de acuicultura comunitaria familiar en el año 1994, principalmente en las zonas rurales o periferia de las ciudades, con el objeto de promover una cultura popular de crianza y consumo de peces de agua dulce y elevar por esta vía los niveles de consumo de proteína animal en las comunidades. De esta forma la acuicultura se ha convertido en un patrimonio de amplio dominio popular.

2.1.3. Malasia

El cultivo de peces en aguas continentales constituyó una práctica tradicional desde 1900 hasta mediados de 1980, especialmente el cultivo de carpa en sistemas extensivos o semi-intensivos. A partir de entonces, el gobierno federal creó nuevas políticas para el desarrollo de la acuicultura, y promovió sistemas intensivos de producción con otras especies, como tilapia, bagre y langostino. Como resultado de estas acciones, la forma tradicional de producción disminuyó sensiblemente (Ubaidillah, 1985) y la recuperación de los niveles de producción global depende en un futuro de la reconsideración de la producción en las aguas continentales en forma extensiva (Linuma et al., 1999).

2.1.4. Zimbabwe

Este país localizado en el sur de África es predominantemente seco y con pocos ríos perennes. La construcción de numerosas de presas a lo largo del año para uso doméstico, ganadero e irrigación, alcanzo hasta 12,000 cuerpos de agua. El interés del gobierno por la explotación de estos pequeños cuerpos de agua, radica en el importante papel de seguridad alimentaria que en especial incide sobre las comunidades rurales e incluso, en algunos casos, proporciona empleo e ingreso.

El Ministerio de Agricultura es el encargado de promover el fomento, asesoría, capacitación y regulación de la acuicultura. Como política nacional, esta institución interviene para impulsar el desarrollo de las pesquerías, elevar así la disponibilidad de proteína animal y aumentar los ingresos económicos de las familias y empresas (Songore, 1995).

2.1.5. Cambodia

En este país del sudeste asiático existe un inmenso sistema de aguas interiores, distribuido en bosques, pastizales, campos de arroz y pantanos. Los cuerpos de agua continentales sostienen pesquerías extensivas que aportan más del 75% del total de la proteína animal per cápita (segundo lugar en la dieta después del arroz) para una población en 9.8 millones de habitantes. De esta manera, la captura de peces juega un papel importante en la vida de los pobladores cambodianos, así como en la economía nacional (Thuok, 1977).

2.1.6. Tailandia

En 2001 Tailandia registró el 20% del total de la producción de carpa por acuicultura y el 56% de la producción de carpa en el país (FAO 2003). Como resultado de una iniciativa de desarrollo rural, el gobierno del sur de Laos PDR, Tailandia, conjuntamente con un grupo de investigadores de gran experiencia, implementaron el proyecto “ Aprendizaje Adaptivo de Pesquerías en Pequeños Cuerpos de Agua”. Los reservorios manejados por comunidades locales de manera colectiva generan ahora tanto beneficios propios como para la comunidad, en forma de ingresos, cultivo de peces y desarrollo social. Los logros se observan en bienes materiales y no materiales, como son mejoras en las escuelas y centros de salud, generación de caminos, electrificación, obtención pescado más barato, incremento en los conocimientos con respecto al manejo técnico y administrativo, además de generar conciencia sobre la importancia de los recursos acuáticos, así como la unión y solidaridad entre los pueblos (Garaway y Arthur, 2002).

2.1.7. India

En la India la forma dominante de cultivar la carpa es en estanques, jaulas y en sistemas de recirculación. En abril del 2004 fue implementado un proyecto que consistió en crear e implementar estrategias de aprendizaje con referencia a los sistemas de cultivo arroz-peces en el oeste de Bengala, el programa que comprendió la siembra de peces en las parcelas inundadas para el cultivo de arroz, considero la planeación considero el suministro de la semilla del arroz y las crías de peces; la evaluación de los resultados indicó que el proyecto fue exitoso (Arthur y Garaway 2004).

2.2. Extensionismo acuícola actual

Garaway (1995) discutió que el caso del norte de Tailandia, los pequeños cuerpos de agua representan un recurso importante para el sustento del medio rural. Estos embalses son utilizados principalmente en gran medida para la producción de arroz asociado al cultivo de peces, actividad que ha adquirido importancia en la región rural. Estos pequeños cuerpos de aguas representan un aporte significativo de productos pesqueros en las áreas rurales del noreste. El 80% de los peces consumidos han sido obtenidos en estos sistemas.

Loreze (1996) estimó el crecimiento de la carpa en acuicultura extensiva, mediante la ecuación de Von Bertalanffy y bajo la consideración de un modelo dependiente de la densidad. La estructura conceptual del análisis del crecimiento de los peces en acuicultura extensiva representa una herramienta

potencial para la evaluación cuantitativa en sistemas de cultivo extensivo y de pesquerías.

Hasan y Middendorp (1997) efectuaron un estudio sobre cuerpos de agua al oeste de Bangladesh. El análisis de 19 lagos en dos periodos (1994-95 y 1995-96) con base en datos de transparencia (profundidad del disco de Secchi en cm) y densidad de cultivo (no/ha), sustentó lugar a un modelo de regresión multivariada que relaciona las dos variables anteriores con la producción piscícola (kg/ha/año).

Garaway y Lorenzen (2001) realizaron un estudio para incrementar la producción pesquera en pequeños cuerpos de agua en Laos PDR y el noreste de Tailandia, y evaluando su ejecución en términos socioeconómicos y de productividad, así como sus efectos ambientales. Así también evaluaron el potencial para mejorar la realización de este tipo de proyectos y explorar la posibilidad de que las organizaciones gubernamentales y las ONGs puedan cooperar para sostener el desarrollo de este tipo de proyectos a través de la participación.

Little y Edwards (2003) describieron los sistemas integrados en Panamá, a través de la promoción del proyecto entre grupos de campesinos organizados con la capacitación y asistencia técnica en un periodo de dos años en cuanto a construcción de estanques integrando la estanquería, ganadería y la agricultura. Una primera evaluación sugirió que la adopción de este sistema no fue sostenida en el nivel planeado. Los niveles de producción de peces

declinaron y particularmente los beneficios nutricionales de los peces. Sin embargo, las comunidades adaptaron los estanques para producir arroz con el cultivo de peces, para posteriormente asociar la ganadería y producción de frutas.

2.3. Extensionismo acuícola en México

México dispone de recursos hidrológicos importantes, representados por 3.3 millones de kilómetros cuadrados de mar patrimonial, 1.6 millones de hectáreas de lagunas costeras (Arredondo, 1998), cerca de un millón de hectáreas de lagos y embalses, además de 29,000 hectáreas de estanquería, con actividades de importancia económica como la pesca y el cultivo de diferentes organismos (Sugunan 1997).

El territorio mexicano cuenta con una amplia diversidad de climas y atributos ecológicos que permiten el desarrollo de numerosas actividades productivas de acuicultura. Si la población mexicana incluye en su mayor parte comunidades rurales con una alta marginación social, resulta necesario proponer alternativas orientadas a elevar su nivel de vida, crear empleos y generar alimentos, que permitan facilitar el arraigo de estas comunidades en su lugar de origen. Dentro de estas alternativas se encuentra la piscicultura, actividad que progresivamente adquiere mayor impulso y desarrollo en las zonas rurales, no solo como una acción institucional, sino como una opción para generar productos pesqueros en forma controlada para autoconsumo y actividad comercial (SEPESCA, 1988).

En el territorio nacional existen 14,000 cuerpos de agua y el mayor número de unidades acuícolas corresponde a la región centro occidente, que comprende los estados de Jalisco y Michoacán; siguiendo en importancia la región centro sur y la norte (Athie, 1987). Dentro de estas áreas destacan por su abundancia los bordos con un 67.13% del total y 188,781 ha o 15% de la superficie inundada de aguas continentales. La mayoría de estos embalses tienen una superficie promedio estimada entre una y diez hectáreas (Tinoco y Atanasio, 1988 en Hernández 2002).

En el país existen 40 centros acuícolas que tienen como objetivo central reproducir organismos para su distribución a través del Programa Nacional de Distribución de Crías, dirigido a establecer la acuicultura como una alternativa viable de desarrollo para zonas con un mayor grado de marginación.

La premisa de contribuir a la dieta de los campesinos y el desarrollo social de estas zonas, fortalece la participación social, la producción, la comercialización y el consumo de productos pesqueros y acuícolas. De los centros de producción que operan en México, 14 incluyen dentro de su producción a la carpa como especie de cultivo. En el año de 1998, esta especie representó el 41% de la producción nacional, cifra rebasada únicamente por la tilapia.

La carpa común (*Cyprinus carpio communis*) fue introducida en México por la Secretaría de Fomento en 1884. A mediados del siglo XX, la superación de la etapa aislada del extensionismo permitió iniciar el cultivo y la reproducción en forma controlada. La creación de los primeros centros acuícolas en el país

permitieron además incorporar a la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) en el esquema de producción.

Los centros acuícolas más importantes de producción de carpa en el país son: Tezontepec de Aldama, Hgo., La Rosa Coah., Valle de Guadiana Dgo., Zacapu, Mich., San Cristóbal de las Casas Chis. y Pabellón de Hidalgo, Ags.

Arredondo-Figueroa y García Calderón (1982) analizaron la variabilidad física, química y biológica de algunos microembalses y encontraron dos fases asociadas a las fluctuaciones de nivel: una de dilución en la época de precipitación pluvial caracterizada por el aumento de volumen y disminución en el contenido iónico del agua, y otra de concentración donde predomina la evaporación superficial y el incremento en contenido iónico.

Ponce (1983), en un sistema temporal encontró mediante un análisis de cúmulos y componentes principales, que la relación de la forma del embalse-contenido de calor y la dependencia volumétrica de sustancias disueltas-biomasa de fitoplancton, explica las variaciones en el comportamiento de los embalses así como la producción primaria.

Porras (1984) integró un conjunto de datos morfométricos de embalses situados en la cuenca oriental del Estado de Morelos y observó que la configuración de los embalses varió considerablemente de circular a elipsoide, con una morfometría de tipo parabólico y conos elípticos. Asimismo describió la importancia de las amplias fluctuaciones a lo largo del periodo de estudio.

Sánchez y Navarrete (1987) en bordos de 0.9 ha, compararon rendimientos de la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) en un clima templado subhúmedo. El bordo denominado Hupango "B" con una densidad de siembra de 0.277 crías/m² presentó la tasa de crecimiento más alta (0.2268) y un rendimiento de 1,818.4 Kg/ha/año. A diferencia, el Hupango "A" produjo una cantidad comparativamente menor de 1110.8 Kg/ha/año.

La primera fase del Proyecto FAO/AQUILA/1989 llevada a cabo en el *I Taller de trabajo sobre manejo y explotación acuícola de embalses* (realizado en Caracas, Venezuela, del 16 al 18 de marzo de 1989) identificó las acciones prioritarias para fortalecer el desarrollo de la actividad acuícola en cuatro países de Latinoamérica (Brasil, Cuba, México y Venezuela). El Proyecto FAO/Italia GCP/RLA/102/ITA AQUILA II incorporó el proyecto anterior sobre manejo y aprovechamiento acuícola de embalses y organizó el *II Taller Regional sobre manejo y aprovechamiento acuícola de embalses* en la Ciudad de México (1992) con la participación de Brasil, Cuba, México y Venezuela. Como producto final derivaron los Lineamientos generales para le elaboración de una Propuesta de Proyecto Regional sobre Manejo y Explotación acuícola de Embalses.

En 1991, la Secretaría de Pesca destinó recursos para la realización del "Estudio para la determinación del potencial acuícola y nivel de aprovechamiento en embalses mayores de 10,000 hectáreas" en función de la importancia que revisten los volúmenes de captura registrados en grandes

embalses. Nueve de los grandes embalses mexicanos fueron considerados: Chapala en Jalisco; Infiernillo, Pátzcuaro y Cuitzeo, en Michoacán; Malpaso y Angostura en Chiapas; Temascal, en Oaxaca; Catemaco, en Veracruz; y las Adjuntas en Tamaulipas (FAO, 1992).

Hernández Avilés y Peña Mendoza (1992) encontraron en bordos localizados sobre rocas fácilmente erosionables, formas circulares y con un escaso desarrollo de comunidades litorales. Asimismo, de acuerdo con el desarrollo del volumen, los sistemas presentaron forma sinusoide elíptica propicia para una mayor acumulación de sedimentos, profundidades relativas inferiores al 2% y una baja pendiente de las paredes, lo que en suma provoca una inestabilidad térmica en la columna de agua.

Hernández y SEPESCA (1995) consideraron que la falta de apoyo presupuestal para el estudio regional de embalses y sus componentes climáticas y edáficas asociadas, limita la posibilidad de una planeación estratégica de reproducción acuícola en un sentido geográfico amplio.

Hernandez-Avilés (1995) realizó un estudio limnológico en siete macroembalses permanentes: San Antonio, Rancho Escondido I y II, La Discordia, Los Remedios, San Pedro Ecatepec y Atlangatepec del Estado de Tlaxcala. En estos mismos sitios evaluó el crecimiento de la carpa barrigona *Cyprinus carpio rubrofuscus* y de la carpa herbívora *Ctenopharingodon idella*.

Hernández (1996) trabajó en microembalses del Estado de Tlaxcala y recomendó una forma de optimizar los rendimientos piscícolas mediante el modelo policultivos chinos que contemplan varias especies en cultivo simultáneo: carpa barrigona (detritófaga), carpa cabezona (zooplanctófaga) y carpa plateada (fitoplactófaga). De esta manera, los recursos alimenticios que provee el sistema de forma natural son aprovechados ampliamente para favorecer al mismo tiempo un mejor crecimiento de los organismos. Con esta estrategia de manejo mencionada, el autor consideró un incremento en los rendimientos de un 100 y un 200%.

Escárcega (1999) publicó el catálogo de especies para la acuicultura en aguas continentales, donde presenta las especies susceptibles de explotación, e incluye propuestas para el manejo de aprovechamientos acuícolas en las principales cuencas hidrológicas y manejo de grandes embalses.

2.4. Extensionismo acuícola en Michoacán

Las siembras de crías en embalses de la entidad, la asesoría técnica, capacitación y organización principalmente de aquellas zonas rurales de mediana y alta marginación, son actividades que conforman el programa de Extensionismo Acuícola.

Una nueva modalidad de apoyo a los productores es el “Programa de Acuicultura Rural” a cargo del Gobierno Federal y Estatal, que incluye apoyos económicos a productores dedicados a la actividad acuícola para capacitación,

asistencia técnica, construcción de infraestructura, equipamiento y creación de módulos demostrativos.

El Programa de Acuacultura Rural incide sobre municipios clasificados por el Consejo Nacional de Población, como de medio, alto y muy alto índice de marginalidad social. Además contempla aquellos lugares con potencial acuícola que no exceden de 2000 habitantes o donde la acuacultura con tilapia, bagre, carpa, trucha sea de un interés regional con demanda comercial.

El Estado de Michoacán cuenta cuatro centros productores de crías que atienden esta demanda: Centros Acuícolas de Zacapu y Pátzcuaro del Gobierno Federal, y los Centros Acuícolas de Huingo Araró y El Infiernillo del Gobierno Estatal que producen organismos de carpa y tilapia principalmente. Las instituciones de gobierno han considerado recientemente medidas de control sobre los lugares de siembras, como la política de no introducir especies exóticas en cuerpos de agua naturales.

Michoacán registra 1,550 cuerpos de agua artificiales, entre 850 embalses y el resto unidades de producción. Los embalses comprenden una superficie total de 124,862 ha de las cuales 122,940 ha (98.5%) representan embalses mayores de 10.0 ha y el otro 1.5% restante dimensiones menores a 10.0 ha. Los cultivos extensivos en 655 bordos representan una superficie de 3483 ha (CONAPESCA, 2003). Las regiones centro, oriente y occidente del Estado contienen un gran número de microembalses con cultivos extensivos y semi-intensivos.

Anualmente, el Estado de Michoacán siembra diez millones de crías en embalses artificiales y de acuerdo a estimaciones de la Subdelegación de Pesca en el Estado, 70% de los organismos sobreviven (30% mortalidad) en cultivos extensivos, para aportar una producción anual estimada de 1875 toneladas de carne de pescado. No obstante, la dependencia carece de registros sobre rendimientos productivos en microembalses solamente posee datos poco confiables sobre la captura en cuerpos de agua de mayores dimensiones como el Lago de Pátzcuaro, Presa de Infiernillo, el Lago de Cuitzeo y sistemas controlados.

Centro Acuícola Zacapu

La construcción data de 1979 y el proyecto original contempló el cultivo del pez blanco en todas las etapas de su ciclo biológico. Sin embargo, la biotecnología para el cultivo de esta especie aún no se conocía lo suficiente para garantizar una producción permanente. Por tal motivo en 1984 la operación cambió a la producción de crías de carpa común *Cyprinus carpio* (Linneo), en sus variedades de carpa barrigona *Cyprinus carpio rubrofuscus* y carpa espejo o de Israel *Cyprinus carpio specularis*.

Después de numerosos intentos para reproducir la carpa herbívora *Ctenopharingodon idellus*, el centro logró incorporar plenamente la tecnología china y la especie a su catálogo de producción a partir de 1995. Con la misma estrategia de producción a nivel experimental mediante la incubación en el

sistema chino, el Centro reporta la obtención de crías de acúmara (*Algansea lacustris*) en el año de 2000.

El objetivo principal del centro acuícola consiste en la producción de crías de peces para su distribución estatal y regional con otros estados, y respaldar la acuicultura mexicana como una alternativa productiva en las zonas de mayor marginación, que busca mejorar la dieta en el medio rural y fortalecer el desarrollo social.

Anualmente la granja produce un promedio de 3'000,000 millones de crías de carpa, para siembra en unos 350 cuerpos de agua de 40 municipios. Los embalses atendidos presentan diversas modalidades, como son: estanques rústicos, estanques de concreto, bordos, presas, canales, ollas de agua, etc. Las unidades de producción cubren un promedio de 5,500 hectáreas inundadas de las cuales el 60% de la superficie corresponde a grandes embalses que sustentan pesquerías importantes con una producción promedio anual de 750 toneladas anuales de carne de pescado.

La CONAPESCA a través del Centro Acuícola de Zacapu proporciona el apoyo necesario al sector social del Estado para potenciar la producción de peces en los embalses a través de la repoblación con crías de carpa. Estas instalaciones, además, proporcionan los elementos técnicos desde la promoción hasta la cosecha de organismos. No obstante, el trabajo realizado ha sido improvisado al desconocer la capacidad productiva de los embalses, y los indicadores para realizar siembras derivan del trabajo realizado en otros

lugares. Por ejemplo: 1 organismos/m² para embalses; 2 organismos/m² para cultivos semi-intensivos y 3 organismos/m² para cultivos intensivos (Programa Operativo Anual, 1990).

Dentro de las particularidades que distinguen al centro acuícola se encuentra su manantial con flujo de agua 79 L/s, así como la calidad del agua (Tabla 2).

Tabla 2. Calidad del agua del Centro Acuícola Zacapu

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura	°C	18.6
Potencial Hidrógeno (pH)	Adimensional	7.57
Conductividad	μS/cm	1050
Oxígeno disuelto	mg/L	7.2
% Saturación de oxígeno	%	98.2
Salinidad	o/oo	0.5
Nitratos	mg/L NO ₃ -N	0.7
Nitratos	mg/L NO ₃ ⁻	3.08
Nitritos	mg/L NO ₂ =N	0.007
Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	0.0231
Nitrógeno amoniacal	mg/L NH ₃ -N	0.08
Amonio	mg/L NH ₃	0.0976
Amoniaco	mg/L NH ₄	0.1023
Cloro total	mg/L	0.02
Cloro libre	mg/L	0.0
Dureza total	mg/L CaCO ₃	80.0
Dureza carbonatada	mg/L CaCO ₃	70
Ácido carbónico libre	mg/L CO ₂	2.59
Fosfatos	mg/L PO ₄	0.50

Fuente: Ruíz y Alvarado 1998

RENDIMIENTO EN ESTANQUERÍA

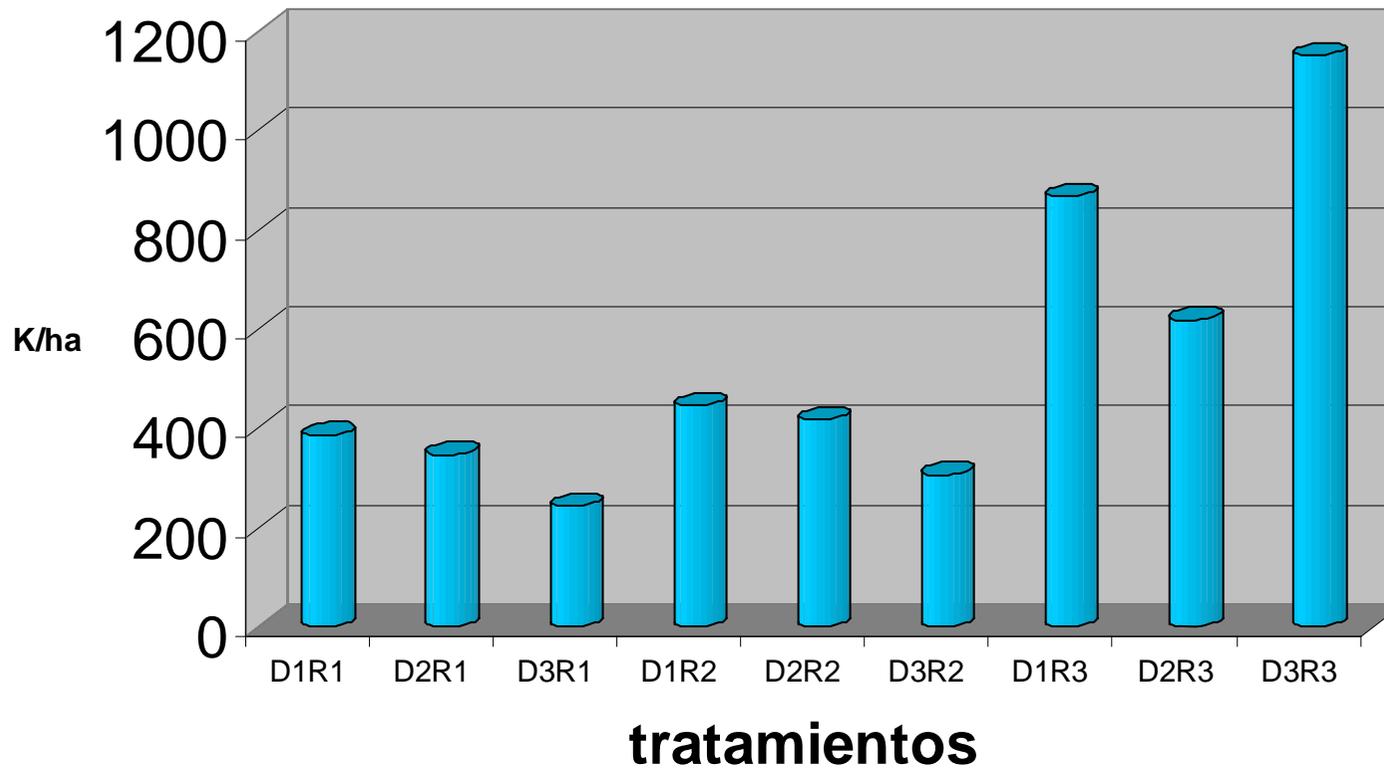


Figura 8. Rendimiento en kg de los nueve tratamientos

VI.- AREA DE ESTUDIO

6.1. Ubicación geográfica

El área de influencia del Centro Acuícola de Zacapu comprende 10 municipios al norte del estado de Michoacán (Figura 1).

Las coordenadas geográficas de cada municipio dentro de la región de influencia se muestran a continuación (Tabla 1)

Tabla 1. Coordenadas geográficas del área de jurisdicción

No.	MUNICIPIO	LONGITUD UTM	LATITUD UTM	ALTITUD msnm
1	Chilchota	1020712	195044	1780
2	Churintzio	1020349	200857	1850
3	Coeneo	1013502	194914	2040
4	Huaniqueo	1013016	195355	2040
5	Jiménez	1014448	195521	2000
6	Panindícuaro	1014539	195859	1820
7	Penjamillo	1015600	200612	1695
8	Purépero	1020025	195436	2020
9	Tlazazalca	1020320	195812	1800
10	Zacapu	1014726	194858	1990

El área de estudio cuenta con una superficie de 3,338 km² que representa el 5.62 por ciento del total del Estado de Michoacán, con elevaciones entre 1,700-2,040 metros sobre el nivel del mar.

6.2. Fisiografía

El área forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Volcánico Transversal, caracterizada por una continua actividad volcánica en este sector a partir del Mioceno Medio-Superior (Garduño y Negrín, 1992). Dentro de dicha provincia fisiográfica, se sitúa la Subprovincia Neovolcánica Tarasca. La mayor parte de las cordilleras que la rodean se caracterizan por serranías y zonas lacustres con elevaciones desde los 2,000 hasta 3,000 msnm.

6.3. Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen (modificada por García, 1988), la región presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano Cb(w1)(w)(e)g. Las temperaturas oscilan entre 4.8 y 26.2 °C y la precipitación media anual asciende a 973 mm. En enero y en la época de lluvias (junio-octubre) aparecen granizadas y heladas frecuentes en invierno. Los meses más cálidos son abril, mayo y junio; los meses más fríos son noviembre, diciembre y enero (Moncayo 1996).

6.4. Geología y suelo

Las formaciones corresponden al Cenozoico superior e incluyen rocas del Plioceno-Reciente, con dominio de lavas o basaltos, brechas tobas basálticas y andesíticas (Correa, 1974; Ruíz, 1997).

Los suelos de la región datan de los períodos cenozoico, cuaternario, terciario y plioceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y chernozem.

6.5. Hidrología

La región hidrográfica No. 12 Lerma-Chapala-Santiago localizada al norte de Michoacán (Chacón, *et al.*, 1991). Incluye los ríos Angulo, La Patera , afluentes del río Lerma, además de los manantiales La Zarcita, Laguna de Zacapu, La Alberca, Agua Fría, San Pedro Puruátiro, Bellas Fuentes y numerosos canales de riego, presas y bordos.

6.6. Vegetación

En las cimas de las vertientes contiene bosques de pino; bosques mixtos de pino- encino y otros de encino únicamente, se extienden sobre altitudes medianas y en las zonas bajas se localizan áreas de cultivo y pastizales.

6.7. Fauna

Los mamíferos están representados por el armadillo zorro, cacomixtle, liebre, gato montés, tlacuache, zorrillo, coyote, mapache, ardilla, conejo, venado y principalmente por pequeños roedores asociados a los cultivos. Entre la fauna constituida por aves acuáticas se encuentra la presencia de gallaretas, patos y garzas.

6.8. Ictiofauna

La fauna acuática de la región se encuentra representada por *Cyprinus carpio*, *Alganacea tincella*, *Notropis calientis*, *Yuriria alta*, *Allophorus robustus*, *Xenotoca variata*, *Goodea atripinnis*, *Zoogonecticus quitzeoensis*, *Hubbsina turneri*, *Skiffia lermae*, *Poecilopsis infans*, *Xiphophorus helleri*, *Chirostoma jordani*, *C.*

humboltianum, *C. labarcae*, *C. arge*, *Micropterus salmoides*, *Tilapia rendalli*, *Oreochromis niloticus* y *O. aureus*.

6.9. Actividades productivas

Los suelos de la región se destinan primordialmente a usos agrícolas, ganaderos y forestales. La mayor parte del área está ocupada actualmente por actividades agrícolas, para cultivo de maíz, alfalfa, lenteja y sorgo. Los cultivos son de temporal y riego.

6.10. Asentamientos humanos

La población en la región de influencia asciende a 190,964 habitantes y representa el 7.16 por ciento del total del Estado. La tasa de crecimiento varía desde -4.72 por ciento anual (la tasa de crecimiento negativa, se debe a factores como la emigración al interior y exterior del país principalmente) hasta el 1.04% (INEGI 1995).

La economía de la región se sustenta en los sectores primario (40%), secundario (27%) y terciario (33%). Los grados de marginalidad dominante es medio y alto (INEGI, 2002).

6.11. El Centro Acuícola de Zacapu

Las instalaciones acuícolas se ubican en el km. 74 de la carretera federal Morelia-Guadalajara, dentro del área que corresponde al ejido de Morelos, Municipio de Zacapu, Michoacán, a una altitud de 2,012 msnm, y coordenadas UTM de 1014555 longitud oeste y 194656 latitud norte (Figura 2).

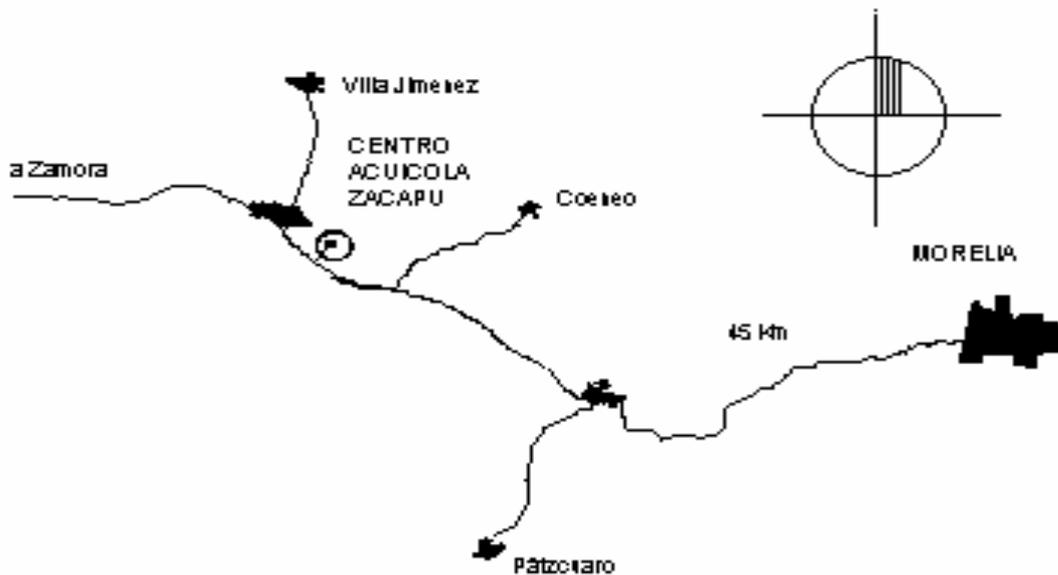


Figura 2. Ubicación del Centro Acuícola Zacapu

6.12 Acuicultura

La región de diez municipios aledaños del Centro Acuícola Zacapu registra 181 cuerpos de agua permanentes y temporales para acuicultura extensiva y semi-intensiva con fines de autoconsumo, actualmente existen pocos registros de unidades de producción establecidas como granjas acuícolas. Las especies cultivadas son carpa, tilapia y bagre.

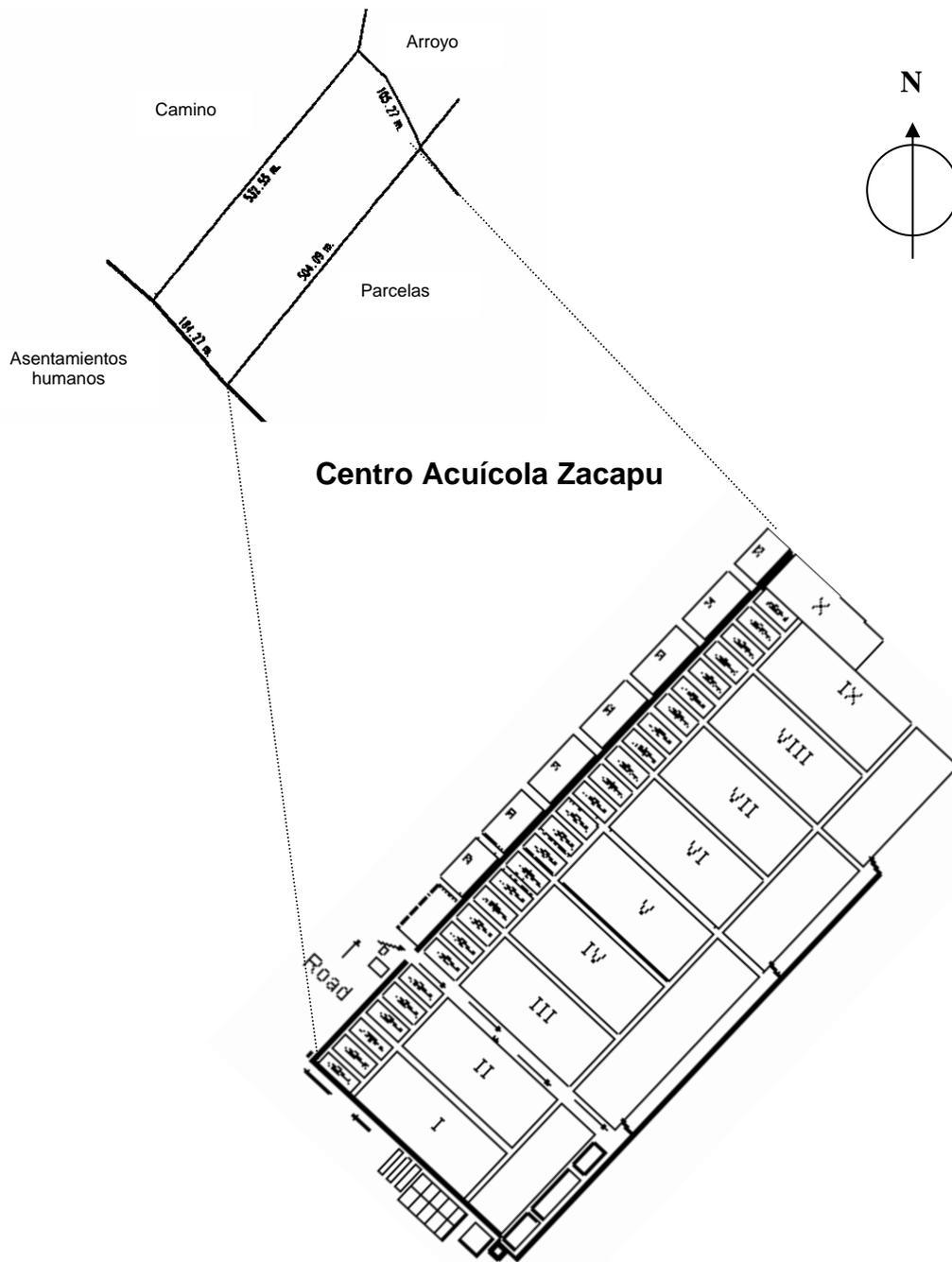


Figura 3. Centro Acuícola de Zacapu (Michoacán): 27 estanques en batería para experimentación.

El terreno del Centro Acuícola ocupa una superficie de 10 ha e incluye 48 estanques rústicos de dimensiones que van desde 210 m² hasta 3500 m² (Figura 3), al igual que una sala de incubación, piletas de confinamiento de crías, laboratorio, oficinas, casa y caseta de vigilancia.

La ubicación geográfica en una zona de clima templado dificulta la reproducción de especies acuícolas de interés comercial, como es el caso de bagre, tilapia y trucha (acuicultura intensiva).

VII.-LA ESPECIE

7.1 Descripción taxonómica de la carpa común (*Cyprinus carpio rubrofuscus*)

La clasificación taxonómica de la carpa común (Nikolskii, 1961) corresponde a la siguiente:

Phylum: Vertebrata

Subphylum: Gnathostomata

Clase: Pisces

Subclase: Teleostomi

Orden: Cypriniformes

Suborden: Cyprinoide

Familia: Cyprinidae .

Subfamilia Cyprininae

Especie: *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

Variedad: *Cyprinus carpio rubrofuscus*

La variedad cultivada en el Centro Acuícola de Zacapu es la siguiente:



Figura 4. Carpa barrigona *Cyprinus carpio rubrofuscus*

La carpa presenta cambios morfológicos en función de la variedad genética. No obstante, la especie mantiene rasgos característicos como un par de barbillas y un par de dientes faríngeos a cada lado de la mandíbula superior, con una superficie masticadora bien desarrollada (Álvarez, 1970).

7.2. Descripción física

Cuerpo robusto comprimido lateralmente; longitud total que varía de 381 a 457 mm; altura máxima del cuerpo 25.8 a 32.8% de la longitud total. Cabeza de forma triangular con una longitud de 23.3 al 27.2% de la longitud total; ojos pequeños, boca de tamaño moderado, sin dientes en la mandíbula, la mandíbula superior ligeramente mayor y protusible. Dos pares de barbillas por arriba de la boca con un par posterior en la esquina que resultan muy claras.

7.3. Color

Variable, los organismos adultos generalmente presentan el dorso verde olivo y amarillo en el vientre.

7.4. Distribución

La especie piscícola más dispersa en el mundo debido a su gran adaptación a condiciones climáticas diversas, con formas domésticas seleccionadas que alcanzan crecimientos rápidos y una elevada tasa de reproducción.

7.5 Biología

Las hembras maduran sexualmente entre 1.5 y 2 años de edad en función de la temperatura; los machos maduran más rápidamente, por lo general seis meses a un año antes que las hembras. En el medio natural la reproducción ocurre en aguas lénticas con abundante vegetación, a finales de invierno y en la primavera cuando la temperatura aumenta. El huevecillo adherente adquiere fijación inmediata a la maleza acuática después de la fecundación. El número de óvulos asciende a 80,000 y hasta 120,000 por kg de peso. El desarrollo embrionario dura de 44 a 46 horas a 23°C. El alevín nace con un saco vitelino que tarda en 3 a 4 días en reabsorción. Después inicia la ingestión de alimento externo, básicamente zooplancton, y con una longitud de 3.5 cm adquiere los hábitos alimenticios omnívoros definitivos.

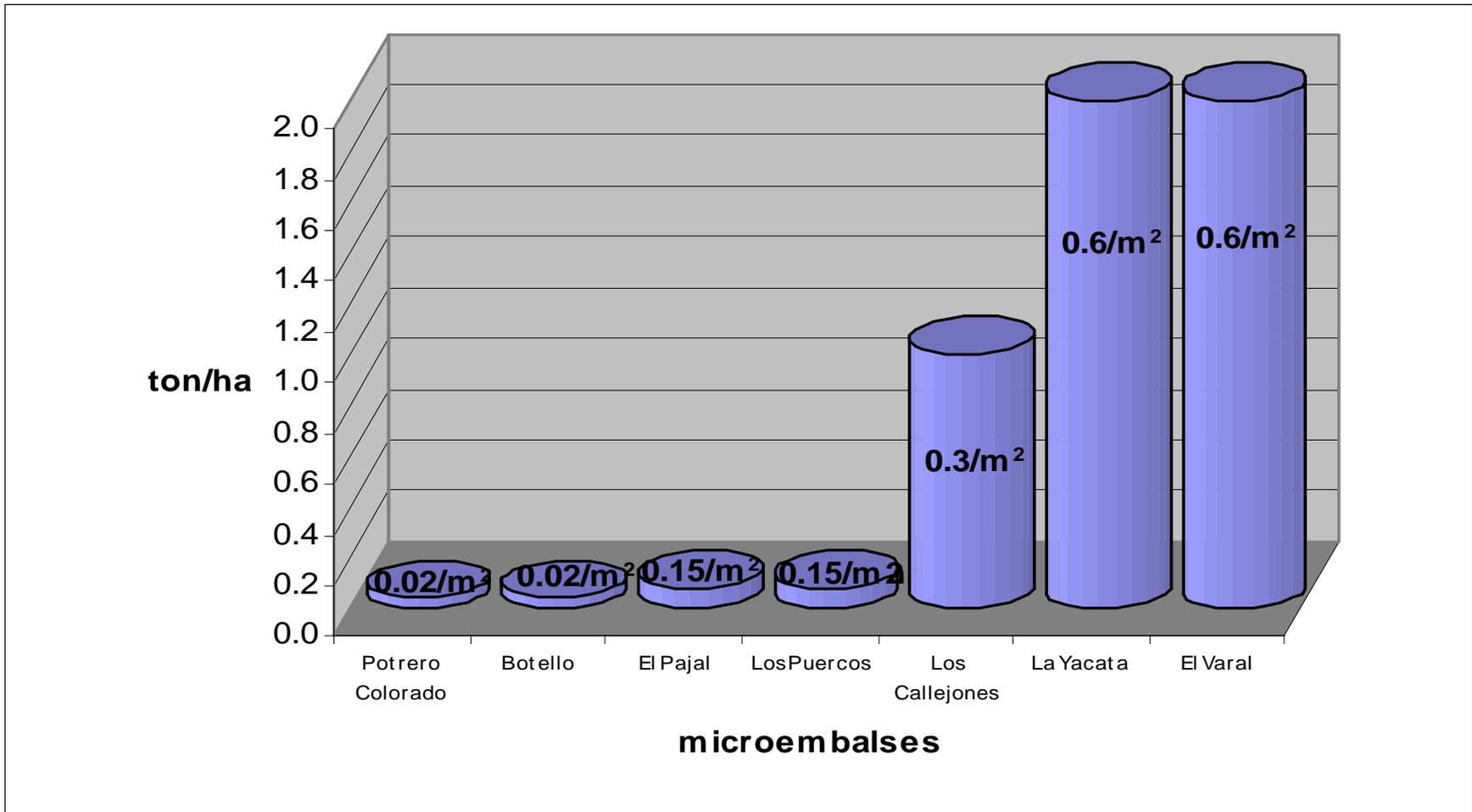


Figura 11. Rendimiento total de carpa en siete cuerpos de agua temporales bajo diferentes condiciones de densidad (210 días).

IX. Resultados

9.1. Sistemas de información geográfica

Tabla 6. Municipios y número de embalses ubicados dentro del el área de estudio.

No.	MUNICIPIO	NÚMERO DE EMBALSES	ALTITUD msnm
1	Chilchota	19	1710 - 2260
2	Churitzio	11	1774-2044
3	Coeneo	18	1993-2162
4	Huaniqueo	9	1891-2058
5	Jiménez	9	1967-2037
6	Panindícuaro	28	1770-2011
7	Penjamillo	58	1692-1962
8	Purépero	5	1940-2040
9	Tlazazalca	14	1763-2152
10	Zacapu	10	1993-2012

En los 10 municipios que comprenden el área de estudio se localizaron 181 embalses de diferentes dimensiones, en su mayoría cuerpos de agua temporales menores de 10 ha, ubicados entre los 1710 - 2260 m.s.n.m. (Tabla 6)

En anexo, se muestran las características particulares de cada embalse.

Cuerpos de agua de la zona de influencia del Centro Acuícola Zacapu



Figura 5. Mapa que muestra los puntos de ubicación de los microembalses en unidades UTM dentro de la zona de estudio.

De acuerdo con INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) a través de cinco cartas topográficas con escala 1:150,000 se localizaron los embalses en los diez municipios en unidades UTM (Figura 5). En los puntos de ubicación se ilustran características particulares de cada embalse.

En los municipios de Penjamillo, Panindícuaro y Coeneo se localizó el mayor número de embalses, mientras que en Zacapu, Purépero y Chilchota se ubicó el menor número de cuerpos de agua (Figura 5). En este mapa se observa la distribución de los cuerpos de agua y la proporción de acuerdo a su superficie.

9.2. Estanquería rústica

9.2.1. Variables físicas y químicas

Los cuerpos de agua temporales de la región de Zacapu, México, poseen aguas turbias y poca profundidad, lo que favorece el cultivo de la carpa, en adición a la demanda social que tiene la especie en regiones del Estado de Michoacán. Las variables físicas y químicas básicas registradas en la estanquería rústica de Centro Acuícola Zacapu se muestran en la Tabla 7.

9.2.2. Crecimiento

Las pruebas realizadas en la estanquería rústica (Figuras 6 y 7), D1 generaron mejores resultados en longitud y en peso para los peces de cada régimen de alimentación, seguido por D₂ y D₃, salvo por pequeñas diferencias registradas entre D₁ y D₂ en el caso de organismos bajo el régimen R₃.

R₁ favoreció un crecimiento acelerado durante la primera etapa del cultivo, sobre todo en el caso de D₁ que logró un impulso a 14.4 cm y 111 g. en D₂ y D₃ iniciaron también con un desarrollo vigoroso que disminuyó casi de manera inmediata, para llegar solamente a una asíntota en 10.1 cm y 42 g; y 10 cm y 39 g, respectivamente.

R₂ generó un crecimiento consistente en los organismos de 9.7, 12.3 y 14.4 cm y 34, 72 y 108 gramos respectivamente en D₃, D₂ y D₁. Diferencias no significativas fueron detectadas entre R₂ y R₁, lo cual se atribuye a la calidad del agua debido a que el efecto esperado de eutrofización con la adición de fertilizante no se logró probablemente por la presencia en un medio con altas cantidades de sedimentos suspendidos que hacen de la luz un factor limitante.

R₃ superó la producción obtenida por las otras dos modalidades de alimentación, con 17.9 cm y 226 g en D₁; 16.6 cm y 183 g en D₂; y 14 cm y 118 g para D₃.

9.2.3. Rendimiento

Los rendimientos mas altos en producción correspondió a la combinación D₃R₃, equivalente a 1.2 ton/ha en 180 días (Fig 8), aunque los peces con mejor crecimiento en talla y peso corresponden a D₁R₃.

9.2.4. Análisis de varianza

El análisis de varianza 3 x 3 muestra los resultados obtenidos al final del experimento (Figura 9) con las comparaciones múltiples realizadas entre medias para la detección de diferencias significativas (Tabla 4).

9.2.5. Factor de condición múltiple

El factor de condición múltiple disminuyó en los casos de D_2R_1 , D_3R_1 y D_3R_2 con valores inferiores de 1.65. Esto significa que sin alimento suplementario existe una alta competencia entre los organismos y que genera menor ganancia de peso cuando no hay alimentación suplementaria (Figura 10).

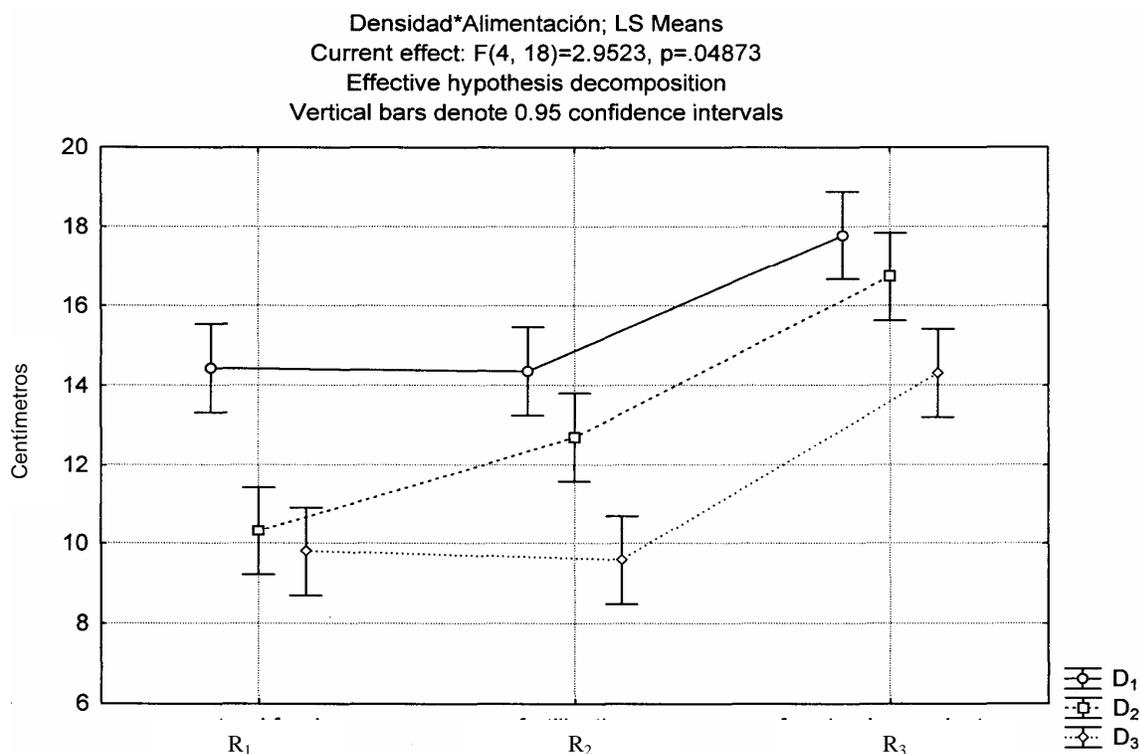


Figura 9. Análisis de varianza de la longitud patrón de Carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de cultivo en la estanquería rústica.

Tabla 8. Duncan's Comparación Múltiple de la longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

	D ₁ R ₁	D ₂ R ₁	D ₃ R ₁	D ₁ R ₂	D ₂ R ₂	D ₃ R ₂	D ₁ R ₃	D ₂ R ₃	D ₃ R ₃
D ₁ R ₁		-	+	+	+	+	+	+	-
D ₂ R ₁	-		+	+	+	+	+	+	-
D ₃ R ₁	+	+		+	+	-	+	+	+
D ₁ R ₂	+	+	+		+	+	-	-	+
D ₂ R ₂	+	+	+	+		+	+	+	+
D ₃ R ₂	+	+	-	+	+		+	+	+
D ₁ R ₃	+	+	+	-	+	+		-	+
D ₂ R ₃	+	+	+	-	+	+	-		+
D ₃ R ₃	-	-	+	+	+	+	+	+	

Microembalses de Zacapu: Resultados y discusión

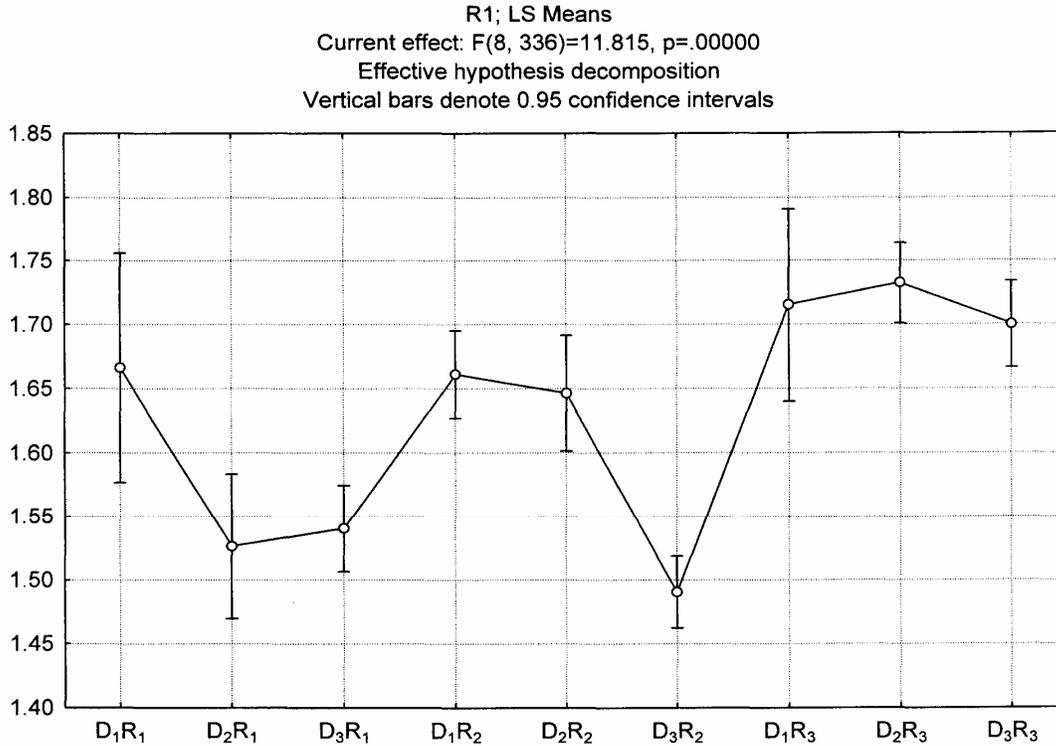


Figura 10. Factor de condición múltiple de la carpa bajo tres densidades y tres regimenes de alimentación, después de 180 días de cultivo.

Tabla 9. Duncan's Comparación Múltiple del Factor de Condición de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

	R ₁ D ₁	R ₁ D ₂	R ₁ D ₃	R ₂ D ₁	R ₂ D ₂	R ₂ D ₃	R ₃ D ₁	R ₃ D ₂	R ₃ D ₃
R ₁ D ₁		-	+	+	+	+	+	+	-
R ₁ D ₂	-		+	+	+	+	+	+	-
R ₁ D ₃	+	+		+	+	-	+	+	+
R ₂ D ₁	+	+	+		+	+	-	-	+
R ₂ D ₂	+	+	+	+		+	+	+	+
R ₂ D ₃	+	+	-	+	+		+	+	+
R ₃ D ₁	+	+	+	-	+	+		-	+
R ₃ D ₂	+	+	+	-	+	+	-		+
R ₃ D ₃	-	-	+	+	+	+	+	+	

9.2.6. Composición y precio del alimento utilizado

El contenido químico de los fertilizantes orgánico e inorgánico utilizados para propósito de fertilización de estanques se muestra en la Tabla 10; los análisis químicos y bromatológicos efectuados a la mezcla de subproductos agrícolas utilizados (soya, sorgo, maíz y trigo en proporción del 25% cada uno) y su relación con el alimento comercial, se expresa en la Tabla 11.

Tabla 10. Comparación del contenido químico de los fertilizantes orgánico e inorgánico

Variable	Fertilizante orgánico * (excremento de res)	Fertilizante inorgánico
Materia orgánica	52.52%	0
Nitrógeno	1.68%	16%
Fósforo	0.424 ppm	20%
Potasio	6.51%	40%

* Análisis químico realizado por el Centro de Estudios en Medio Ambiente, S.C. (CEMA).

Tabla 11. Comparación nutricional de los dos tipos de alimento

Variable	Alimento Balanceado Tilapia Chaw (PURINA)	Subproductos agrícolas *
Proteína	30.0%	17.93%
Grasa	6.50%	2.35%
Fibra cruda	5.50%	8.28%
Cenizas	10.0%	3.96%
Calcio	0.70%	403.16 ppm
Fósforo	0.85%	0.20%
Humedad	11.65%	11.65%

* Análisis químico y bromatológico realizado por el Centro de Estudios en Medio Ambiente, S.C. (CEMA).

El precio estimado del alimento utilizado en la presente investigación se indica en la tabla 12 y la relación de precios con los productos comerciales en la Tabla 13.

Tabla 12. Costo del alimento en base a subproductos agrícolas.

Tipo de semilla	Precio/ K (\$)	Precio/ 250 g (\$)
Maíz	2.50	0.62
Salvado de Trigo	2.00	0.50
Sorgo	2.50	0.62
Soya	4.90	1.22
	Precio/kg	2.96

Tabla 13. Análisis de precios.

Costo/ kg de subproductos agrícolas	Costo/ kg de alimento balanceado iniciación para carpa	Costo/ kg alimento balanceado finalizador para carpa
2.96	9.50	6.44

9.3. Microembalses

En los siete casos de estudio, los cuerpos de agua temporales mostraron producción progresiva con el incremento de la densidad 0.02 a 0.6 organismos/m² hasta un máximo obtenido con 0.6 organismos/m² (Figura 11), resultados cercanos a las pruebas experimentales en estanques.

X. DISCUSIÓN

Con base a las evidencias encontradas, tanto en estanques como en los microembalses, la acuacultura extensiva con la especie de carpa genera mejores resultados cuando la capacidad de carga en los ecosistemas acuáticos es de 5000-6,000 organismos/ha, asumiendo una participación nula de los productores o comunidades en la alimentación de los peces. En este caso, los organismos dependen solo de la producción natural del medio. En contraste, el suministro de subproductos de la agricultura permite la introducción de más organismos, en el orden de 10,000 organismos/ha, para una producción esperada de 2.5 ton/ha con carpas de 250 g con el mejor factor de condición. Una comparación entre los subproductos agrícolas utilizados en el experimento y el alimento balanceado comercial para tilapia (Tabla 5) revela las ventajas de aplicar los primeros en el cultivo de la carpa. No es común encontrar alimento balanceado para carpa por la relación costo: beneficio. El alimento para tilapia ha sido utilizado para cubrir las necesidades de alimentación en los raros casos de efectuar una acuacultura intensiva con carpa. El número de productores o integrantes de una comunidad pesquera determinará si la producción de peces resulta un alimento de autoconsumo complementario o tal vez, la producción presenta obtención de ingresos y fuentes de trabajo.

Dos ventajas para fomentar el manejo de cuerpos de agua temporales en la acuacultura extensiva y semi-intensiva en el Estado de Michoacán: no hay competencia ínter-específica entre especies y la carpa bajo cultivo logra un crecimiento máximo con impactos ecológicos nulos sobre las especies nativas

regionales, lo que armoniza la producción de alimentos y la conservación del medio acuático.

De manera simultánea un estudio con sistemas de información geográfica, De Jesús-Avendaño y Bernal-Brooks (en revisión) encontraron los embalses típicos de Michoacán corresponden precisamente a cuerpos de agua temporales menores de 10 hectáreas. Aquí, la carpa alcanza tallas (20 cm de longitud total aproximadamente) en cerca de seis meses mediante la producción de crías y el programa de extensionismo dirigido desde el Centro Acuícola de Zacapu.

Existen 884 cuerpos de agua en 57 municipios con condiciones aptas para el desarrollo de la especie, además de la demanda regional por la especie, que da un total de 3,392 toneladas métricas de potencial para la producción extensiva. Para tal efecto es necesario producir 13.5 millones de crías, con lo cual que es posible obtener una derrama económica de 68 millones de pesos (equivalente a 6.2 millones de dólares). Para esta proyección ideal, se requiere ampliar la granja al triple de la producción potencial. El Centro Acuícola de Zacapu, como un centro estratégico para la acuicultura en México, requiere además más altos de mayores instalaciones a fin de llevar a cabo las tareas planteadas, y como una recomendación al Gobierno Federal demanda el soporte económico necesario para atender la demanda no solo de Michoacán, sino también a los estados cercanos como México, Guanajuato y Jalisco.

X.- CONCLUSIONES

- 1) Los resultados sugieren que el tratamiento de densidad de 0.5 org/m² y alimentación suplementaria con subproductos agrícolas alcanzó las mejores tallas y pesos, lo que resulta comparable a una acuicultura semi-intensiva donde los productores suministran alimento adicional para los organismos en cultivo. En este caso, la densidad puede aumentar a un nivel de 10,000 organismos/hectárea y de sobrepasar esta cantidad será a costa de disminuir el crecimiento de los organismos.
- 2) Los organismos con menor crecimiento corresponden a la densidad media y alta para las tres modalidades de alimentación.
- 3) Las variables ambientales registradas a lo largo del periodo de cultivo no presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, por lo tanto los estanques de experimentación mantuvieron condiciones semejantes y comparables con los microembalses regionales.
- 4) Los resultados no muestran diferencias significativas entre organismos de los tratamientos que basaron su dieta en la producción natural del estanque y aquellos con fertilización.
- 5) El estudio indica que el aporte de subproductos agrícolas mejora sustancialmente el crecimiento de los organismos.

- 6) El factor de condición disminuye significativamente para los casos de densidades medias y altas, excepto cuando existe aporte de alimento suplementario. Esto significa que una mayor competencia entre organismos por el alimento propicia menores ganancias en peso.
- 7) El mayor rendimiento alcanzado en las pruebas de estanquería rústica de 1.2 ton/ha bajo condiciones de densidad alta y suministro de esquilmos agrícolas, no coincide con las mejores tallas, pesos y factor de condición.
- 8) Las pruebas de densidad realizadas en siete microembalses de la región alcanzaron un nivel óptimo de rendimiento a razón de 6,000 org/ha, lo cual resulta comparable con las pruebas experimentales realizadas en la estanquería del Centro Acuícola (5000 org/ha). Estas cifras coinciden de manera gruesa con el de siembra con el de siembra recomendable para la acuicultura extensiva en los microembalses de la región de Zacapu.
- 9) Por las condiciones ambientales prevalecientes en los microembalses y la preferencia de consumo en la región, la carpa es la especie adecuada para el extensionismo acuícola. El extensionismo acuícola en la región debe contemplar 5,000 organismos/hectárea cuando la participación de los productores se limita a la cosecha de organismos sin el aporte adicional de alimento, de acuerdo con las pruebas realizadas en estanques a densidad baja y alimentación natural; y las pruebas empíricas en microembalses.

REFERENCIAS

- Arredondo, F. J. L., y Ponce, J. T. (1998) **Calidad de agua en acuicultura conceptos y aplicaciones**. Ediciones AGT S.A. México. 222p.
- Arredondo, F.J.L., y Juárez, P.J.R. (1986) **Ciprinicultura**. Manual para el cultivo de carpas. Secretaría de Pesca, México.
- Bardach J.E., Ryther, J. E., y Mclarney, W. O. (1982) **Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce**. Editorial AGT. 741p.
- Bermúdez, E., Rodríguez, M., Escárcega, S., y Marín, L. (2000) **La Carpa**. En Memorias de actualización de las Técnicas de Reproducción y Manejo de Ciprínidos. SEMARNAP, Instituto Nacional de la Pesca, Dirección General de Investigación en Acuicultura. pp. 183-216.
- De Jesús Avendaño, C. y Bernal-Brooks, F.W. (en revisión). *Potential extensive and semi-intensive aquaculture of carp (cyprinus carpio l.) in the state of Michoacan, Mexico: a standpoint from GIS*.
- Escárcega, S. (1999) **Catálogo de especies para la acuicultura en aguas continentales**. SEMARNAP, Michoacán.
- Flajhans, M. y Hulata, G. (2006) Common carp. *Cyprinus carpio*. En : *Genetic effects of domestication, culture and breeding of fish and shellfish, and their impacts on wild populations*. Crosseti, D., Lapegue, S. Olesen, I. y Svaasand, T. (eds.). GENIMPACT project. Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations. An European network. WP1 workshop "Genetics of domestication, breeding and enhancement of performance of fish and shellfish". Viterbo, Italia. 12-17 Junio 2006. 7p.
- Garaway, C.J. y Lorenzen, K. (2001). *Developing enhancement in small waterbodies: lessons from Lao PDR and Northeast Thailand*. En: *Reservoir and Culture-Based Fisheries: Biology and Management*. Edited by S.S. de Silva. London. pp. 1-15.
- Garaway, C.J. y Arthur, R.I. (2002) *Adaptative learning- Lessons from Southern Lao PDR*. MRAG Ltd, London.
- Hasan M.R., y Middendorp, H.A.J. (1997) Optimising stocking density of carp fingerlings through modeling of the carp yield in relation to average water transparency in enhanced fisheries in semi-closed waters bodies in western Bangladesh. En: **Inland Fishery Enhancements** (editado por FAO). Publicación técnica 374. Roma, Italia. pp 159-181.
- Hernández-Avilés, J.S. (1995) **Microembalses en el Estado de Tlaxcala**. Tesis de Maestría. UNAM. 102 pp.

- Hernández-Avilés, J.S., Galindo S.M.C., Loera P.J. (1995). Bordos o Microembalses. En: **Lagos y Presas de México**. (compilación realizada por García Calderon, J.L. y De la Lanza, G.). Centro de Ecología y Desarrollo, A.C. México D.F. pp 291-308.
- Hishamunda N., y Subasinghe R. P. (2003) **Acuacultura development in China**. FAO fisheries technical paper 427, Rome. 56 pg.
- Huet, M. (1978). **Tratado de piscicultura**. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 2a. ed. 744p.
- linuma, M., Sharma K. R., y Leung P. S. (1999) **Technical efficiency of carp pond culture in Peninsula Malaysia: an application of stochastic production frontier and technical inefficiency model**. *Aquaculture* 175: 199-213.
- Kash, S. **Multivariate statistical analysis: a conceptual introduction**. Second edition. Radius Press. 194-215 pg.
- Little, D.C. y Edwards P. (2003) **Integrated livestock-fish farming systems**. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome.
- Lorenze, K. (1995) *A simple von Bertalanffy model for density-dependent growth in extensive aquaculture, with an application to common carp (Cyprinus carpio)*. *Aquaculture* 142: 191-205.
- Moncayo E.R. (1996) **Estructura y función de la comunidad de peces de la Laguna de Zacapu, Michoacán**. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional CICIMAR. Baja California Sur, México. pp. 6-15.
- Robert, A. y Garaway, C. (2004) *Implementing adaptative learning in India: creating a common understanding of the rice-fish systems*. The UK Department for International Development (DFID). West Bengal.
- Ruiz A.T. y Alvarado O. J. M. (1998). **Uso de anestésicos MS-222, xilocaina y xilocaina potenciada con bicarbonato de sodio en el manejo y transporte de Pescado Balnco (Chirostoma humboldtianum, Valenciennes, 1835 (Pises: atherinidae) de la Laguna se Zacapu, Michoacán**. Tesis profesional UNAM. México D.F., Pp158.
- SEPESCA (1986) *Programa operativo anual del centro acuícola Zacapu*. Michoacán, México.
- SEPESCA. (1988) **Manual biotecnológico para el cultivo y reproducción de ciprinidos en México**. Secretaría de Pesca.
- Songore, N. (1997) Fisheries extensión in small water body fisheries in Zimbabwe. En: **Inland Fishery Enhacements** (editado por FAO). Publicación técnica 374. Roma, Italia. pp. 279-288.

- Steel, R. y Torrie, J. (1980). ***Principles and procedures of statistics a biometrical approach***. McGraw-Hill. Segunda edición. 172-237 pg.
- Remedios H.L. (MS) *Acuicultura, sociedad y medio ambiente*. Ministerio de la Industria Pesquera. Cuba. 8 pp.
- Thuok, N. (1997) *Inland fishery management and enhacement in Cambodia*. En: *Inland Fishery Enhacements* (editado por FAO). Publicación técnica 374. Roma, Italia. pp. 79-89.
- Woynarovich, E. y Horváth, L. (1981) ***Propagación artificial de peces de aguas templadas: manual para extensionistas***. FAO, Documento Técnico de Pesca No. 201.
- Vandeputte, M. (2003) *Selective breeding of quantitative traits in the common carp *Cyprinus carpio*: a review*. Aquatic Living Resources 16: 399-407

Anexo 1

Tabla 1. Muestreo inicial (antes de la introducción a los estanques)

Tabla 2. Muestreo 1 (45 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 3. Muestreo 1: Promedios por replicas

Tabla 4. Muestro 1: Promedios por tratamientos

Tabla 5. Muestreo 2 (90 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 6. Muestreo 2: Promedios por replicas

Tabla 7. Muestreo2: Promedios por tratamientos

Tabla 8. Muestreo 3 (135 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 9. Muestreo 3: Promedios por replicas

Tabla 10. Muestro 3: Promedios por tratamientos

Tabla 11. Muestreo 4 (180 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 12. Muestreo 4: Promedios por replicas

Tabla 13. Muestro 4: Promedios por tratamientos

Tabla 14. Rendimiento en K/ha de la producción obtenida en la estanquería rústica (nueve tratamientos)

Anexo 2

Figura 1. Muestreo 1: Análisis de varianza de la longitud patrón de Carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de cultivo en la estanquería rústica.

Figura 2. Muestreo 2: Análisis de varianza de la longitud patrón de Carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de cultivo en la estanquería rústica.

Figura 3. Muestreo 3: Análisis de varianza de la longitud patrón de Carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de cultivo en la estanquería rústica.

Tabla 1. Muestreo 1: Comparación Múltiple de Duncan para longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Tabla 2. Muestreo 2: Comparación Múltiple de Duncan para la longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Tabla 3. Muestreo 3: Comparación Múltiple de Duncan para la longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Anexo 3

Tabla 1. Tratamiento D₁R₁ cálculo de K y KM

Tabla 2. Tratamiento D₂R₁ cálculo de K y KM

Tabla 3. Tratamiento D₃R₁ cálculo de K y KM

Tabla 4. Tratamiento D₁R₂ cálculo de K y KM

Tabla 5. Tratamiento D₂R₂ cálculo de K y KM

Tabla 6. Tratamiento D₃R₂ cálculo de K y KM

Tabla 7. Tratamiento D₁R₃ cálculo de K y KM

Tabla 8. Tratamiento D₂R₃ cálculo de K y KM

Tabla 9. Tratamiento D₃R₃ cálculo de K y KM

Tabla 10. Valor de KM y K de los nueve tratamientos

Tabla 11. Coeficientes utilizados en el cálculo de K y KM de los nueve tratamientos

Tabla 12. Comparación Múltiple de Duncan para el Factor de Condición Simple de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Gráfica 1. Factor de condición simple de la carpa bajo tres densidades y tres regimenes de alimentación, después de 180 días de cultivo.

Anexo 4

Tabla 1. Rendimientos de siete microembalses del Municipio de Panindícuaro

Tabla 2. Embalses localizados en 10 municipios aledaños al Centro Acuícola
Zacapu

Anexo 1

Tabla 1. Muestreo inicial (antes de la introducción a los estanques)

Tabla 2. Muestreo 1 (45 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 3. Muestreo 1: Promedios por replicas

Tabla 4. Muestro 1: Promedios por tratamientos

Tabla 5. Muestreo 2 (90 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 6. Muestreo 2: Promedios por replicas

Tabla 7. Muestreo2: Promedios por tratamientos

Tabla 8. Muestreo 3 (135 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 9. Muestreo 3: Promedios por replicas

Tabla 10. Muestro 3: Promedios por tratamientos

Tabla 11. Muestreo 4 (180 días después de la introducción a los estanques)

Tabla 12. Muestreo 4: Promedios por replicas

Tabla 13. Muestro 4: Promedios por tratamientos

Tabla 14. Rendimiento

Anexo 2

Figura 1. Muestreo 1: Análisis de varianza de la longitud patrón de Carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de cultivo en la estanquería rústica.

Figura 2. Muestreo 2: Análisis de varianza de la longitud patrón de Carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de cultivo en la estanquería rústica.

Figura 3. Muestreo 3: Análisis de varianza de la longitud patrón de Carpa bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de cultivo en la estanquería rústica.

Tabla 1. Muestreo 1: Duncan's Comparación Múltiple de la longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Tabla 2. Muestreo 2: Duncan's Comparación Múltiple de la longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Tabla 3. Muestreo 3: Duncan's Comparación Múltiple de la longitud patrón promedio de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Anexo 3

Tabla 1. Tratamiento D₁R₁ cálculo de K y KM

Tabla 2. Tratamiento D₂R₁ cálculo de K y KM

Tabla 3. Tratamiento D₃R₁ cálculo de K y KM

Tabla 4. Tratamiento D₁R₂ cálculo de K y KM

Tabla 5. Tratamiento D₂R₂ cálculo de K y KM

Tabla 6. Tratamiento D₃R₂ cálculo de K y KM

Tabla 7. Tratamiento D₁R₃ cálculo de K y KM

Tabla 8. Tratamiento D₂R₃ cálculo de K y KM

Tabla 9. Tratamiento D₃R₃ cálculo de K y KM

Tabla 10. Coeficientes utilizados en el cálculo de K y KM de los nueve tratamientos

Tabla 11. Valor de KM y K de los nueve tratamientos

Tabla 12. Duncan's Comparación Múltiple del Factor de Simple de carpas bajo condiciones de tres densidades y tres regimenes de alimentación después de 180 días de introducción en la estanquería, con (+) diferencias significativas (-) sin diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

Gráfica 1. Factor de condición simple de la carpa bajo tres densidades y tres regimenes de alimentación, después de 180 días de cultivo.

Anexo 4

Tabla 1. Rendimientos de siete microembalses del Municipio de Panindícuaro

Tabla 2. Embalses localizados en 10 municipios aledaños al Centro Acuícola
Zacapu

Tabla 3. Muestreo 1: Promedio por replicas

Replica 1				
Trataiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	62.91	14.57	4.54	12.00
D ₂ R ₁	13.44	8.76	2.56	6.84
D ₃ R ₁	33.22	11.74	3.60	9.41
D ₁ R ₂	46.86	13.35	4.53	10.69
D ₂ R ₂	30.43	11.25	3.49	9.03
D ₃ R ₂	26.71	10.78	3.21	8.51
D ₁ R ₃	63.55	14.43	4.47	11.67
D ₂ R ₃	31.89	11.57	4.66	9.13
D ₃ R ₃	30.10	11.59	3.57	9.29

Replica 2				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	52.09	13.41	4.32	10.95
D ₂ R ₁	18.17	9.92	2.80	7.73
D ₃ R ₁	15.91	9.67	2.78	7.64
D ₁ R ₂	40.82	12.88	3.95	9.51
D ₂ R ₂	28.89	10.77	3.43	8.70
D ₃ R ₂	15.68	9.39	2.82	7.35
D ₁ R ₃	38.91	12.19	4.00	9.85
D ₂ R ₃	21.48	10.07	3.24	8.12
D ₃ R ₃	16.71	9.20	2.86	7.40

Replica 3				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	34.23	11.82	3.83	9.65
D ₂ R ₁	15.35	8.67	2.66	6.92
D ₃ R ₁	20.60	9.85	3.55	7.82
D ₁ R ₂	24.09	10.88	3.56	8.62
D ₂ R ₂	23.95	10.23	3.33	8.40
D ₃ R ₂	11.71	8.16	2.48	6.44
D ₁ R ₃	33.82	11.67	3.65	9.58
D ₂ R ₃	21.86	10.33	3.28	8.15
D ₃ R ₃	24.98	10.65	3.29	8.37

Tabla 4. Muestro 1: Promedios por tratamientos

Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	49.74	13.27	4.23	10.87
D ₂ R ₁	15.65	9.11	2.67	7.16
D ₃ R ₁	23.24	10.42	3.31	8.29
D ₁ R ₂	37.00	12.37	4.02	9.61
D ₂ R ₂	27.16	10.75	3.42	8.71
D ₃ R ₂	18.04	9.44	2.84	7.43
D ₁ R ₃	45.42	12.76	4.04	10.37
D ₂ R ₃	25.08	10.65	3.73	8.46
D ₃ R ₃	23.93	10.48	3.24	8.35

Tabla 2. Muestreo 1 (45 días de después de la introducción a los estanques)

D ₁ R ₁ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
71	16	4.4	13
63	15	4.5	12
82	15.5	5.2	13
60	14	4.5	12
44	12.5	4	10.2
59	13.9	4.6	11.3
68	14.6	4.7	12
67	15	4.9	12.5
67	15	4.6	12.5
56	14.2	4.5	11.5
55	14.6	4	12
692	160.3	49.9	132
62.9	14.6	4.5	12.0

D ₂ R ₁ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
11	8.8	2.5	6.8
10	8.1	2.2	6.8
17	9.3	2.9	7.5
14.5	9	2.7	7
10	8.3	2.3	6.4
17.7	10	2.8	7.8
13.5	9	2.6	7
14.5	9	2.6	7.3
7.5	6.5	2.5	4.5
19	10.3	3	7.9
14	9.1	2.5	7
12	8.5	2.5	6.6
10.5	8.1	2.4	6
20	10	3	8
15	9.5	2.6	7.3
14	8.5	2.5	6.7
14	9	2.6	7
14	9	2.4	7
10.5	7.6	2.3	6.1
10	7.5	2.3	6
268.7	175.1	51.2	136.7
13.4	8.8	2.6	6.8

D ₃ R ₁ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
33	12	3.7	9.3
37.5	13	3.7	11.5
48.5	13.5	4.1	11
49	13.7	4.1	11
28.5	11.5	3.5	9
37.5	12.3	4	9.3
38	12.6	3.8	10
25	10.5	3.3	8.2
34	12.5	3.5	10.2
37	12.5	3.6	10
48	13.7	4.1	10.6
30	11.2	3.2	9.4
25	10.7	3.2	8.5
38	11.9	3.7	9.4
27	10.5	3.6	8.7
29.8	11	3.8	9
30.5	11.8	3.6	9.5
63.5	14.5	4.5	12
17	9	2.6	7
27.5	11	3.6	9
26.5	11.5	3.4	9.1
29.7	12.2	3.4	9.9
21	9.6	3.6	7.8
32	11.8	3.5	9.3
35	11.5	3.6	9
29	11.8	3.3	9.3
34	12	3.6	9.5
34	11.5	3.8	9.3
29	11.3	3.3	9
33.3	12	3.6	9.5
28.5	11	3.3	9
43	13.7	4	11
26	10.5	3.3	8.5
52	13	4	10.5
35	11.5	4	9.5
29	12	3.5	9.2
19	10	3	8
21	10.5	3.3	8.3
33	12.3	3.6	10
33.5	11.2	3.7	9.3
37.53	11.3	3.8	8.8
30	11.4	3.6	9
1395.3	493.0	151.4	395.4
33.2	11.7	3.6	9.4

D ₁ R ₂ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
38.5	13	4	10.3
63	15	4.7	12
38	14	4.6	11.3
58	14	4.5	11.3
42	13.2	4	10.5
33	8.1	2.4	6.2
29	11.8	3.5	9.5
57	14.5	4.5	11.5
77	16	9	13.2
38	14	4.6	11.3
42	13.2	4	10.5
515.5	146.8	49.8	117.6
46.9	13.3	4.5	10.7

D ₂ R ₂ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
29	11.3	3.5	9.4
54	13.7	4.5	11.3
37	12.7	3.9	10.8
32	12.3	3.4	9.8
30	11.5	3.5	9
30	11.5	3.5	9
33	11.3	3.6	9.5
53	13.6	4.2	11
41	12.3	4	10
22	10.2	3.3	8.2
33	11.5	3.8	9.2
26	11	3.3	8.5
29	11.7	3.5	9.7
11	8	2.4	6.2
19	9.5	2.9	7.5
29	11.5	3.3	9
9	7.4	2.3	5.7
21	10	3.2	7.9
49	13.5	4.3	10.8
31	11.3	3.6	9
21	10.5	3.2	8.1
639	236.3	73.2	189.6
30.43	11.25	3.49	9.03

D₃R₂ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
25	10.8	3.4	8.5
52	14.1	4.7	11.3
23	10	3.3	7.8
23	10.5	3	8.3
29	11.2	3.6	9
29	12.3	3.3	9.7
21	10.3	2.9	8
31	11.6	3.4	9.5
25	10.3	3.4	8.2
21	9.5	3.1	7.5
31	11.5	3.5	9
22	9.8	3	7.5
30	11.5	3.3	9
26	10.2	2	8
25	10.4	2.7	8.2
23	10.5	3	8.5
20	10	2.8	8
21	10	3.2	7.8
31	11	3.5	8.5
27	11.5	3.2	9
25	10.2	3.7	7.7
27	10.5	3.1	8.3
24	10.2	2.8	8.5
25	10	3	7.7
30	10	3.1	7.9
20	10	3	8
29	11	3.2	8.7
26	10.3	3	8.2
32	11.3	3.5	9
39	12.3	3.9	9.7
32	10	3.1	8.2
21	10	3	7.5
28	11	3.3	9
18	9.5	3	7.5
34	12.5	3.5	9.5
24	11.5	3.1	8.5
20	10.5	3	8.2
29	11.3	3.7	9.2
24	10.6	3	8.5
29	11.1	3.4	9
24	10.7	3	8.5
27	11.3	3	9
1122.0	452.8	134.7	357.6
26.7	10.8	3.2	8.5

D₁R₃ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
42	13.5	3.7	11
54	13.5	4.2	11
85	16	5	12.7
79	15	5	12.5
85	16	5	12.7
54	13.5	4.2	11
61	14.2	4.5	11.7
77	15	5	12
57	14.8	4.2	12.12
69	15.2	4.9	12
36	12	3.5	9.7
699.0	158.7	49.2	128.4
63.5	14.4	4.5	11.7

D₂R₃ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
29	11.2	9.5	9.5
53	14.7	12	12
38	11.7	9.5	9.5
49	14	4.2	11.5
25	10.5	3.5	8.5
42	13	4.2	10.5
29	10.8	3.8	8.5
35	12.5	3.6	10
31	12.5	3.5	10
21	10.7	3	9
31	11.7	3.6	9
22	9.8	3.3	8
24	10	3	8
29	11	3.1	9
37	11.8	4	9.5
27	11	3.5	9
27	11.2	3.3	9
25	10.1	3.3	3.8
574.0	208.2	83.9	164.3
31.9	11.6	4.7	9.1

D₃R₃ (replica 1)			
W	LT	AL	LP
39	12.6	4	10
36	12.3	3.8	10
46	13.2	4	10.5
32	11.7	3.7	9.5
36	13.2	4	10.5
34	12.6	3.6	10
38	11.2	3.8	9.5
43	12.3	4.1	9.8
26	11	3.3	8.7
29	12	3.2	9.8
39	12.5	4.2	10
26	11	3.5	9
31	12	3.5	9.5
33	11.2	3.7	9.4
28	10.5	3.5	8.5
35	12.5	3.7	9.7
25	11	3.3	9
32	11	3.5	8.8
23	11.2	3.5	8.7
34	12.3	3.7	10
24	10.5	3.1	8.7
24	10.5	3.3	8.5
24	10.5	3.4	8.2
19	10.1	3.1	8
27	11.5	3.3	9
27	11	3.2	8.7
30	10.8	3.5	8.7
23	10.2	3.6	8
31	11.9	3.7	9.3
25	10.7	3.3	8.5
10	9.5	2.7	7.5
17	9.2	2.7	7.2
44	11.3	3.7	9.5
25	10.4	3.3	8
27	11.5	3.2	9.2
20	10	2.7	8.1
21	11.7	3.5	9.5
34	12.5	3.8	9.8
29	11.5	3.3	9.2
45	12.5	4.1	10
24	10.6	3.8	8.5
23	10.5	3	8.5
26	10.7	3.2	8.6
1264.0	486.9	150.1	390.1
30.1	11.6	3.6	9.3

D₁R₁ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
55	13	4.8	10.5
64	14.5	4.8	12
52	13.5	4.3	11.3
63	15	4.6	12.5
49	13	4.4	10.5
49	13.3	4	10.5
50	14	4	11.4
35	11.5	3.7	9.5
49	12.9	4.4	10.5
52	13.5	4.3	11.3
55	13.3	4.2	10.5
573.0	147.5	47.5	120.5
52.1	13.4	4.3	11.0

D₂R₁ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
19	10.2	3	8.5
17	9.7	2.8	7.5
15	9.7	2.6	7.5
15	9.7	2.6	7.5
17	9.5	2.8	7.5
24	10.8	3.3	8
28	12	3.3	9
19	10.1	3	7.8
21	11	3	8.2
16	9.2	2.7	7
24	11.5	3.2	9.2
17	9.5	2.6	7.5
25	10.6	3.2	8.5
17	9.5	2.7	7.5
14	9.5	2.6	7.5
18	9.5	3	7.5
11	8.5	2	6.8
10	8	2	6.2
327.0	178.5	50.4	139.2
18.2	9.9	2.8	7.7

D₃R₁ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
17	10	3	7.8
15	9.3	2.9	7.4
20	10.5	3	8.2
13	9	2.5	7.2
15	9.2	2.9	7.2
19	10.7	3	8.5
26	11.5	3.3	9
17	9.8	3	8
12	9	2.5	7.1
13	8.8	2.6	7
11	9	2.5	7
14	9.5	2.8	7.5
16	10	2.8	7.6
18	10	3	7.8
12	9	2.6	7
46	14	4	11
17	9.4	2.9	7.5
15	9.5	2.6	7.6
17	10	2.7	8.2
17	9.5	2.9	7.8
15	9.5	2.7	7.3
15	9.5	2.9	7.6
14	9.1	2.6	7.2
14	10	2.7	7.7
16	9.5	2.7	7.2
12	9.7	2.6	6.8
17	9.5	3	7.5
17	10.7	2.6	8.6
16	10	2.8	8
17	9.8	3	7.7
14	9.2	2.6	7.8
14	9.5	2.7	7.3
14	9	2.7	7.4
14	10	2.7	7.8
14	9.5	2.8	7.4
12	8.8	2.5	7
16	10	2.7	8
10	8	2.4	6.8
12.5	9	2.5	7.2
13	8.9	2.6	7
636.5	386.9	111.3	305.7
15.9	9.7	2.8	7.6

D₁R₂ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
42	13.5	4.1	10.4
36	12.9	3.6	10.5
53	13.5	4.4	11
36	12	3.8	10
37	12.5	4	10
46	13.5	4	1.6
45	13.8	4.1	11.2
44	12.3	4.1	10.2
42	13.5	4.1	10.4
34	12.2	3.7	9.8
34	12	3.6	9.5
449.0	141.7	43.5	104.6
40.8	12.9	4.0	9.5

D₂R₂ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
26	11.1	3.5	9
75	14.8	5.1	12
24	10.5	3.4	8.4
22	10.5	3.2	8
25	10.5	3.8	8.5
37	11.5	3.7	9.2
24	10.1	3.1	8.7
63	14.5	4.7	12
17	9.2	2.9	7.5
19	9.5	3	7.8
58	14.6	4.3	12
22	10.1	3.3	8
20	9.5	3	7.8
17	9.5	3	7
21	10	3.2	8.3
14	9	2.5	7
19	9.5	3.1	8.1
17	9.5	3	7.3
520.0	193.9	61.8	156.6
28.9	10.8	3.4	8.7

D₃R₂ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
19	10.1	3.2	8
16	9.4	2.9	9.3
40	13.1	4	10
14	9	2.6	7
18	10	3	8
18	9.5	2.9	7.4
13	8.3	2.5	6.6
20	10.3	3.1	8
8	7.5	2.3	6
22	11	3	9
15	9.4	2.6	7.4
12	12	3.6	9.3
16	10	2.6	8
13	9	2.7	7
7	7.5	2.2	5.5
12	10.2	3.5	8.5
17	9	2.7	7
17	9.5	3	7.5
14	8.5	2.6	6.8
18.5	9.5	3.2	7.6
17	9.5	2.8	7.5
16	9.5	2.9	7.5
18	9.9	3.1	8
15	9	2.6	7
15	9.5	2.7	7.5
9	8.5	2.4	6.5
26	11	3.5	8.5
17	9.7	2.9	7.5
14	8	2.9	7
13.5	9	2.7	7
15	9.5	2.6	9.5
12	8.5	2.5	6.5
14	9.2	2.7	7
13	8.8	2.6	6.8
14.5	9	2.7	7
12	8.5	2.5	6.8
17	9.5	2.8	7.4
17	9.5	2.9	7.5
13	8.7	2.5	6.8
13	8.9	2.6	8.7
13	8.6	2.6	6.8
15	9.3	2.8	7.4
658.5	394.4	118.5	308.6
15.7	9.4	2.8	7.3

D₁R₃ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
43	12.6	4.4	10.3
37	11.9	3.8	9.5
32	11.2	3.6	9
35	11.16	3.8	9.5
38	11.8	3.9	9.7
37	12.5	4	9.2
55	13.5	4.5	11
33	12.8	3.7	10.2
43	12.6	4.4	10.3
32	11.5	3.7	9.4
43	12.5	4.2	10.2
428.0	134.1	44.0	108.3
38.9	12.2	4.0	9.8

D₂R₃ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
23	11	3.3	8.8
27	11.3	3.6	9
21	10.2	3.2	8
36	11.2	3.9	9
22	10.5	3.4	8
22	10.5	3.4	8.3
17	9	3	7.2
19	10.1	3.2	8.2
22	10.8	3.3	8.8
11	7.3	2.4	5.8
24	10.6	3.4	8.5
17	9.7	3	7.5
26	7	3.5	8.5
14	9	2.6	7.2
38	12.6	4	10
21	10.5	3.3	8.1
16	9.9	2.8	8
18	9.7	3.3	7.8
29	11.5	3.6	9
13	9	2.8	7.2
18	10.2	3	8.3
15	9	3	7
25	11	3.5	8.5
494.0	231.6	74.5	186.7
21.5	10.1	3.2	8.1

D₃R₃ (replica 2)			
W	LT	AL	LP
16	10	3.1	7.8
15	10	2.8	7.8
15	8.3	2.8	6.8
25	10.4	3.4	8
15	8.5	2.8	6.6
19	7.8	3	7.8
21	9.6	3	7.5
21	9.5	3	7.5
14	9	2.7	7
16	7.2	2.8	7.2
18	10.5	3	8.5
13	8	2.5	6.5
23	10.5	3.2	8
17	8.6	2.9	6.8
12	8	2.6	6.2
9	8.1	2.5	6.5
12	8.7	2.2	6.8
34	12	3.7	10
9	8.1	2.5	6.4
13	8.2	3.2	7
22	10.1	3.2	8.5
18	10.1	3	8
12	9	2.6	7.2
15	9	2.8	7.4
15	9.6	2.8	7.8
25	10.7	3.5	8.8
22	8.5	2.5	6.5
14	9.5	2.7	7.6
17	10	3	7.8
17	9	3	7.4
13	8.5	2.7	6.8
24	10.5	3.3	8.3
20	9.8	3	7.3
12	8.1	2.6	6.5
15	9.5	2.8	7.4
19	10	3	8
13	8	2.5	6.5
15	9.5	3	7.5
15	9.4	2.8	7.3
13	9	2.5	7
14	9.1	2.6	7.3
15	8.6	2.6	7
702.0	386.5	120.2	310.6
16.7	9.2	2.9	7.4

D₁R₁ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
37	12.7	4	10.3
42	12.5	4.2	10.2
38	12	4	9.7
34	11.9	4	9.6
37	12.2	3.9	9.7
31	12	4.1	10
41	12.4	4.4	10.5
47	12.6	4	10.5
37	12	3.5	10
20	10.3	3.2	8.2
33	11.5	3.7	9.5
19	10	3	8
29	11.5	3.8	9.2
445.0	153.6	49.8	125.4
34.2	11.8	3.8	9.6

D₂R₁ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
19	8.5	2.5	7
17	8	2.4	6.2
31	10.5	3.2	8
25	9.2	2.9	7.5
10	8	2.3	6.5
10	7.6	2.5	6.5
16	9	2.6	7.5
17	10.5	3.9	8.2
12	8.8	2.5	6.8
14	9.2	2.7	7.3
11	8.2	2.5	6.5
21	10.1	3	8
10	8.3	2.6	6.5
10	8.4	2.6	6.5
10	7.5	2.4	6.1
22	8.2	2.6	6.5
10	8	2.5	6.5
10	8.3	2.4	6.8
10	8	2.4	6.4
22	9	2.7	7
307.0	173.3	53.2	138.3
15.4	8.7	2.7	6.9

D ₃ R ₁ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
15	9.2	3	7.2
14	9	2.8	7
15	9.3	3	7
30	11.8	3.7	9
72	15.1	5	12.3
41	12.6	4	10
44	12.7	4	10.3
13	8	12.6	6.5
12	8	12.5	6.5
19	9.5	3.3	7.5
16	9.5	2.8	7.2
19	9.2	3.1	7.6
21	10	3.1	8
13	12	3.7	10
12	8.5	2.5	6.5
20	9.5	3.1	7.6
17	9	3	7.3
20	9.2	3.1	8
23	8.5	2.3	6.3
21	10	3.1	8
46	13.2	4.3	10.8
18	9.5	3	7.5
16	8.9	2.6	7
17	7.1	2	5.5
55	13.6	4.5	11.2
21	9.8	3.1	7.6
17	9.6	3	7.5
15	9.7	3	7.5
17	10	3	8
15	9.5	3.1	7.5
12	9	2.8	7.2
18	10.1	3	8.5
18	9.6	3.2	7.5
12	8.5	2.8	6.8
14	10	3	7
16	9.7	2.9	7.8
12	8.8	2.6	7.3
9	8.5	2.6	6.8
13	9	2.7	7
17	9.6	3	7.8
16	10.3	2.8	8
14	9	2.6	7
865.0	413.6	149.3	328.6
20.6	9.8	3.6	7.8

D ₁ R ₂ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
32	11.7	3.9	9.5
24	11	3.5	9
23	10.5	3.5	8.3
23	10.5	3.3	8.5
23	10.7	3.8	8.6
23	10.2	3.5	8
27	11.7	3.7	9
22	11	3.4	8.6
23	11	3.6	8.7
23	10.6	3.4	8.4
22	10.8	3.6	8.2
265.0	119.7	39.2	94.8
24.1	10.9	3.6	8.6

D ₂ R ₂ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
33	12.5	3.7	10
18	10	3	8.2
13	9	2.8	7.8
27	12	4	10.3
28	11.3	3.6	9
30	11.5	3.5	9.2
21	10	3	7.8
38	12.5	3.7	10
20	10.2	2.9	8.5
40	2.6	4	10
25	10.3	3.8	8.2
25	11	3.6	8.8
27	11	3.5	8.8
22	10.5	3.2	8.2
16	9	2.9	7
18	10	3.1	8
28	11	3.6	8.8
16	9.1	3	7.3
17	10.1	3	3.8
23	11	3.2	8.8
18	10.2	2.8	8
503.0	214.8	69.9	176.5
24.0	10.2	3.3	8.4

D ₃ R ₂ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
11	8.8	2.6	7.2
15	9	2.6	7.2
9	7.5	2.3	5.7
11	8	2.3	6.5
7	7	2	5.5
12	8.5	2.3	6.5
13	8.8	2.7	7
9	7.6	2.2	6
16	9.2	2.8	7.2
19	9.6	2.8	7
22	10	3	7.5
7	7.7	2.1	6
12	8.9	2.3	7
6	7	2.1	5.5
17	7.5	1.6	6
27	11.9	3.4	9
9	7.5	2.2	5.5
11	7.7	2.4	6
7	6.8	1.8	5.5
17	9.3	3	7.5
18	9.5	3	7.5
14	10.5	3	8.2
9	7.2	1.8	6
9	8	2.2	6
15	9.2	2.7	7
19	10.5	2.9	8.5
12	9	2.6	7
7	7.5	2.2	5.8
7	7	2	5.5
7	7.3	2.1	6
7	7.7	2.5	6.2
7	7	2.1	5.5
10	7.2	7.4	6.2
7	6.5	1.8	5
27	10.5	3	8.5
9	7	2	5.5
7	7	2	5.5
10	7	2.2	6.8
10	7	2	5.5
10	7.2	2.1	6
7	7.7	2.2	5.7
7	7	2	5.4
492.0	342.8	104.3	270.6
11.7	8.2	2.5	6.4

D ₁ R ₃ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
34	11.5	4	9
37	12.5	4.2	9.8
36	11.7	3.9	9.8
31	11.5	3.1	9.5
25	11	3.5	8.8
36	12.7	3.8	10.2
36	11.6	3.4	9.6
37	11.7	3.6	9.7
32	11.5	3.3	9.8
33	11.3	3.5	9.5
35	11.4	3.8	9.7
372.0	128.4	40.1	105.4
33.8	11.7	3.6	9.6

D₂R₃ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
23	10.3	3.5	8.3
14	9	3	7
12	11.5	3.7	9
36	11.7	4	9.5
17	9.8	3	8
37	13	4	10.5
13.5	9	2.7	7
35	12	4	9
23	11	3.5	8.5
21	10	3.3	8
26	11	3.5	9.5
17	9.5	3	7.5
31	11.5	3.8	8.7
16	9.3	3	7.4
17	10	3	8
20	10.3	3.6	8
23	11	3.3	8.2
26	9.5	2.8	7.5
26	9	3	7.2
20	10.3	3.1	8
11.5	9	2.4	7.2
16	9.5	2.9	7.2
481.0	227.2	72.1	179.2
21.9	10.3	3.3	8.1

D₃R₃ (replica 3)			
W	LT	AL	LP
24	10.5	3.1	8.7
24	10.5	3.3	8.5
24	10.5	3.4	8.2
19	10.1	3.1	8
25	10.7	3.3	8.5
10	9.5	2.7	7.5
17	9.2	2.7	7.2
25	10.4	3.3	8
27	11.5	3.2	9.2
20	10	2.7	8.1
21	11.7	3.5	9.5
24	10.6	3.8	8.5
23	10.5	3	8.5
26	10.7	3.2	8.6
25	10.4	3.4	8
15	8.5	2.8	6.6
19	7.8	3	7.8
21	9.6	3	7.5
21	9.5	3	7.5
34	12	3.7	10
22	10.1	3.2	8.5
25	10.7	3.5	8.8
22	8.5	2.5	6.5
24	10.5	3.3	8.3
20	9.8	3	7.3
19	10	3	
25	10.4	3.4	8
26	11	3.3	8.7
29	12	3.2	9.8
26	11	3.5	9
28	10.5	3.5	8.5
32	11.7	3.7	9.5
36	13.2	4	10.5
34	12.6	3.6	10
26	11	3.5	9
31	12	3.5	9.5
33	11.2	3.7	9.4
28	10.5	3.5	8.5
32	11	3.5	8.8
23	11.2	3.5	8.7
34	12.3	3.7	10
24	10.5	3.1	8.7
31	11.9	3.7	9.3
1074.0	457.8	141.6	359.7
25.0	10.6	3.3	8.4

Tabla 6. Muestreo 2: Promedios por replicas

Replica 1				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	107.18	18.03	5.55	14.05
D ₂ R ₁	19.31	10.09	2.90	7.76
D ₃ R ₁	34.32	12.36	3.69	9.74
D ₁ R ₂	76.68	16.10	4.57	13.05
D ₂ R ₂	38.39	12.35	3.73	9.71
D ₃ R ₂	30.29	11.41	3.39	8.90
D ₁ R ₃	69.27	15.47	4.75	12.41
D ₂ R ₃	67.02	15.04	4.70	11.82
D ₃ R ₃	57.78	14.25	4.37	11.06

Replica 2				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	71.23	15.72	4.74	12.70
D ₂ R ₁	30.23	11.26	3.32	8.73
D ₃ R ₁	27.32	10.93	3.20	8.48
D ₁ R ₂	67.67	15.27	5.43	12.37
D ₂ R ₂	53.46	13.90	4.24	11.10
D ₃ R ₂	25.60	10.68	3.23	8.28
D ₁ R ₃	89.29	15.49	5.05	12.37
D ₂ R ₃	55.91	13.83	4.43	11.13
D ₃ R ₃	34.86	11.77	3.64	9.29

Replica 3				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	88.00	16.36	5.25	13.27
D ₂ R ₁	28.38	11.23	3.46	8.85
D ₃ R ₁	30.37	11.36	3.79	8.90
D ₁ R ₂	45.00	13.25	3.99	10.52
D ₂ R ₂	43.51	13.07	3.89	10.52
D ₃ R ₂	24.68	10.34	3.74	7.96
D ₁ R ₃	84.36	16.25	5.19	12.85
D ₂ R ₃	38.25	12.39	3.94	9.78
D ₃ R ₃	45.95	13.00	4.02	10.16

Tabla 7. Muestreo2: Promedios por tratamientos

Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D1R1	88.80	16.70	5.18	13.34
D2R1	25.97	10.86	3.23	8.45
D3R1	30.67	11.55	3.56	9.04
D1R2	63.12	14.87	4.67	11.98
D2R2	45.12	13.11	3.95	10.45
D3R2	26.86	10.81	3.45	8.38
D1R3	80.98	15.74	5.00	12.55
D2R3	53.73	13.75	4.36	10.91
D3R3	46.19	13.01	4.01	10.17

Tabla 9. Muestreo 3: Promedios por replicas

Replica 1				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	19.30	15.52	5.97	130.82
D ₂ R ₁	9.86	7.75	2.90	18.73
D ₃ R ₁	12.50	9.82	3.67	37.20
D ₁ R ₂	17.65	13.95	5.23	99.91
D ₂ R ₂	15.02	11.91	4.66	64.00
D ₃ R ₂	12.89	10.22	3.80	42.67
D ₁ R ₃	18.67	15.29	7.95	138.27
D ₂ R ₃	19.08	15.17	6.23	138.22
D ₃ R ₃	17.90	14.35	5.61	113.53

Replica 2				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	16.75	13.31	5.26	87.36
D ₂ R ₁	13.40	10.73	4.04	43.09
D ₃ R ₁	11.53	9.04	3.44	30.25
D ₁ R ₂	16.67	13.32	6.11	89.73
D ₂ R ₂	16.07	12.85	4.96	85.36
D ₃ R ₂	11.83	9.29	3.54	32.43
D ₁ R ₃	20.35	16.22	6.90	190.45
D ₂ R ₃	18.47	14.87	6.20	144.77
D ₃ R ₃	15.24	12.07	5.06	73.05

Replica 3				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	14.98	11.84	4.56	61.83
D ₂ R ₁	13.55	10.73	4.24	51.00
D ₃ R ₁	12.46	9.76	3.71	37.50
D ₁ R ₂	16.11	12.78	4.99	76.18
D ₂ R ₂	13.00	10.36	3.92	41.20
D ₃ R ₂	11.31	8.85	3.34	28.47
D ₁ R ₃	20.29	15.39	6.66	169.91
D ₂ R ₃	16.40	13.02	5.45	94.33
D ₃ R ₃	17.22	13.75	5.48	104.30

Tabla 10. Muestro 3: Promedios por tratamientos

Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	17.01	13.56	5.26	93.34
D ₂ R ₁	12.27	9.73	3.72	37.61
D ₃ R ₁	12.16	9.54	3.61	34.98
D ₁ R ₂	16.81	13.35	5.44	88.61
D ₂ R ₂	14.70	11.70	4.51	63.52
D ₃ R ₂	12.01	9.45	3.56	34.52
D ₁ R ₃	19.77	15.63	7.17	166.21
D ₂ R ₃	17.98	14.35	5.96	125.77
D ₃ R ₃	16.79	13.39	5.39	96.96

Tabla 12. Muestreo 4: Promedios por replicas

Replica 1				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	19.41	15.41	5.95	129.35
D ₂ R ₁	11.52	8.96	3.30	27.43
D ₃ R ₁	12.62	9.89	3.75	36.41
D ₁ R ₂	18.32	14.39	5.48	112.44
D ₂ R ₂	15.64	12.37	4.88	74.36
D ₃ R ₂	13.63	10.77	4.10	43.64
D ₁ R ₃	21.88	17.47	7.87	212.33
D ₂ R ₃	22.61	18.09	7.59	238.56
D ₃ R ₃	19.76	15.78	6.36	150.15

Replica 2				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	17.72	14.08	5.58	112.27
D ₂ R ₁	13.29	10.53	3.94	46.39
D ₃ R ₁	12.77	10.14	3.82	37.63
D ₁ R ₂	17.85	14.35	5.45	102.54
D ₂ R ₂	16.36	13.08	4.97	84.47
D ₃ R ₂	11.42	8.96	3.40	27.86
D ₁ R ₃	22.69	18.14	7.80	253.08
D ₂ R ₃	20.72	16.49	6.69	172.86
D ₃ R ₃	15.65	12.37	4.98	85.29

Replica 3				
Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	17.38	13.77	5.30	93.00
D ₂ R ₁	14.13	10.64	4.16	52.59
D ₃ R ₁	12.47	9.86	3.76	35.83
D ₁ R ₂	18.11	14.39	5.56	107.93
D ₂ R ₂	14.28	11.25	4.23	56.63
D ₃ R ₂	11.70	9.09	3.50	28.40
D ₁ R ₃	22.51	18.13	7.30	211.40
D ₂ R ₃	18.49	15.09	6.27	136.96
D ₃ R ₃	17.70	14.70	5.67	117.70

Tabla 13. Muestro 4: Promedios por tratamientos

Tratamiento	W (g)	LT (cm)	AL (cm)	LP (cm)
D ₁ R ₁	18.17	14.42	5.61	111.54
D ₂ R ₁	12.98	10.04	3.80	42.14
D ₃ R ₁	12.62	9.96	3.78	36.62
D ₁ R ₂	18.09	14.38	5.50	107.64
D ₂ R ₂	15.43	12.23	4.70	71.82
D ₃ R ₂	12.25	9.60	3.67	33.30
D ₁ R ₃	22.36	17.91	7.66	225.60
D ₂ R ₃	20.61	16.56	6.85	182.79
D ₃ R ₃	17.70	14.07	5.67	117.72

Tabla1. Muestreo inicial (antes de la introducción a los estanques)

SIEMBRA: JUNIO 14 DEL 2004			
No.	LONGITUD TOTAL (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)
1	7.0	2.5	7.0
2	4.5	1.5	2.0
3	5.0	1.3	2.0
4	6.1	1.8	3.9
5	5.1	1.5	3.0
6	4.4	1.2	1.3
7	6.5	2.0	4.5
8	6.9	2.2	7.0
9	4.5	1.4	2.0
10	4.2	1.0	1.0
11	5.0	1.3	2.1
12	5.5	1.9	2.5
13	6.0	1.9	4.5
14	5.0	1.5	2.5
15	7.0	2.5	7.5
16	5.5	1.5	3.0
17	4.5	1.2	2.0
18	5.0	1.5	2.0
19	5.5	1.7	3.0
20	6.0	2.0	4.5
21	6.5	2.0	5.5
22	4.2	1.1	2.0
23	5.5	1.7	2.1
24	6.7	2.4	7.5
25	4.9	1.3	2.0
26	5.4	1.5	2.5
27	3.6	1.0	1.0
28	4.8	1.3	2.0
29	4.9	1.3	1.5
30	6.0	1.9	4.1
31	4.0	1.2	2.0
32	5.0	1.5	2.3
33	7.3	2.1	6.5
34	6.2	2.1	5.0
35	4.0	1.0	1.5
36	4.7	1.2	1.5
37	4.5	1.4	2.0
38	6.0	1.9	4.9
39	7.5	2.2	8.0
40	8.5	2.7	13.0
41	8.5	3.0	14.0
42	9.0	3.1	17.6
43	6.5	2.0	5.7
44	5.0	1.4	2.2
45	5.5	1.5	3.6
46	6.0	2.0	4.3
47	6.0	2.0	5.5
48	4.4	1.0	1.5
49	4.7	1.5	3.0
50	5.5	1.6	3.2

SIEMBRA: JUNIO 14 DEL 2004			
No.	LONGITUD TOTAL (cm)	ALTURA (cm)	PESO (g)
51	5.5	1.6	3.2
52	5.3	1.5	3.0
53	5.5	1.6	3.0
54	3.5	0.9	1.0
55	4.5	1.3	1.9
56	4.6	1.4	1.8
57	6.7	2.0	6.4
58	5.0	1.5	2.4
59	5.0	1.5	3.0
60	7.0	2.4	7.8
61	9.2	3.0	18.5
62	5.0	1.7	2.5
63	6.6	2.1	7.3
64	5.0	1.5	2.7
64	5.0	1.3	2.0
66	6.6	2.0	5.0
67	5.2	1.5	2.5
68	4.1	1.0	1.5
69	7.0	2.2	6.5
70	6.2	2.0	5.0
71	5.0	1.5	2.0
72	4.0	1.2	1.5
73	5.0	1.5	2.7
74	5.0	1.7	2.0
75	4.0	1.2	1.0
76	3.0	1.0	1.0
77	8.0	2.2	10.0
78	6.1	2.0	6.0
79	3.0	0.9	1.0
80	4.5	1.5	2.0
suma	440.6	134.0	321.0
prom	5.5	1.7	4.0