

00361

17
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EFFECTO DE LAS VARIABLES TEMPERATURA Y
SALINIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO, CONDICION
Y SOBREVIVENCIA DE JUVENILES DE LA ESPECIE
DE LISA (*Mugil curema*) EN SISTEMAS DE
RECIRCULACION DE AGUA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
(*BIOLOGIA*)

P R E S E N T A

ADRIANA TERESITA MUHLIA ALMAZAN

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO FABIAN MUHLIA MELO

MEXICO, D.F.

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

26852*



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

El amor es un eficiente promotor de la voluntad del hombre en el logro de sus metas.

A Dios por el simple hecho de que me permitió existir.

A mis padres Jorge y Tere, gracias por todo el amor y el apoyo incondicional y porque tengo la oportunidad de poder compartir todo lo bueno con ustedes.

A mi esposo José Arturo porque me has dejado compartir todo lo que soy contigo y porque eres siempre la razón mas importante en mi mundo. Te Amo.

A Beto y Cati, por que siempre estan ahí listos y apoyando.

INDICE

INDICE.....	i
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	iii
INDICE DE APENDICES.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
Introducción.....	1
Antecedentes.....	6
Justificación.....	11
Objetivos.....	13
Hipótesis.....	13
Materiales y Métodos.....	14
Captura y Colecta de los Organismos.....	14
Condiciones de Mantenimiento.....	15
Procedimiento Experimental.....	17
Análisis Estadístico.....	22
Resultados.....	24
Experimento I. Eficiencia de los Sistemas de Recirculación de Agua.....	24
Peso Húmedo.....	24
Longitud.....	27
Factor de Condición.....	30
Sobrevivencia.....	32
Experimento II. Efecto de la Temperatura y Salinidad sobre el Crecimiento, Condición y Supervivencia de <i>M. curatua</i>	34
Peso Húmedo.....	34
Peso Seco.....	37
Longitud.....	40
Factor de Condición.....	42
Porcentaje de Humedad Corporal.....	44
Contenido Energético.....	46
Supervivencia.....	47
Discusión.....	50

Conclusiones y Recomendaciones	60
Literatura Citada.....	62
Anexos.....	69
Taxonomía y Distribución de la Especie de <i>Lisa Mugil</i> <i>carema</i> en México.....	69
Aspectos Biológicos de la Especie.....	70
Morfología.....	70
Alimentación.....	71
Reproducción.....	71
Crecimiento y Madurez.....	72
Características Biológicas de los Mugílidos en Sistemas de Cultivo.....	72
Descripción de la Bahía y Ensenada de La Paz	74
Apéndices.....	77

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1.	El Cultivo de Mugilidos en Otros Países.....	8
Tabla 2.	Parámetros Generales de la Calidad de Agua Adecuada para el Cultivo de Peces Marinos en Sistemas de Recirculación de Agua	10
Tabla 3.	Tratamientos Experimentales establecidos para el Experimento II.....	21
Tabla 4.	Tasa de Recambio y Parámetros Fisico-Químicos del Agua de cada Sistema de Recirculación. Experimento I.....	24
Tabla 5.	Peso Húmedo Inicial, Medio y Final de <i>M. curema</i> en cada Sistema de Recirculación. Experimento I.....	25
Tabla 6.	Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Húmedo de <i>M. curema</i> en cada Sistema de Recirculación. Experimento I....	27
Tabla 7.	Longitud Patrón de <i>M. curema</i> en cada Sistema de Recirculación. Experimento I.....	28
Tabla 8.	Tasa Instantánea de Crecimiento en Longitud Patrón de <i>M. curema</i> en cada Sistema de Recirculación. Experimento I.....	29
Tabla 9.	Factor de Condición de <i>M. curema</i> en cada Sistema de Sistema de Recirculación. Experimento I.....	31
Tabla 10.	Porcentaje de Supervivencia de <i>M. curema</i> en cada Sistema de Recirculación. Experimento I	32
Tabla 11.	Parámetros Fisico-Químicos del Agua de cada Sistema de Recirculación. Experimento II.....	34
Tabla 12.	Peso Húmedo Inicial y Final y Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Húmedo de <i>M. curema</i> en los Diferentes Tratamientos Experimentales. Experimento II....	35
Tabla 13.	Peso Seco Inicial y Final y Tasa Instantánea de Crecimiento de <i>M. curema</i> en los Diferentes Tratamientos Experimentales. Experimento II.....	37
Tabla 14.	Longitud Patrón Inicial y Final y Tasa Instantánea de Crecimiento en Longitud de <i>M. curema</i> en los Diferentes Tratamientos Experimentales. Experimento II.....	40
Tabla 15.	Factor de Condición Inicial y Final de <i>M. curema</i> en los Diferentes Tratamientos Experimentales. Experimento II....	42
Tabla 16.	Porcentaje de Humedad Corporal de <i>M. curema</i> en los Diferentes Tratamientos Experimentales. Experimento II....	44
Tabla 17.	Contenido Energético de <i>M. curema</i> en los Diferentes Tratamientos Experimentales. Experimento II.....	46
Tabla 18.	Porcentaje de Supervivencia Final de <i>M. curema</i> en los Diferentes Tratamientos Experimentales. Experimento II....	48

Figura 1.	Sistema de Recirculación de agua. Laboratorio de Cuarentena CIBNOR.....	16
Figura 2.	Peso Húmedo de <i>M. curema</i> en los Sistemas de Recirculación de Agua. Experimento I.....	26
Figura 3.	Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Húmedo de <i>M. curema</i> en los Sistemas de Recirculación de Agua. Experimento I.....	27
Figura 4.	Longitud Patrón de <i>M. curema</i> en los Sistemas de Recirculación de Agua. Experimento I.....	29
Figura 5.	Tasa Instantánea de Crecimiento en Longitud Patrón de <i>M. curema</i> en los Sistemas de Recirculación de Agua. Experimento I.....	30
Figura 6.	Factor de Condición de <i>M. curema</i> en los Sistemas de Recirculación de Agua. Experimento I.....	31
Figura 7.	Porcentaje de Sobrevivencia de <i>M. curema</i> en los Sistemas de Recirculación de Agua en función del Tiempo. Experimento I.....	33
Figura 8.	Peso Húmedo Final de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	35
Figura 9.	Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Húmedo de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	36
Figura 10.	Peso Seco Final de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	38
Figura 11.	Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Seco de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	39
Figura 12.	Tasa Instantánea de Crecimiento en Longitud de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II	41
Figura 13.	Factor de Condición Final de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	43
Figura 14.	Porcentaje de Humedad de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	45
Figura 15.	Contenido Energético de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	47
Figura 16.	Porcentaje de Sobrevivencia Final de <i>M. curema</i> en cada Tratamiento Experimental. Experimento II.....	49
Figura 17.	Morfología de <i>Mugil curema</i>	70
Figura 18.	Mapa de la Bahía y Ensenada de La Paz	75

INDICE DE APENDICES

Apéndice 1.	Análisis de Varianza del Peso Húmedo Inicial de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	77
Apéndice 2.	Análisis de Varianza del Peso Húmedo Medio de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	77
Apéndice 3.	Análisis de Varianza del Peso Húmedo Final de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	78
Apéndice 4.	Análisis de Varianza de la Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Húmedo de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	78
Apéndice 5.	Análisis de Varianza de la Longitud Patrón Inicial de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	78
Apéndice 6.	Análisis de Varianza de la Longitud Patrón Media de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	79
Apéndice 7.	Análisis de Varianza de la Longitud Patrón Final de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	79
Apéndice 8.	Análisis de Varianza de la Tasa Instantánea de Crecimiento en Longitud Patrón de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento I.....	80
Apéndice 9.	Análisis de Varianza del Factor de Condición Inicial de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	80
Apéndice 10.	Análisis de Varianza del Factor de Condición Medio de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	81
Apéndice 11.	Análisis de Varianza del Factor de Condición Final de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento I.....	81
Apéndice 12.	Análisis de Varianza de la Supervivencia de <i>M. curema</i> . Experimento I.....	82
Apéndice 13.	Análisis de Varianza del Peso Húmedo Inicial de <i>M. curema</i> . Experimento II.....	82
Apéndice 14.	Análisis de Varianza del Peso Húmedo Final de <i>M. curema</i> . Experimento II.....	82
Apéndice 15.	Análisis de Varianza Bifactorial del Peso Húmedo Final de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	83
Apéndice 16.	Análisis de Varianza Bifactorial de la Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Húmedo de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	83

Apéndice 17.	Análisis de Varianza Bifactorial del Peso Seco Inicial de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	84
Apéndice 18.	Análisis de Varianza Bifactorial del Peso Seco Final de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	84
Apéndice 19.	Análisis de Varianza Bifactorial de la Tasa Instantánea de Crecimiento en Peso Seco de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	85
Apéndice 20.	Análisis de Varianza de la Longitud Patrón Inicial de <i>M. curema</i> . Experimento II.....	85
Apéndice 21.	Análisis de Varianza de la Longitud Patrón Final de <i>M. curema</i> . Experimento II.....	86
Apéndice 22.	Análisis de Varianza Bifactorial de la Longitud Patrón Final de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II	86
Apéndice 23.	Análisis de Varianza Bifactorial de la Tasa Instantánea de Crecimiento en Longitud de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	87
Apéndice 24.	Análisis de Varianza del Factor de Condición Inicial de <i>M. curema</i> . Experimento II.....	87
Apéndice 25.	Análisis de Varianza del Factor de Condición Final de <i>M. curema</i> . Experimento II.....	88
Apéndice 26.	Análisis de Varianza Bifactorial del Factor de Condición Final de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II	88
Apéndice 27.	Análisis de Varianza Bifactorial del Porcentaje de Humedad Corporal de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	89
Apéndice 28.	Análisis de Varianza Bifactorial del Contenido Energético de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.	89
Apéndice 29.	Análisis de Varianza Bifactorial de la Sobrevivencia Final de <i>M. curema</i> y Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey. Experimento II.....	90

RESUMEN

En el presente estudio se efectuaron dos bioensayos con juveniles de la lisa *Mugil curema* dentro del laboratorio con el propósito de evaluar en el primer bioensayo, la eficiencia de los sistemas de recirculación de agua para lograr un mantenimiento adecuado de los organismos. En el segundo experimento se estimó el efecto de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento, la condición y la sobrevivencia de los peces.

En el primer experimento, después de mantener los peces dentro de los sistemas probados, estos mostraron tasas de crecimiento en peso húmedo de 0.05 a 0.07 g/día y un crecimiento en longitud de 0.18 a 0.26 mm/día, el factor de condición fue adecuado para la especie y el porcentaje de sobrevivencia final fue de 55.55- 71.11 %. Esto permitió demostrar la eficiencia de los sistemas en el mantenimiento de los parámetros fisico-químicos del agua, puesto que los peces presentaron tasas de crecimiento dentro del intervalo reportado en otros estudios para la misma especie.

Un segundo experimento se llevó a cabo para evaluar el efecto de diferentes grados de temperatura (22, 26 y 30 °C) y diferentes niveles de salinidad del agua (15, 25 y 35 ‰). Se observó que la salinidad y la temperatura, así como su interacción, determinan significativamente el crecimiento de las lisas, el cual se estimó en términos de peso húmedo dentro de un intervalo de 0.03 - 0.07 g/día, y en términos de peso seco con registros desde 0.002 hasta 0.010 g/día. Se discute la validez del uso del incremento en peso húmedo como indicador de crecimiento y por lo tanto la validez del factor de condición para evaluar el estado fisiológico de *M. curema*. Se observó que el crecimiento, estimado en términos del incremento de la biomasa (peso seco) de los organismos mostró mejores resultados, los cuales se vieron reforzados por la estimación del contenido energético de los peces. Los porcentajes de sobrevivencia registrados para esta especie al final del experimento estuvieron entre 73.33 y 100 %.

Aún cuando los juveniles de *M. curema* de la Ensenada de La Paz habitan en condiciones de altas temperaturas y altas salinidades, estos mostraron una mayor tasa de crecimiento en peso, condición y sobrevivencia en ambientes con salinidades bajas y temperaturas altas. Esto sugiere que apesar de que estos organismos no se encuentran en condiciones fisiológicas óptimas en esta región, pueden crecer y desarrollarse en la zona. Por lo tanto, los sistemas de recirculación evaluados podrían ser herramientas útiles para la cría de *M. curema* en sus primeras etapas de desarrollo, cuando esta especie es más susceptible a

ABSTRACT

Effects of Temperature and Salinity on Growth, Condition, and Survival of Juvenile White Mullet (*Mugil curema*) in Recirculating Water Systems.

This study reports the results obtained in two laboratory experiments with fingerlings of white mullet (*Mugil curema*). The first was done to estimate the efficiency of recirculating water systems for the rearing of juveniles of this species. In the second experiment, the effects of temperature and salinity on the growth, condition, and survival of fish were estimated.

During the first trial, the organisms showed growth rates (wet weight) of 0.05-0.07 g/day, and length increases of 0.18 to 0.26 mm/day. The condition factor was adequate for this species, and survival at the end of the first experiment was 55.5- 71.1 %. These results demonstrate that the systems tested were efficient enough in the maintenance of physicochemical variables to allow the development of fish with growth rates as reported by other authors for the same species.

A second trial was made on the tested systems to investigate the effect of different levels of temperature (22, 26, and 30 °C) and salinity (15, 25 and 35 ‰) on instantaneous growth rate. The results showed growth was affected by each variable and separately by the interaction of the two variables. Growth was estimated (wet weight) as 0.03 - 0.07 g/day. For dry weight, the range was 0.002 - 0.010 g/day. The validity of using wet weight increases as a growth indicator is discussed, and as a consequence, the use of the condition factor to evaluate the physiological state of fish is questioned. The estimated growth rate of *M. curema* measured using dry weight showed the best results, which were reinforced by the estimation of the energetic content of the fish. Survival percentages, recorded at the end of the experiment were 73.33 - 100 %.

Although juvenile white mullet in Ensenada de La Paz live at high temperatures and salinities, they showed a greater growth rate (dry weight), a better condition, and a higher survival percentage at low salinity and high temperature. This can be explained as a function of the physiological response of the organisms to these conditions. The results suggest that temperature and salinity characteristic of the Ensenada de La Paz are not the best to improve growth and development of the juveniles of this species. The results of this study showed that the recirculating water systems can be used as a suitable tool to rear white mullet during

INTRODUCCION

Las lisas son especies pertenecientes a la ictiofauna de las costas mexicanas, y su distribución y abundancia las hace parte de un recurso económico importante en la producción pesquera mexicana. A lo largo de las costas de México, tanto en el litoral Pacífico como en el Golfo, las lisas se encuentran representadas por dos especies de mayor importancia económica: *Mugil cephalus* y *M. curema* (Chávez, 1985).

Actualmente el cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas se ha venido manifestando como una importante alternativa a los problemas alimentarios que en nuestro país se presentan (Polanco *et al.*, 1988). La falta de recursos económicos de un porcentaje importante de la población mexicana, así como la necesidad de su alimentación permiten a las lisas ser un producto cuyo valor en el mercado es accesible (\$10.00/kg), de alto valor nutricional y por lo tanto de alta demanda.

Para el establecimiento de un sistema de cultivo exitoso, es necesaria la estricta selección de especies que por sus características biológicas permitan una mayor producción en un menor tiempo y a un menor costo; de ahí que la necesidad del conocimiento de su biología básica es un requisito indispensable (Alvarez-Lajonchere, 1983).

Uno de los factores determinantes en la selección de la especie es que el organismo presente una tasa de crecimiento rápida, dado que en un cultivo, una de las metas es lograr el máximo crecimiento durante el primer año de vida. En los peces, el crecimiento como proceso fisiológico está determinado por una serie de parámetros bióticos y abióticos que se interrelacionan entre sí tales como la temperatura, la salinidad y la cantidad de oxígeno disuelto del agua, la alimentación y la densidad de organismos en cultivo entre otros, características que dentro de un intervalo adecuado, permiten el máximo crecimiento de los organismos en un periodo de tiempo menor (Alvarez-Lajonchere, 1983; Losordo 1991).

En los sistemas costeros y estuarinos como los que habitan las lisas, la temperatura y la salinidad del agua son factores que constantemente cambian y ejercen efectos importantes en los peces, tanto en su sobrevivencia como en su crecimiento y desarrollo (Alvarez-Lajonchere, 1983). Todos los organismos que se desarrollan en un ambiente acuático presentan distintos intervalos de tolerancia ya sean reducidos o amplios. En niveles tolerables de temperatura y salinidad, los organismos son capaces de regular sus tasas metabólicas (Fry, 1971). Sin embargo, niveles extremos fuera del rango de tolerancia de la especie, ya sea de

temperatura o salinidad pueden, además de afectar el crecimiento, provocar altas tasas de mortalidad (Walsh *et al.*, 1991). Así mismo, la respuesta de los organismos a los cambios ambientales puede manifestarse de diferente forma, de manera que las estrategias adaptativas de cada organismo a una nueva condición ambiental y el gasto energético que estas conllevan difieren para cada especie (Fry, 1971; Walsh *et al.*, 1991).

En la especie *Mugil curema*, Yañez-Arancibia (1976) reporta en el sistema Lagunar Costero de Guerrero un crecimiento aproximado de 130 mm de longitud patrón para el primer año y 100 mm para el segundo. La talla de primera madurez en estos peces se reporta entre 230 y 240 mm de longitud patrón en las costas de Sinaloa (Morales *et al.*, 1981), lo cual significa que el primer desove se lleva a cabo a una edad aproximada de 2 años y las tallas máximas registradas son de 350 mm de longitud patrón (Chávez, 1985; Polanco *et al.*, 1988). Sin embargo, Ibáñez (1995) reporta en la Laguna de Tamiahua Veracruz, organismos de *M. curema* con tallas de primera madurez de 181 mm para machos y 208 mm para hembras que corresponden a las edades de <1 y 1 año, respectivamente, por lo que en esta laguna, la especie madura más joven. Estas variaciones en edad y talla de primera madurez pueden ser debidas a la sobreexplotación de la especie en las zonas muestreadas (Ibáñez, 1995).

Actualmente en México, son pocos los registros de tasas de crecimiento en laboratorio de las especies de lisas que se distribuyen en las costas del Pacífico y del Atlántico, por lo que la mayor información con la que se cuenta es de los organismos en el medio silvestre.

Se sabe que las tasas intraespecíficas del crecimiento de los organismos en general pueden variar en respuesta a la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento y tal vez más ligeramente respecto a la luz, oxígeno y otras variables. Esta propiedad del crecimiento, puede ser referida como "plasticidad" (Weatherley, 1987). La sobrevivencia de los peces puede depender en cada etapa de su ciclo de vida, de alcanzar una talla específica en cierto límite de tiempo, implicando el mantenimiento de una tasa de crecimiento rigurosa durante cada una de estas etapas. En los peces no se requieren tasas tan estrictas del crecimiento en las etapas de desarrollo. Los peces pequeños no pueden nadar tan rápido como los adultos, pero lo pueden hacer con más agilidad, esto compensa su talla pequeña respecto a la búsqueda de alimento o la facilidad de escape de los depredadores. Estos factores están involucrados en la común manifestación de la plasticidad del crecimiento de peces en sitios naturales, lo que implica que la plasticidad del crecimiento es

experimentalmente demostrable en peces, quienes la exhiben como respuesta a sus demandas de sobrevivencia (Weatherley, 1990).

Mugil cephalus es una especie de lisa cosmopolita, notoriamente eurihalina que tolera salinidades desde agua dulce hasta 75 ‰ y además es euritérmica pues los adultos viven en temperaturas de 10 a 35 °C mientras que las larvas toleran de 20-25 °C en salinidades de 20- 44 ‰, dependiendo de la zona geográfica en donde se encuentren (Gopalakhrishnan, 1970; Rodríguez *et al.*, 1993). Se desconoce aún el rango de tolerancia de los juveniles aunque al parecer, los límites de tolerancia se reducen conforme la talla de los peces es menor (Liao y Chao, 1981). Por su parte, los pocos estudios realizados en la especie *Mugil curema*, han encontrado que esta especie presenta rangos de tolerancia más angostos respecto a *M. cephalus*, sin embargo, no deja de definirse como un organismo euritérmico y eurihalino (Alvarez-Lajonchere, 1983).

Según Rodríguez *et al.*, (1993), el medio marino es hiperosmótico con respecto a las concentraciones de los fluidos corporales de las especies de lisas. Estos autores reportan que 8 ‰ es la salinidad en la cual se alcanza el punto isosmótico del medio respecto a los fluidos corporales de *M. cephalus*, por lo tanto, cuando existe una diferencia en la concentración salina de estos y el medio, los peces responden desarrollando diferentes estrategias. Los peces en medios hiperosmóticos tienden a perder agua y obtener sales a través de sus membranas. Para contrastar las pérdidas de agua, los peces cuando son reguladores, tienden a desarrollar algunas estrategias adaptativas, como el beber agua del mar y reducir el volumen de orina en sus túbulos renales que son altamente capaces de retener agua y en consecuencia, el contenido salino de su orina se incrementa (Walsh *et al.* 1991). Así, los peces son capaces de eliminar activamente las sales excedentes que provienen del agua de mar y de los alimentos deglutidos a través de branquias y del tubo digestivo. Se observa a su vez, un decremento en la permeabilidad de las membranas branquiales expuestas a altas salinidades para reducir la entrada de iones a la sangre (Fry, 1971). Sin embargo, no todos los peces son reguladores, algunas especies marinas se caracterizan por ser conformadoras, es decir, su medio interno es capaz de adaptarse a las condiciones del medio externo hasta un cierto límite, fuera del cual los organismos mueren (Fry, 1971).

Las variaciones de la salinidad del medio, pueden modificar el metabolismo de los organismos. Incluso la velocidad de movimiento del animal puede verse afectada. Cuando la capacidad de osmorregulación llega a un límite de tolerancia, la tasa metabólica se restringe y los movimientos del animal son menores (Fry, 1971).

La salinidad también influye en el crecimiento de los peces. Se ha demostrado que el apetito es salino-dependiente, al igual que la eficiencia de asimilación del alimento (Jobling, 1994). De Silva y Perera (1976) estudiaron en juveniles de *M. cephalus* el efecto de diferentes niveles de salinidad (entre 0 y 30‰) sobre el crecimiento, encontrando los mejores resultados entre 10 y 20‰. Yañez-Arancibia (1976), encontró en juveniles y adultos de *M. curema* un mayor crecimiento en las lagunas costeras en salinidades entre 14 y 21 ‰. Liao y Chao (1981) obtuvieron en adultos de *M. cephalus* mayores crecimientos en agua salobre y en agua de mar, a diferencia del crecimiento registrado en agua dulce en donde este fue significativamente menor. En mugílidos se ha observado que la sobrevivencia también está relacionada con la salinidad y depende de la talla de los peces. Individuos de menor tamaño poseen un intervalo más reducido de tolerancia a la salinidad que los de tallas mayores (Nash y Shehadeh, 1980; Liao y Chao, 1981). Rodríguez *et al.* (1993), reportaron que la sobrevivencia de juveniles de *M. cephalus* es significativamente mayor en ambientes estuarinos o marinos que en agua dulce.

Frente a las variaciones de temperatura del agua, los organismos presentan diferentes respuestas fisiológicas de acuerdo al intervalo de tolerancia de cada especie. La tasa metabólica de un pez suele verse alterada cuando hay un incremento en la temperatura del medio (Fry, 1971). Este cambio de la tasa metabólica puede verse reflejado en el crecimiento, la sobrevivencia, la condición y la utilización y conversión del alimento de los peces (Likongwe *et al.*, 1996). A pesar de las diversas modificaciones metabólicas y los efectos que la temperatura puede causar en un organismo, es muy importante poder distinguir entre los efectos de la temperatura *per se*, y los efectos en el crecimiento inducidos por la interacción de la temperatura con algún otro factor (Jobling, 1994).

Los peces son organismos conformadores respecto a la temperatura, es decir, su temperatura interna cambia con la externa. Las lisas no son la excepción dada su condición de euritermos, pues tienen la capacidad de tolerar amplios intervalos de variación interna de su temperatura corporal conforme a los cambios del medio, siempre que estos se encuentren dentro de su intervalo de tolerancia (Koskela *et al.*, 1997). En la especie *M. curema* son pocos los estudios realizados respecto a los efectos que la temperatura ejerce y las respuestas que los peces despliegan frente a estos cambios.

La temperatura en la cual el crecimiento se maximiza se denomina "temperatura óptima de crecimiento". Sin embargo, las características de un ambiente óptimo difieren entre especies, y la provisión de estas condiciones controladas, está limitada no solamente por el aspecto

económico sino también por la carencia del conocimiento de estas condiciones óptimas para el desarrollo del organismo (Tomasso, 1996).

La acuicultura o acuicultura por su parte, es el cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas (Bardach *et al.*, 1982). Es una actividad que el hombre hace no menos de 2500 años; sin embargo en la investigación científica aplicada data sólo de principios de siglo. Actualmente, el cultivo de peces es la actividad de la acuicultura que aporta el mayor porcentaje de la producción mundial (Pillay, 1990; Alvarez-Lajonchere, 1983).

Según Gopalakrishnan (1970), los principios básicos en acuicultura costera están directamente relacionados con las interacciones naturales que ocurren en los ecosistemas marinos. Un prerrequisito esencial para el desarrollo de la acuicultura es la información sobre la taxonomía y biología de las especies, conocida también como la selección de especies y su combinación, considerando las características ambientales y la demanda local, así como también la máxima producción de peces de talla comercial por medio del cultivo.

Aunado al conocimiento de la potencialidad de una especie para su cultivo, se hace necesario el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan intensificar los cultivos a menor costo, como es el caso de los sistemas de recirculación de agua (Losordo, 1994), que en el presente estudio fueron evaluados con vistas a su estandarización como sistemas de cultivo efectivos.

Con base en lo anterior, el presente estudio pretende evaluar el efecto de las variaciones de la temperatura y la salinidad del agua en el crecimiento, en la condición y la sobrevivencia de juveniles de la lisa *Mugil curema*, a fin de determinar los niveles óptimos de temperatura y salinidad requeridos para su cultivo. Así mismo, se pretende añadir elementos adicionales con base en el desarrollo de los organismos bajo la variación en estos parámetros, con el fin de estimar el potencial de la especie para prácticas de cultivo.

ANTECEDENTES

En la ictiofauna de las costas mexicanas se han reconocido cinco especies de mugílidos comúnmente llamadas "lisas", distribuidas en ambos litorales de México, *Mugil cephalus* y *M. curema* en el Atlántico y Pacífico, *M. hospes* y *M. setosus* en la costa Noroccidental y *M. trichodon* en el Suroeste de México (Chávez, 1993).

En Baja California Sur se ha reportado la presencia de tres de estas especies, *Mugil curema* Valenciennes, *M. cephalus* Linneo y *M. hospes* Jordan y Culver. Entre estas especies sólo *Mugil cephalus* y *M. curema*, habitantes de lagunas costeras y componentes temporales de estuarios destacan por su abundancia e importancia económica. Ambas especies soportan una de las 10 pesquerías de escama más importantes en el país dados sus elevados volúmenes de captura superiores a las 10,000 toneladas anuales (Yañez-Arancibia, 1985; Polanco *et al.*, 1988).

Los trabajos publicados en México sobre la biología y el cultivo de estas especies de mugílidos son muy escasos (ver anexos). Desde 1960, Berdegúé señaló que las lisas constituyen uno de los recursos pesqueros más importantes en el país. Posteriormente estudios sobre la taxonomía, distribución y ecología de las especies de mugílidos en las costas mexicanas fueron realizados por Yañez-Arancibia (1978a), Chávez, (1985) y Vega (1985) entre otros. Maeda (1981) sugiere que por su abundancia en el medio, la tolerancia a los cambios ambientales, los hábitos alimenticios y el preciado de su carne, las especies de lisas son ideales para prácticas de cultivo. Sin embargo, en los últimos años este recurso se ha visto disminuido por la sobrepesca, lo cual ha conllevado a una baja importante en las capturas de estas especies (*Mugil curema* y *M. cephalus*) en algunas costas del Pacífico, específicamente en el estado de Baja California Sur (Muhlia-Melo y Muhlia-Almazán, 1995). Ibáñez (1995) señala que debido al éxito comercial de la hueva de lisa y de la liseta en la utilización como carnada, así como al bajo precio del producto pesquero y tomando en cuenta el decremento en los niveles de su captura en forma dramática, se hace necesario el desarrollo de sistemas de cultivo que apoyados por una serie de características biológicas y fisiológicas que presentan las especies de lisas, las hace especies aptas para el cultivo. Más recientemente, Ibáñez y Leonart (1996) realizan estudios sobre morfometría y crecimiento relativo de *Mugil curema* y *M. cephalus*. Sin embargo, son pocos los estudios realizados en México sobre el mantenimiento, el crecimiento y el conocimiento fisiológico de estos organismos enfocados a su cultivo. Al

respecto destaca el trabajo de Muhlia-Almazán (1994) en condiciones de laboratorio para evaluar el crecimiento y la sobrevivencia de *Mugil curema*.

En contraste, el cultivo experimental y comercial de diferentes especies de lisas ha sido desarrollado en más de 50 países y también se ha introducido artificialmente en numerosos lugares del mundo (Alvarez-Lajonchere, 1983) (Tabla 1). En América Latina las lisas representan algunas de las especies más prometedoras para la acuicultura comercial, ya que desde un punto de vista biológico, estos organismos son buenos candidatos tanto para el monocultivo como para el policultivo (ver anexos). En policultivo, sus hábitos alimenticios contribuyen al aprovechamiento máximo de los recursos de los estanques (Briones, 1981; Alvarez-Lajonchere, 1983).

Algunas de estas especies presentan una gran demanda en el mercado y un alto precio en varios países (Brasil, Cuba, Colombia y Venezuela) donde se han incrementado esfuerzos para intensificar su acuicultura comercial (Benetti, 1991). Otras especies de mugílidos que han sido cultivadas son: *Mugil brasiliensis*, *M. chelo*, *M. capito*, *M. auratus*, *M. saliens*, *M. grandisquamis* y *Mugil falcipinnis* (Pillay, 1990).

Actualmente la acuicultura se encuentra apoyada en sistemas de cultivo que de acuerdo a la forma y características de sus componentes se hacen más o menos eficientes en términos de productividad. Los sistemas naturales tienen la ventaja de ser bien balanceados y operar de una manera cíclica, garantiza el suministro de alimento y evita problemas como el desalojo de desechos debido a que los desechos de un componente son alimento para otro organismo. Sin embargo, los sistemas naturales operan de una manera lenta en la mayoría de los casos y la producción de materiales que pueden ser utilizados por el hombre es muy baja. Dentro de las alternativas posibles para incrementar la producción de los sistemas acuáticos se han desarrollado tres tipos de sistemas: sistemas abiertos, semicerrados y cerrados, cada uno de los cuales presentan ciertas ventajas y desventajas, inherentes a su uso (Wheaton, 1977).

En particular, los sistemas cerrados, como los utilizados en este estudio, son aquellos en los que el agua es raramente cambiada con fuentes externas al sistema (Wheaton, 1977). En el más estricto sentido existen muy pocos sistemas cerrados de recirculación para producción de peces. Sin embargo se le considera sistema cerrado a cualquier unidad que reemplace menos del 10% del volumen total de agua diariamente (Losordo, 1991).

TABLA 1. EL CULTIVO DE MUGILIDOS EN OTROS PAISES.

PAIS	TIPO DE CULTIVO	ESPECIE	ACTIVIDADES REALIZADAS
BRASIL	Experimental	<i>Mugil curema</i> y <i>M. liza</i>	Prácticas experimentales de cultivo. Mono y Policultivos.
COREA DEL SUR	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Fecundación artificial.
COSTA RICA	Experimental	<i>Mugil curema</i>	Prácticas experimentales de cultivo.
CUBA	Experimental	<i>Mugil curema</i>	Prácticas experimentales de cultivo.
CHINA	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Introducción de Especies.
ESTADOS UNIDOS	Experimental	<i>Mugil curema</i>	Policultivos con <i>Ictalurus punctatus</i> y <i>Micropogon undulatus</i> . Cria de larvas y postlarvas.
HAWAII	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Desove inducido. Cria de larvas y postlarvas.
HONG KONG	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Introducción de Especies.
INDIA	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Cria de larvas y postlarvas. Policultivo con carpa, camarón, <i>Ectropus suratensis</i> y <i>Chanos chanos</i> .
ISRAEL	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Cria de larvas y postlarvas. Desove inducido. Introducción de especies.
ITALIA	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Fecundación artificial. Desove inducido. Cria de larvas y postlarvas.
JAPON	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Policultivo con anguila, carpa, lobina y botete. Cria de larvas y postlarvas.
ALEMANIA	Experimental	<i>Mugil cephalus</i>	Policultivo con tilapia. Introducción de especies.
TAIWAN	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Policultivo con carpas. Cria de larvas y postlarvas. Desove inducido.
UNION SOVIETICA	Comercial	<i>Mugil cephalus</i>	Cria de larvas y postlarvas. Desove inducido y Policultivo con carpas.
YUGOSLAVIA	Comercial	Varias	Introducción de especies.

(Bardach et al., 1982; Alvarez-Lajonchere, 1983; Guerrero, 1987; Benetti, 1991).

Una de las principales características de este tipo de sistemas cerrados es que permiten el control adecuado de los parámetros ambientales, lo cual determina en gran parte el éxito del sistema (Wheaton, 1977). La producción que se ha obtenido de los sistemas cerrados de recirculación ha abierto un gran interés en la comunidad acuacultora a nivel internacional. Sin embargo aún se desconoce si la mayoría de las especies cultivadas en otro tipo de sistemas, pueden alcanzar una producción a escala comercial en estos sistemas de recirculación que provea de recursos suficientes (Losordo, 1994).

No obstante el interés y la actividad productiva generada en los sistemas de recirculación, se observa una escasez de datos concerniente a la evaluación de estos sistemas; así, con el objetivo de mejorar su rendimiento y funcionamiento para una producción exitosa, se requieren estudios que aborden los aspectos biológicos de las especies a ser cultivadas y los aspectos económicos inherentes al cultivo, así como los relacionados con los diseños adecuados u óptimos de dichos sistemas (Losordo, 1994).

Un sistema de recirculación debe ser capaz de mantener un ambiente de cultivo adecuado, pues debido al deterioro de la calidad del agua, se puede provocar una disminución en el crecimiento de los organismos así como un incremento en la incidencia de enfermedades, de tal manera que la mala calidad del agua puede resultar en un estado de estrés para los animales y repercutir adversamente en la producción del recurso (Losordo, 1991). Tales requerimientos ambientales son críticos en la acuacultura, ya que la sobrevivencia, la reproducción y el crecimiento de las especies en cultivo dependen de un ambiente adecuado (Alvarez-Lajonchere, 1994). Al respecto, se han establecido intervalos de los principales parámetros físico-químicos del agua para el adecuado cultivo de peces marinos (Tabla 2).

La composición del alimento (especialmente de proteínas) y la tasa de alimentación, al igual que las características metabólicas del pez y los restos de alimento no consumido, ejercen los mayores impactos en la calidad de agua de un sistema. Los productos del metabolismo de los animales, incluyendo el bióxido de carbono, los productos nitrogenados excretados y los sólidos fecales aunados al alimento no consumido, son materiales que necesitan ser removidos. La eficiencia con que un sistema puede remover estos productos determina el mantenimiento de la calidad de agua del sistema (Losordo, 1991).

TABLA 2. PARAMETROS GENERALES DE LA CALIDAD DE AGUA ADECUADA PARA EL CULTIVO DE PECES MARINOS EN SISTEMAS DE RECIRCULACION.

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PECES	BIOFILTRO
Oxigeno Disuelto	mg/l	> 6.0	>4.0a
Dióxido de Carbono	mg/l	< 20	nd
pH		8.0 - 9.0c	7.5-8.3b
Alcalinidad	mg/l	>20	>100'
NH3-N	mg/l	<0.02a	nd
NO2-N	mg/l	<0.2	nd
NO3-N	mg/l	<1000	nd

a y b. Losordo, 1994; c. Alvarez- Lajonchere, 1994; nd. no disponible.

JUSTIFICACION

El desarrollo del presente trabajo se sustenta en la problemática referida anteriormente sobre la situación de la pesquería de mugílidos en México, específicamente en Baja California Sur y la Bahía de La Paz y en la falta de conocimiento acerca de la biología de *Mugil curema* en México. De tal manera el presente estudio está dirigido a estimar experimentalmente la respuesta de *M. curema* a diferentes condiciones de temperatura y salinidad. Los resultados obtenidos incrementarán el conocimiento biológico de la especie y permitirán proponer los niveles adecuados de estos parámetros, bajo los cuales es factible cultivar esta especie.

La importancia de asegurar una mayor sobrevivencia y crecimiento en las etapas tempranas del desarrollo de esta especie es fundamental. La implementación de sistemas de cultivo con miras al repoblamiento, se basa en asegurar una mayor sobrevivencia y crecimiento de los organismos en sus etapas críticas de desarrollo, para lo cual es fundamental conocer la respuesta de los animales a factores ambientales determinantes como la temperatura y la salinidad (Leber *et al.*, 1995).

El desarrollo de sistemas de cultivo adecuados permite a su vez aprovechar al máximo el espacio y los recursos con los que se cuenta. El cultivo de peces en sistemas cerrados para el repoblamiento, es una alternativa viable para la producción de especies cuyas poblaciones se han visto disminuidas en los sistemas naturales. El cultivo y repoblamiento de mugílidos podría disminuir el impacto de las pesquerías sobre las poblaciones aún existentes y lograr su mejor aprovechamiento como recurso alimentario, importante para satisfacer las necesidades proteicas de una parte de la población (Leber *et al.*, 1995).

La Bahía y la Ensenada de La Paz, B.C.S., se caracterizan por la presencia de sistemas lagunares costeros cercanos e importantes tanto por sus dimensiones como por sus características hidrológicas. Aún cuando en esta zona principalmente se presenta agua hipersalina con mínimos de 34 y máximos de 47 ‰ y temperaturas mínimas promedio de 20 °C y máximas promedio de 29.8 °C, es necesario conocer los intervalos adecuados (óptimos) para cultivar las especies en sistemas cerrados bajo condiciones controladas establecidas (Espinosa *et al.*, 1979). Así mismo, esta información permitirá evaluar el potencial de los sistemas lagunares de la Península de Baja California como sitio para la crianza de juveniles de *M. curema*.

A partir de diversos estudios realizados en condiciones de laboratorio, se han observado crecimientos que son lo suficientemente diferentes uno de otro para dar una amplia demostración de la plasticidad del crecimiento en los peces (Weatherley, 1990). En el caso de *M. curema*, la utilidad de estas demostraciones en el laboratorio es que pueden ilustrar claramente los efectos de diferentes factores ambientales sobre el crecimiento de la especie y pueden utilizarse para identificar con precisión el potencial total de crecimiento bajo condiciones definidas.

El desarrollo del cultivo de lisa presenta algunas buenas perspectivas por varias razones:

- 1) La abundancia de crías en el medio permite la colecta de estos organismos para la preengorda en sistemas de cultivo controlados.
- 2) La aceptación de alimento artificial por parte de las crías y juveniles facilita el mantenimiento y cultivo de estos organismos.
- 3) La tasa de crecimiento de la lisa en sus primeras etapas de desarrollo les permite alcanzar tallas comerciales en un periodo de tiempo relativamente corto.
- 4) La lisa en su estado adulto se caracteriza por presentar una gran tolerancia a cambios ambientales, esto permite una alta sobrevivencia de los organismos liberados al medio, y por lo tanto el repoblamiento de esta especie en la zona (Alvarez-Lajonchere, 1983).

Es importante destacar que paralelo al conocimiento de la biología básica de una especie, el desarrollo de biotecnologías es actualmente un paso importante en la acuicultura, particularmente en los países en vías de desarrollo como México. Por lo anterior, es posible remarcar las perspectivas que presenta el cultivo de las lisas en México, en particular en el Estado de B.C.S. En este sentido, el repoblamiento de los sistemas lagunares de la zona con lisas, incrementaría el tamaño de las poblaciones en la región y reduciría la problemática de alimentación en una parte de la población, dado que la lisa es un producto de consumo elevado debido a su buena calidad proteica a un bajo costo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al conocimiento de las respuestas fisiológicas que presenta la especie de lisa *Mugil curema* frente a diferentes condiciones ambientales y su repercusión tanto en el crecimiento como en la condición y sobrevivencia de la especie.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el uso de los sistemas de recirculación de agua instalados en el edificio de Cuarentena del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. como herramienta para el cultivo de organismos juveniles de la lisa *Mugil curema*.

- Evaluar los efectos de la temperatura y la salinidad y la interacción de ambas en el crecimiento y sobrevivencia de organismos juveniles de *Mugil curema* a través de un bioensayo en condiciones controladas de laboratorio.

- Evaluar el estado fisiológico de los juveniles de *Mugil curema* expuestos a diferentes condiciones de temperatura y salinidad a través de indicadores de salud (factor de condición) y de composición corporal (contenido energético).

- Establecer los niveles más adecuados de la combinación de temperatura y salinidad. para el mejor crecimiento de juveniles de la lisa *Mugil curema*.

HIPOTESIS

Los sistemas de recirculación de agua son herramientas eficientes para proveer condiciones adecuadas para optimizar el crecimiento y la sobrevivencia de juveniles de la lisa *Mugil curema*.

Las variaciones de la temperatura y la salinidad del agua provocan una serie de respuestas fisiológicas en los juveniles de *Mugil curema*, de tal manera pueden ejercer efectos significativos tanto en el crecimiento como en la condición y la sobrevivencia de los peces, pudiendo observarse los intervalos de tolerancia a los dos factores y un nivel óptimo de desarrollo para esta especie.

MATERIALES Y METODOS

En el presente estudio se consideraron dos experimentos realizados con juveniles de la lisa *Mugil curema*. En el primero (Experimento I), se evaluó la eficiencia del sistema de recirculación de agua en el mantenimiento de los juveniles en condiciones de laboratorio. En el segundo (Experimento II) se evaluó el efecto combinado de la temperatura y la salinidad en el crecimiento, la condición y la sobrevivencia de la especie en estudio. Cada experimento comprendió un periodo de captura y colecta de los peces, un periodo de mantenimiento y aclimatación de los mismos dentro de los sistemas de recirculación de agua en el laboratorio, un periodo de aclimatación a las condiciones de experimentación y un periodo final de evaluación. El experimento I tuvo una duración de 12 semanas mientras que el experimento II duró 11 semanas.

CAPTURA Y COLECTA DE LOS ORGANISMOS

Los organismos necesarios para llevar a cabo los experimentos fueron colectados en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur (Figura 16). La colecta se llevó a cabo durante la época de desove de la especie *Mugil curema* en el periodo de Abril a Junio de 1996 para el primer experimento, y en el mismo periodo durante 1997 para el segundo experimento. El número de organismos utilizados fue de 450 para cada experimento. La captura se llevó a cabo con una red agallera de 25 m de largo y 1.5 m de ancho con luz de malla de 0.5 cm., lo cual permitió lograr la captura de organismos juveniles con una talla menor a 70 mm de longitud total (Murashige *et al.*, 1991).

Después de la captura, la cual duró 3 semanas, los organismos fueron transportados al laboratorio de Cuarentena del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, localizado en la costa Oeste de la Ensenada de La Paz (Figura 16). Los peces se mantuvieron en condiciones constantes (23 ± 1 °C y 27 ± 2 ‰), hasta alcanzar el número de organismos para iniciar cada experimento. Se les aplicó un tratamiento profiláctico a los peces con Prefuran (baños de 30 min/día, durante dos días).

El agua marina utilizada durante ambos experimentos fue bombeada de la Ensenada de la Paz a una serie de cisternas, pasando por un filtro de arena y grava y una serie de filtros de cartucho de 100 a 20 μ m antes de su distribución al laboratorio. En el laboratorio, se utilizaron filtros de 20 μ m para retener la entrada de parásitos y otros pequeños organismos del agua proveniente de la Ensenada. Se realizaron registros diarios de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y amonio del agua de los

tanques en los que fueron colocados los peces. Estos parámetros físico-químicos se mantuvieron en niveles semejantes a las condiciones del sitio de captura. La temperatura se mantuvo en un intervalo de 22-24°C, el cual, según McVey (1991), los peces se encuentran dentro de los niveles adecuados para su desarrollo fisiológico. La salinidad se mantuvo en un intervalo de 25-30 ‰, el oxígeno entre 7.0 y 7.5 mg/L y el amonio se mantuvo en niveles de 0-0.25 mg/L. La temperatura del agua fue registrada con un termómetro de cubeta convencional ($0-110 \pm 0.5$ °C), la salinidad se registro con un refractómetro ocular ($0-100 \pm 1$ ‰), el oxígeno disuelto con un oxímetro (YSI ARC. ± 0.5 mg O₂/L) y el pH y amonio con un kit de acuario TetraSet con sensibilidad mínima de 0.25 mg/L. Se mantuvo un fotoperiodo natural, de 12:12 horas de luz: oscuridad.

Los 450 peces capturados para cada experimento fueron distribuidos en 5 tanques cilíndricos de plástico con capacidad de 200 L cada uno, los cuales forman parte de un sistema previamente instalado de circulación abierta y continua. Se realizaron recambios diarios del 400% del volumen total del agua, y se mantuvo una aireación constante en cada tanque para mantener la concentración de oxígeno en niveles adecuados. Los peces fueron alimentados diariamente con alimento en hojuelas (marca Wardley) para peces marinos, en una sola ración al día correspondiente al 3 % de la biomasa (peso húmedo) total por tanque. Se realizó un análisis bromatológico del alimento mediante los métodos de: 1) Microkjeldhal (N x 6.25) en un analizador automático Tucator™, para proteínas; 2) Método de Soxhlet para extracto etéreo (lípidos); 3) Deshidratación en estufa según AOAC (1980), para humedad y 4) Calcinación en mufla según AOAC (1980), para cenizas. Los resultados obtenidos mostraron un contenido de 50.60 ± 0.06 % de proteína, 11.93 ± 0.30 % de lípidos, 4.45 ± 0.05 % de humedad y 11.53 ± 0.36 % de cenizas

CONDICIONES DE MANTENIMIENTO

Una vez que se contó con el número calculado de peces para iniciar cada experimento tomando en cuenta la densidad adecuada por sistema y réplica (Phillips *et al.*, 1987), se inició el periodo de mantenimiento, el cual tuvo una duración de un mes. En este periodo, los animales se aclimataron a las nuevas condiciones de confinamiento (Wedemeyer *et al.*, 1990). El agua de mar utilizada fue bombeada de la Ensenada de La Paz, pasando por la serie de filtros antes mencionada. Una vez filtrada dentro del laboratorio, el agua fue tratada con cloro comercial (Hipoclorito de Sodio 6% activo) a razón de 3 ml/20 L durante 24h y posteriormente neutralizada con Tiosulfato de Sodio (0.8 ml/20 L); 24 h después, el agua se introdujo dentro de los sistemas de recirculación utilizados en este proceso de mantenimiento.

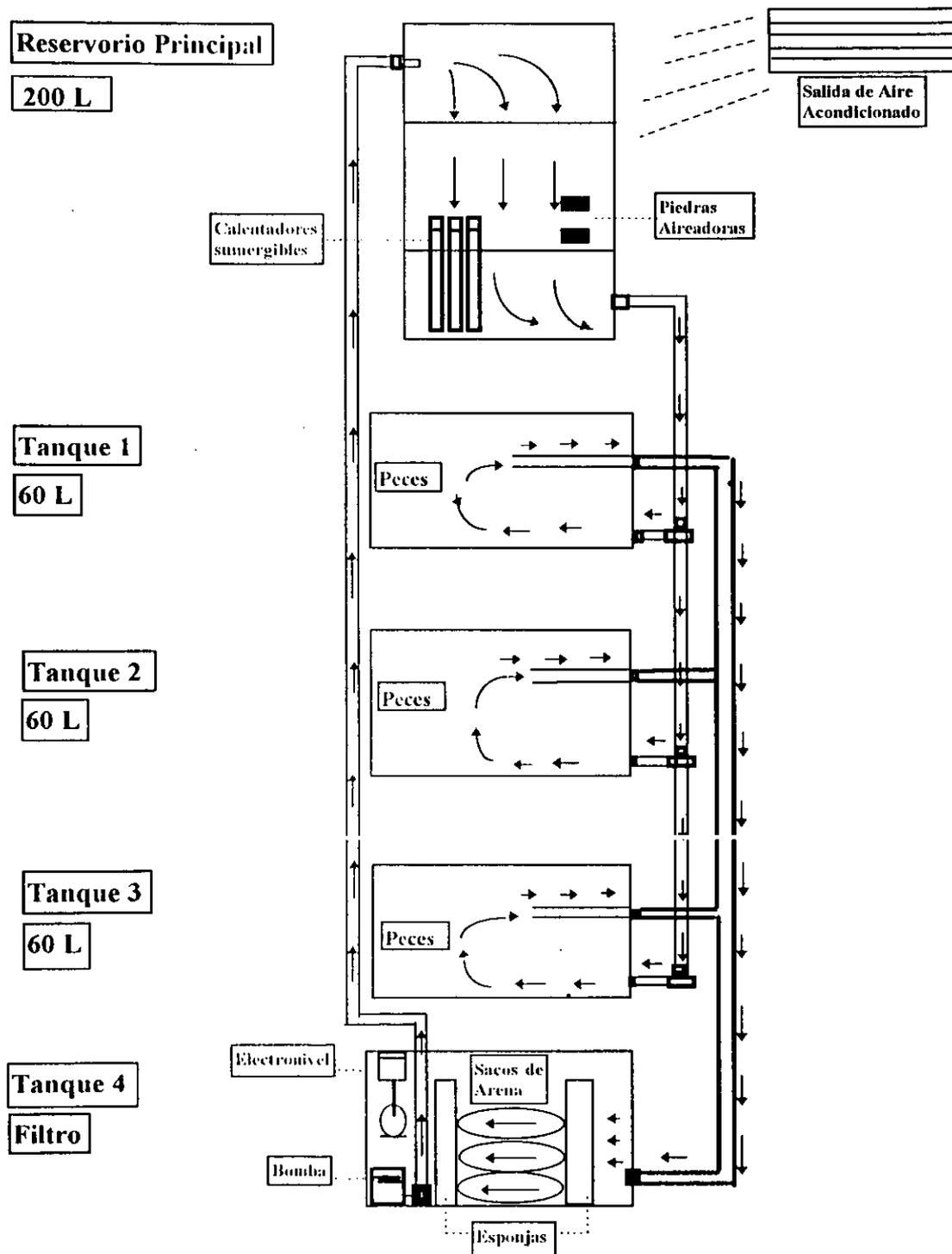


FIGURA 1. SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA, LABORATORIO DE CUARENTENA, CIBNOR. Las flechas indican el movimiento del agua.

El proceso de mantenimiento de los peces se llevó a cabo en los sistemas cerrados de recirculación de agua (Figura 1). Los parámetros físico-químicos del agua se registraron diariamente y se mantuvieron similares a los mencionados en el periodo de captura, al igual que el fotoperiodo.

Nueve sistemas de recirculación se instalaron y cada uno de ellos constó de 4 tanques de 60 L y un reservorio principal de agua con capacidad de 200 L; este último fue provisto de calentadores de inmersión para mantener constante la temperatura y aireadores para oxigenar el agua. En tres de los cuatro tanques de 60 L, fueron colocados al azar los peces y en el cuarto tanque se instaló un filtro biológico de arena y grava que permitió el mantenimiento de una adecuada calidad de agua; adicionalmente se colocó un filtro mecánico de esponja para evitar el paso de residuos de materia orgánica. Los posibles efectos de ubicación, sombra y circulación del aire de cada sistema en el área experimental, fueron tomados en cuenta con el fin de evitar diferencias en los resultados.

Durante los últimos 3 días de este periodo, se aplicaron tratamientos de desinfección con Prefuran como profiláctico (nifurpirinol al 10%), en dosis de 1-2 g/100L en baños de 30 min. y Organicure (sulfato de cobre) en dosis de una gota por galón cada 48 h. con la intención de eliminar todo agente patógeno que pudiera alterar los resultados (Herwig, 1980). El alimento suministrado fue el mismo tipo y la misma ración que en el periodo de captura al igual que el fotoperiodo.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

A) EXPERIMENTO I. EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA.

Este experimento, de carácter preliminar, permitió la estimación de la eficiencia de los sistemas cerrados de recirculación de agua, respecto al mantenimiento y constancia de una calidad de agua similar dentro de cada uno de los 9 sistemas, así como la similitud de respuesta de los peces (crecimiento, condición y sobrevivencia) entre dichos sistemas.

a) Aclimatación.

Los parámetros físicos y químicos del agua se ajustaron a intervalos más reducidos respecto a los establecidos en el proceso de mantenimiento de los peces. Una vez finalizado el periodo de mantenimiento, se ajustó la temperatura del agua en 23 ± 1 °C y la salinidad en $25\text{‰} \pm 1$. Las tasas de ajuste de la temperatura y la salinidad fueron de 1°C y 3 ‰ cada tercer día, respectivamente (Murashige *et al.*, 1991).

El periodo de aclimatación de los peces a estas condiciones tuvo una duración de 15 días. Al igual que en la fase de mantenimiento, el agua se obtuvo de la Ensenada de La Paz, siendo filtrada y clorada como se describió anteriormente. Las diluciones adecuadas para obtener la salinidad deseada, se lograron mediante el uso de agua dulce potable (0-3‰) y la temperatura se ajustó con ayuda de calentadores sumergibles en el caso de que esta debiera incrementarse o programando el aire acondicionado del laboratorio que permaneció activo las 24 h del día manteniendo la temperatura ambiental en 21 °C. Las características fisico-químicas del agua fueron similares a las de las condiciones de mantenimiento, con excepción de la temperatura y salinidad.

Durante la aclimatación, los peces se mantuvieron dentro de los sistemas de recirculación de agua previamente descritos (Figura 1). Cada uno de los tanques de 60 L de capacidad se llenó al 66% (40 L) de su capacidad con agua marina. Los flujos de agua de cada sistema de recirculación se calibraron de tal manera que los 3 tanques de cada sistema mantuvieran sus flujos de agua dentro de un rango de 10 a 12 recambios del volumen total de agua por tanque. Las tasas de recambio se mantuvieron constantes (7% diario) a lo largo de este proceso. La alimentación y el fotoperiodo se mantuvieron constantes e iguales a las del periodo de mantenimiento.

b) Diseño Experimental.

Al inicio de este experimento, los flujos de agua en los sistemas de recirculación fueron reajustados para mantenerlos semejantes a los ya mencionados. Se establecieron registros diarios de los parámetros fisico-químicos del agua incluyendo pH, amonio, nitritos y nitratos, tomándose 3 muestras de agua del reservorio principal de cada sistema por semana. La temperatura (23 ± 0.5 °C), salinidad (25 ± 1 ‰) y oxígeno (7.0 -7.6 mg/L), se mantuvieron en niveles similares al periodo de aclimatación. Las concentraciones de amonio estuvieron entre 0- 0.25 mg/L, nitritos entre 0-0.1 mg/L y nitratos entre 6.0- 12.5 mg/L. La alimentación y el fotoperiodo fueron iguales que en la fase de aclimatación. Diariamente se retiraron con ayuda de un sifón, los restos de alimento y heces. La reposición diaria de agua en cada sistema fue de aproximadamente el 7% del volumen total. Durante cada biometría realizada de los peces cada 20 días, se recambió el 100% del volumen de agua de cada sistema experimental. El agua se preparó y ajustó a la salinidad requerida 24 h antes de colocarla en los sistemas para reponer la cantidad sifoneada.

Al inicio de esta fase experimental, se colocaron 45 organismos en cada uno de los 9 sistemas de recirculación de agua. La muestra de peces se tomó de manera aleatoria sin reemplazo, utilizando para este fin peces de tallas iniciales entre 55 y 65 mm de longitud patrón. En cada uno de los 3 tanques de 60 L de cada sistema de recirculación, se colocaron 15 organismos, contando así con 3 réplicas por cada sistema. Se realizaron 3 biometrías, una cada 20 días, registrándose en estas la longitud patrón (mm) y el peso húmedo (g) de cada organismo. Los organismos muertos fueron retirados diariamente haciendo un conteo para poder evaluar la sobrevivencia al final del experimento; éstos peces fueron analizados al microscopio para detectar la posible presencia de parásitos ó enfermedades.

c) Determinación del Crecimiento y Factor de Condición.

Para estimar el peso húmedo y la longitud patrón de los peces, éstos se retiraron de los tanques con ayuda de una red de 1.5 mm de abertura de malla. Se consideró para cada organismo: a) la longitud patrón (mm), medida desde el extremo anterior de la cabeza hasta el extremo final del pedúnculo caudal, utilizando un ictiómetro de 50 cm de longitud y b) el peso húmedo (g) para lo cual se utilizó una balanza electrónica OHAUS TS120 con capacidad para 120 g y de 0.001 g de precisión.

Se calcularon las tasas instantáneas de crecimiento (TIC) del peso húmedo y el crecimiento en longitud de los peces, restando los valores iniciales de los valores finales y dividiéndolos entre el número de días de experimentación, $TIC W = \frac{W_{t+1} - W_t}{t+1}$ (días), los resultados fueron expresados como g/día ó mm/día, respectivamente (Hopkins,1992). Se estimó el Factor de Condición de Fulton (K) de los organismos a lo largo del experimento aplicando la ecuación: $K = P/L^3 \times 100$ en donde P = peso húmedo (g) y L = longitud patrón (cm). Este indicador de la condición de los peces se aplicó a los organismos individualmente y se caracteriza por establecer, de acuerdo a la relación entre longitud y peso húmedo de cada organismo, su "condición" fisiológica o de salud de manera que un valor mayor del indicador se interpreta como un organismo con "mejor condición" (Fulton, 1911, citado por Ricker, 1975).

La sobrevivencia fue observada y se reportó en porcentajes a partir del conteo del número de organismos vivos en cada réplica y sistema experimental.

B) EXPERIMENTO II. EFECTO DE LA SALINIDAD Y TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO, LA CONDICION Y SOBREVIVENCIA DE *M. curema*.

El segundo experimento se realizó con el fin de estimar el efecto de la temperatura y salinidad del agua en el crecimiento, condición y sobrevivencia de los organismos experimentales.

a) Aclimatación.

Antes de iniciar la fase de aclimatación de este experimento, se ajustaron los parámetros físicos y químicos del agua a los niveles de temperatura y salinidad de cada uno de los diferentes tratamientos experimentales establecidos. En esta fase, las tasas de ajuste de la temperatura y la salinidad fueron de 1°C y 3 ‰ cada tercer día respectivamente, hasta alcanzar los niveles deseados.

El periodo de aclimatación de los organismos a las condiciones establecidas para cada tratamiento tuvo una duración de 21 días. El origen del agua utilizada fue el mismo que en el experimento anterior, siendo esta debidamente filtrada y clorada. Las diluciones para obtener las menores salinidades deseadas, se lograron mediante el uso de agua dulce potable (0-3‰). Las diferentes temperaturas se ajustaron con ayuda de calentadores sumergibles en cada sistema de recirculación, pues la temperatura ambiental permaneció en 21 ± 1 °C con el aire acondicionado del laboratorio. Las características fisico-químicas del agua fueron similares a las de las condiciones de mantenimiento, con excepción de la temperatura y salinidad que fueron diferentes para cada tratamiento experimental.

Durante la aclimatación, los organismos se mantuvieron dentro de los sistemas de recirculación de agua, al igual que en el experimento I (Figura 1). Se realizó una calibración y reajuste de los flujos de agua, los cuales permanecieron constantes y permitieron un recambio diario del 7% del total de agua por sistema. La alimentación y el fotoperiodo se mantuvieron constantes e iguales a las del experimento I. De la misma forma se establecieron los registros de los parámetros fisico-químicos del agua con la misma periodicidad que en el experimento I.

b) Diseño Experimental.

Una vez finalizada la fase de aclimatación, los peces de cada uno de los 3 tanques se pesaron y midieron y se colocaron otra vez en los 9 sistemas de recirculación de agua en las mismas condiciones en las que

fueron aclimatados. Los organismos presentaron tallas iniciales entre 36 y 54 mm de longitud patrón.

Se establecieron 3 intervalos de temperatura ($22 \pm 1^\circ\text{C}$, $26 \pm 1^\circ\text{C}$ y $30 \pm 1^\circ\text{C}$) y 3 niveles de salinidad (15, 25 y 35 ‰), formando una matriz de 9 tratamientos experimentales (Tabla 3). Se utilizó un sistema de recirculación para cada tratamiento el cual se llevó a cabo por triplicado, es decir, cada sistema con 3 tanques. En cada sistema se monitorearon diariamente tanto temperatura, como salinidad para evitar que estos parámetros variaran fuera de los límites establecidos.

TABLA 3. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES ESTABLECIDOS PARA EL EXPERIMENTO II.

	Temperatura	Temperatura	Temperatura
Salinidad	22°C	26°C	30°C
15‰	Tratamiento (22,15)	Tratamiento (26,15)	Tratamiento (30,15)
25‰	Tratamiento (22,25)	Tratamiento (26,25)	Tratamiento (30,25)
35‰	Tratamiento (22,35)	Tratamiento (26,35)	Tratamiento (30,35)

En cada uno de los 3 tanques de cada sistema de recirculación, se colocaron al azar 15 organismos. Se realizaron 2 biometrías, la primera al inicio del experimento y la segunda al final del mismo, después de un periodo de 30 días. En cada biometría se registraron la longitud patrón (mm) y el peso húmedo (g) de cada organismo. Las biometrías se realizaron de manera similar a la descrita en el experimento I al igual que el registro de la sobrevivencia.

La alimentación (3% de la biomasa total diario) y fotoperiodo fueron iguales que en la fase de aclimatación. También los procesos de limpieza de los tanques, reposición y preparación de agua fueron iguales a los llevados a cabo en el experimento I.

c) Determinación del Crecimiento y Factor de Condición.

El peso húmedo y la longitud se midieron al inicio de la fase experimental y 30 días después de permanecer bajo las condiciones experimentales de cada tratamiento, con el mismo método aplicado en el experimento I. Se calcularon las tasas instantáneas de crecimiento en peso

húmedo y en longitud, y el Factor de Condición de Fulton. La sobrevivencia se calculó de igual forma que en el experimento I.

d) Determinación del Peso Seco, Porcentaje de Humedad y Contenido Energético.

Para poder evaluar el peso seco (g), el porcentaje de humedad (%) y la condición de los animales con base en su contenido energético, al término del experimento se realizaron análisis calóricos de los organismos por cada tanque de cada tratamiento experimental. Al final del experimento, se obtuvo el peso seco de los peces provenientes de cada condición, mediante la deshidratación de los organismos. Los peces de cada tanque fueron sacrificados y congelados; posteriormente las muestras se secaron en una estufa Thermolyne 9000 por 24 h a 60°C hasta peso constante y se obtuvo el peso seco de los organismos en una balanza analítica (Mettler Toledo AG 204 ± 0.0001g). El porcentaje de humedad de los organismos se calculó a partir de la relación: $H_2O (\%) = (\text{Peso Seco (g)} / \text{Peso Húmedo (g)})$. Posteriormente cada una de las muestras fue molida finamente. De cada muestra se elaboraron 5 pastillas de aproximadamente 13 mm de diámetro y de 0.5 a 1.0 g de peso. Ya elaboradas las pastillas, se volvieron a secar 24 h a 60°C y se pesaron en una balanza analítica (Mettler Toledo AG204 ± 0.0001g). Posteriormente se realizó el análisis calórico con una bomba calorimétrica PARR 1261 a fin de obtener el contenido energético de los organismos experimentales (cal/g). Los valores del peso seco inicial de los peces se calcularon a partir de los pesos húmedo inicial y húmedo final, tomando en cuenta el contenido de agua corporal de los organismos de cada una de las réplicas de los diferentes tratamientos experimentales, posteriormente se calculó la tasa instantánea de crecimiento en peso seco.

ANALISIS ESTADISTICO

Se estimó la distribución de las muestras en cuanto a peso y longitud, realizando pruebas de bondad de ajuste para cada una de las muestras iniciales, intermedias y finales registradas, obteniendo valores de ji-cuadrada como estadístico, a partir de cuyos valores se definió si las muestras presentaban una distribución normal (Daniel, 1995). Se realizaron pruebas de homogeneidad de varianzas a cada una de las muestras, mediante la prueba de Bartlett ($\alpha = 0.05$), empleando el estadístico de significancia X^2 ; se confirmaron los resultados obtenidos con la prueba de F_{\max} de Hartley (Sokal y Rholf, 1981).

Dada la "normalidad" de los resultados obtenidos, para su análisis estadístico se utilizaron pruebas paramétricas, las cuales fueron utilizadas para la comparación de los resultados y se consideró un intervalo de confianza de 95% ($\alpha = 0.05$) (Zar, 1984).

Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) de una vía, a las muestras iniciales de ambos experimentos para estimar si se presentaban homogéneas o bien si podría existir algún efecto inicial de la longitud o del peso en el registro del crecimiento (Statística 4.3, 1993). Durante cada biometría se realizaron estos análisis para detectar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las muestras de cada sistema o tratamiento ya sea en longitud o en peso (Sokal y Rohlf, 1981).

En el experimento II de variación de temperatura y salinidad, se realizaron análisis de varianza bifactorial con un modelo fijo (Statística 4.3. 1993), con el fin de estimar si la temperatura, la salinidad o bien la interacción de ambos factores ejerció efectos significativos en la longitud, peso, factor de condición, porcentaje de humedad, contenido energético y sobrevivencia de los organismos. Después de realizados los análisis de varianza, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el reconocimiento de las diferencias por réplica o por tratamiento. Para la obtención de los valores del peso seco inicial, se realizaron análisis de regresión y correlación (Daniel, 1995).

Estadísticamente, la sobrevivencia y el porcentaje de humedad se estimaron con un análisis de varianza (ANDEVA) de la transformación de los valores expresados en porcentaje (arcoseno $\sqrt{\%}$) para detectar la existencia de diferencias significativas entre los sistemas (Sokal y Rohlf, 1981).

RESULTADOS

EXPERIMENTO I

EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA.

En este experimento se mantuvieron las tasas de recambio promedio según las previamente establecidas y no se observaron diferencias significativas entre los sistemas ($P > 0.05$; Tabla 4). La temperatura del agua de los sistemas no mostró diferencias significativas entre los 3 tanques de cada sistema, ni entre los nueve sistemas de recirculación ($P > 0.05$). Se observaron variaciones diarias no mayores de $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre los tanques de cada sistema experimental. Así mismo, no se registraron variaciones significativas de la salinidad, de la concentración de amonio y del oxígeno disuelto de los tanques de los sistemas, ni entre los sistemas de recirculación de agua ($P > 0.05$). Los registros promedio de los parámetros fisico-químicos del agua de cada sistema de recirculación en el experimento preliminar se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4. TASA DE RECAMBIO Y PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA DE CADA SISTEMA DE RECIRCULACION.(*)

Sistema	Recambios Totales de Tanque/día	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Salinidad (‰)	Amonio (mg/L)	Oxígeno (mg/L)
1	10.90 ± 0.02	22.4 ± 0.09	26.6 ± 0.09	0.03 ± 0.01	7.35 ± 0.01
2	10.71 ± 0.04	22.8 ± 0.10	26.5 ± 0.09	0.01 ± 0.01	7.06 ± 0.01
3	12.00 ± 0.02	23.1 ± 0.06	26.8 ± 0.15	0.05 ± 0.02	7.15 ± 0.01
4	10.34 ± 0.06	22.6 ± 0.09	23.3 ± 0.10	0.01 ± 0.01	7.16 ± 0.01
5	10.66 ± 0.05	23.4 ± 0.08	25.3 ± 0.09	0.01 ± 0.01	7.07 ± 0.01
6	10.21 ± 0.07	23.5 ± 0.14	24.9 ± 0.15	0.04 ± 0.01	7.18 ± 0.01
7	10.48 ± 0.04	23.3 ± 0.10	25.5 ± 0.11	0.03 ± 0.01	7.39 ± 0.01
8	10.30 ± 0.03	23.4 ± 0.03	23.7 ± 0.04	0.08 ± 0.01	7.55 ± 0.01
9	10.62 ± 0.07	23.4 ± 0.06	24.5 ± 0.10	0.04 ± 0.01	7.24 ± 0.01

* Promedio \pm Error Estándar. *Los flujos de agua de los sistemas estuvieron en un intervalo de $17.54 - 19.04\text{ L/h}$.

PESO HUMEDO

Los datos obtenidos de peso húmedo inicial (día 0), peso húmedo medio (día 20) y peso húmedo final (día 40) de los peces, mostraron que en las tres mediciones, los valores presentaron una distribución normal y las varianzas fueron heterogéneas en el peso de la muestra inicial y homogéneas en los pesos medio y final.

No se observaron diferencias significativas en el peso húmedo inicial de los peces (día 0) de las 3 réplicas de cada uno de los 9 sistemas de recirculación ($P > 0.05$) por lo cual, los datos se agruparon por cada sistema. Así mismo, no se observaron diferencias significativas en el peso húmedo inicial de los peces de los 9 sistemas de recirculación ($P > 0.05$). Se registraron pesos húmedos promedio con valores mínimos de 3.43 g y valores máximos de 4.02 g (Tabla 5 ; Figura 2; Apéndice 1).

TABLA 5. PESO HUMEDO INICIAL, MEDIO Y FINAL DE *M. curema* EN CADA SISTEMA DE RECIRCULACION.(*)

SISTEMA	PESO INICIAL (g) (DIA 0)	PESO MEDIO (g) (DIA 20)	PESO FINAL (g) (DIA 40)
1	4.01 ± 0.16	5.50 ± 0.15	6.41 ± 0.16
2	3.88 ± 0.15	5.47 ± 0.12	6.25 ± 0.13
3	3.99 ± 0.13	5.54 ± 0.13	6.28 ± 0.14
4	3.99 ± 0.16	5.30 ± 0.13	6.16 ± 0.14
5	3.74 ± 0.11	5.52 ± 0.13	6.27 ± 0.14
6	3.43 ± 0.16	5.33 ± 0.16	6.12 ± 0.14
7	3.77 ± 0.08	5.26 ± 0.11	6.13 ± 0.11
8	3.90 ± 0.13	5.28 ± 0.12	6.12 ± 0.11
9	4.02 ± 0.12	5.24 ± 0.11	6.09 ± 0.09

* Promedio ± Error Estándar.

No se registraron diferencias significativas respecto al peso húmedo medio (día 20) entre las réplicas y entre los sistemas de recirculación de agua ($P > 0.05$). En este caso se observaron valores promedio entre 5.24 y 5.54 g (Tabla 5; Figura 2; Apéndice 2).

Al final del experimento (día 40), el peso húmedo no mostró diferencias significativas entre las réplicas, ni entre los sistemas de recirculación ($P > 0.05$). Se observaron valores promedio entre 6.09 y 6.41g (Tabla 5; Figura 2; Apéndice 3).

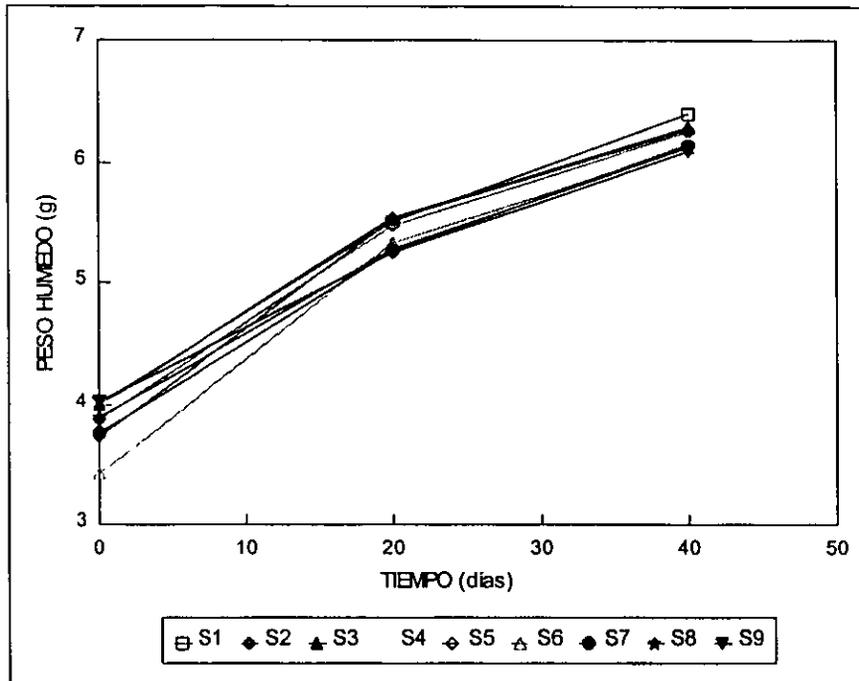


FIGURA 2. PESO HUMEDO DE *M. curema* EN LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA.

A partir de los datos de peso húmedo se calculó la tasa instantánea de crecimiento (TIC) de los organismos mantenidos en cada uno de los sistemas de recirculación, expresada como el incremento del peso en tiempo (g/día) para los periodos de 0-20 días (TIC 1), 20-40 días (TIC 2) y 0-40 días (TIC3). No se observaron diferencias significativas en la tasa instantánea de crecimiento del peso húmedo (TIC 1, TIC 2 y TIC 3) de los organismos mantenidos en los diferentes sistemas de recirculación ($P > 0.05$). Los valores promedio de la TIC variaron entre 0.060 - 0.095 g/día para TIC 1, 0.037 - 0.045 g/día para TIC 2 y entre 0.052 - 0.075 g/día para TIC 3 (Tabla 6; Figura 3).

Se observó que la tasa instantánea de crecimiento en peso húmedo de los organismos de cada uno de los sistemas fue mayor durante los primeros 20 días del tiempo experimental, que en la segunda mitad del experimento (20-40 días). El valor promedio de la TIC en peso húmedo de *M. curema* durante los primeros 20 días (TIC 1), fue alrededor de 46.6% mayor que la TIC de los peces durante el segundo periodo (TIC 2) ($P < 0.05$). Respecto a la tasa instantánea de crecimiento total (TIC 3) se observó que los organismos mantenidos en el sistema 6 mostraron el mayor incremento total (0.075 g); sin embargo, este valor no fue significativamente diferente de los organismos de los otros sistemas ($P > 0.05$; Tabla 6; Figura 3; Apéndice 4).

TABLA 6. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN PESO HUMEDO DE *M. curema* EN CADA SISTEMA DE RECIRCULACION.(*)

SISTEMA	TIC 1 (g/día) (0-20 DIAS)	TIC 2 (g/día) (20-40 DIAS)	TIC 3 (g/día) (0-40 DIAS)
1	0.074 ± 0.004	0.045 ± 0.019	0.060 ± 0.007
2	0.079 ± 0.084	0.038 ± 0.005	0.059 ± 0.003
3	0.076 ± 0.005	0.037 ± 0.010	0.057 ± 0.006
4	0.065 ± 0.003	0.042 ± 0.006	0.054 ± 0.002
5	0.088 ± 0.012	0.037 ± 0.002	0.064 ± 0.006
6	0.095 ± 0.011	0.039 ± 0.019	0.075 ± 0.004
7	0.074 ± 0.002	0.043 ± 0.004	0.059 ± 0.002
8	0.069 ± 0.012	0.041 ± 0.006	0.055 ± 0.005
9	0.060 ± 0.009	0.042 ± 0.057	0.052 ± 0.003

* Promedio ± Error Estándar.

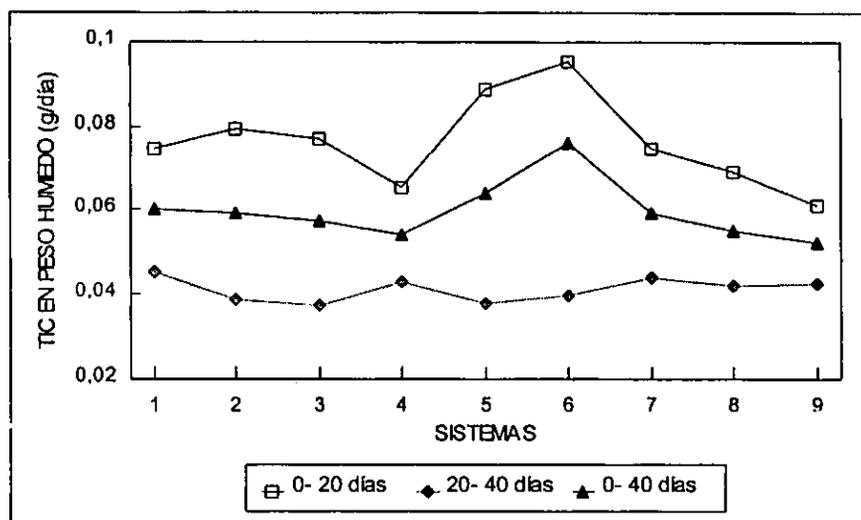


FIGURA 3. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN PESO HUMEDO DE *M. curema* EN LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA.

LONGITUD

Los resultados de las pruebas de normalidad y homocedasticidad correspondientes a la longitud inicial (día 0), longitud media (día 20) y longitud final (día 40), señalaron que los datos en los 3 casos se distribuyeron normalmente y presentaron varianzas homogéneas.

De acuerdo a los datos de longitud inicial (día 0), no se observaron diferencias significativas entre los peces de las réplicas de cada uno de los sistemas de recirculación ($P > 0.05$); por lo tanto, los datos se agruparon por sistema. No se observaron diferencias estadísticas entre las longitudes de los peces de los 9 sistemas de recirculación ($P > 0.05$), por lo que se asume que la muestra inicial fue homogénea en cuanto a su longitud patrón. En esta biometría se registraron valores promedio de longitud patrón mínimos de 59.53 mm y máximos de 60.86 mm ($P > 0.05$; Tabla 7; Figura 4; Apéndice 5).

TABLA 7. LONGITUD PATRON DE *M. curema* EN CADA SISTEMA DE RECIRCULACION.(*)

SISTEMA	LONGITUD PATRON INICIAL (mm) (DIA 0)	LONGITUD PATRON MEDIA (mm) (DIA 20)	LONGITUD PATRON FINAL (mm) (DIA 40)
1	59.53 ± 1.02	63.09 ± 1.01	70.11 ± 0.83
2	59.84 ± 1.02	64.31 ± 0.76	69.06 ± 1.03
3	60.86 ± 0.74	63.93 ± 0.01	69.71 ± 0.97
4	60.26 ± 0.95	63.60 ± 1.07	69.74 ± 1.02
5	59.86 ± 0.71	63.51 ± 1.03	67.40 ± 1.14
6	60.11 ± 0.91	63.71 ± 1.24	70.23 ± 1.36
7	59.66 ± 0.85	64.37 ± 0.96	68.38 ± 1.05
8	60.48 ± 0.76	63.68 ± 0.85	69.59 ± 0.80
9	60.46 ± 0.74	63.83 ± 0.78	68.46 ± 0.87

* Promedio ± Error Estándar.

No se observaron diferencias significativas de los valores de la longitud patrón media (día 20) y final (día 40) de los peces entre las réplicas de cada sistema de recirculación ni entre los diferentes sistemas ($P > 0.05$). Los valores registrados para la longitud media (día 20) estuvieron entre 63.09 y 64.37 mm y para la longitud final (día 40) se encontraron en un intervalo de 67.40 mm - 70.23 mm ($P > 0.05$; Tabla 7; Figura 4; Apéndices 6 y 7).

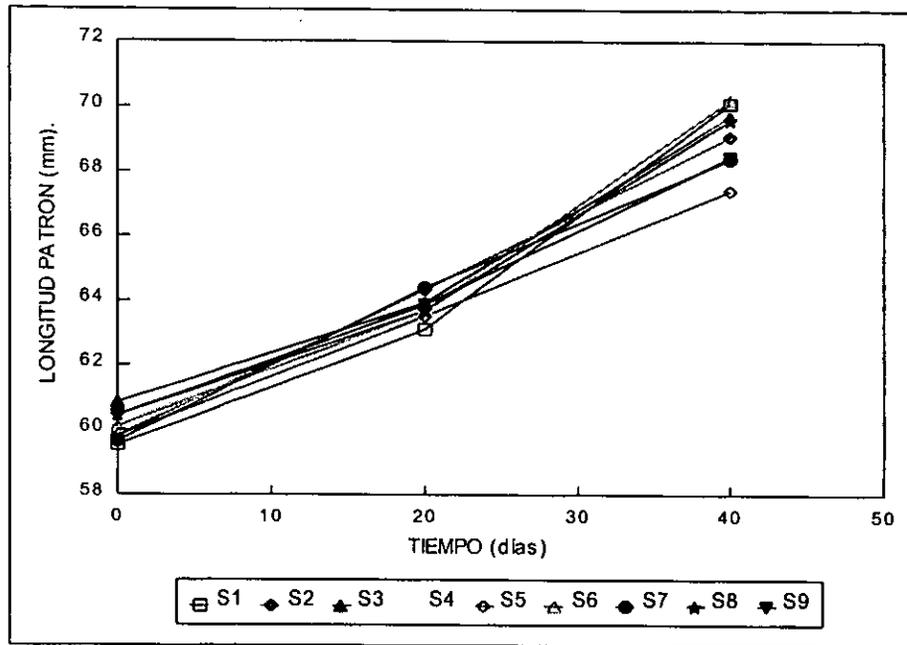


FIGURA 4. LONGITUD PATRON DE *M. curema* EN LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA.

A partir de los resultados obtenidos, se calculó la tasa instantánea de crecimiento en longitud de las lisas expresada como el incremento de la longitud patrón de los peces en el tiempo (mm/día) en cada sistema a lo largo del experimento TIC 1, TIC 2 y TIC 3. No se observaron diferencias estadísticas significativas para los valores de TIC 1 y TIC 2 en cada uno de los sistemas de recirculación ($P > 0.05$). Sin embargo, la TIC 3 fue diferente entre los sistemas 1 y 5 (Tabla 8; Figura 5; Apéndice 8).

TABLA 8. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD PATRON (TIC) DE *M. curema* EN CADA SISTEMA DE RECIRCULACION.(*).

SISTEMA	TIC1(mm/día) (0-20 DIAS)	TIC2(mm/día) (20-40 DIAS)	TIC3(mm/día) (0-40 DIAS)
1	0.177 ± 0.036	0.351 ± 0.055	0.264 ± 0.025
2	0.293 ± 0.032	0.237 ± 0.045	0.231 ± 0.006
3	0.153 ± 0.020	0.288 ± 0.022	0.221 ± 0.004
4	0.166 ± 0.024	0.307 ± 0.023	0.236 ± 0.013
5	0.182 ± 0.023	0.194 ± 0.038	0.188 ± 0.012
6	0.170 ± 0.018	0.335 ± 0.006	0.252 ± 0.006
7	0.234 ± 0.012	0.201 ± 0.013	0.218 ± 0.001
8	0.159 ± 0.027	0.295 ± 0.042	0.227 ± 0.026
9	0.168 ± 0.012	0.231 ± 0.041	0.200 ± 0.015

*Promedio ± Error Estándar.

En la mayoría de los sistemas de recirculación, se observó en los peces una tasa de crecimiento mayor en el periodo final (20-40 días) que en el periodo inicial (0-20 días). Los valores de la tasa instantánea de crecimiento en longitud patrón variaron para TIC1 de 0.15 a 0.29 mm/día, para TIC 2 de 0.194 a 0.351 mm/día y para TIC 3 de 0.188 a 0.265 mm/día (Tabla 8; Figura 5; Apéndice 8).

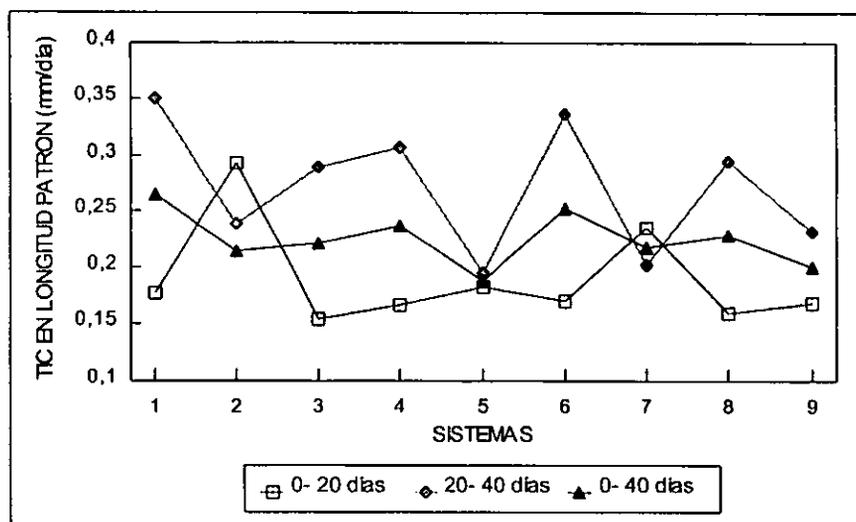


FIGURA 5. TASA INSTANTÁNEA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD PATRON DE *M. curema* EN LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA.

FACTOR DE CONDICION

El Factor de Condición ($K = P/L^3 \times 100$) inicial (día 0) de los organismos, no presentó diferencias significativas entre las réplicas de cada uno de los sistemas de recirculación ($\bar{P} > 0.05$). De la misma manera, al comparar los sistemas no se observaron diferencias estadísticas del factor de condición de los peces ($P > 0.05$). Los valores iniciales del factor de condición de los organismos se encontraron en un intervalo de 0.16-0.19. De esta manera se observó que los organismos de la muestra inicial tuvieron una condición homogénea respecto a su relación peso-longitud (Tabla 9; Figura 6; Apéndice 9).

En la biometría media (día 20), no se observaron diferencias significativas en el valor de K de los peces entre las réplicas y entre los 9 sistemas de recirculación en el día 20 ($P > 0.05$). En esta biometría los peces mostraron valores promedio de K dentro de un intervalo de 0.20 a 0.22 (Tabla 9; Figura 6; Apéndice 10).

TABLA 9. FACTOR DE CONDICION DE *M. curema* EN CADA SISTEMA DE RECIRCULACION. (*)

SISTEMA	K INICIAL (DIA 0)	K MEDIO (DIA 20)	K FINAL (DIA 40)
1	0.19 ± 0.0074	0.22 ± 0.0068	0.19 ± 0.0058
2	0.19 ± 0.0074	0.21 ± 0.0050	0.19 ± 0.0053
3	0.18 ± 0.0044	0.22 ± 0.0069	0.19 ± 0.0056
4	0.18 ± 0.0044	0.21 ± 0.0063	0.21 ± 0.0080
5	0.18 ± 0.0044	0.22 ± 0.0062	0.21 ± 0.0080
6	0.16 ± 0.0074	0.21 ± 0.0067	0.18 ± 0.0058
7	0.18 ± 0.0059	0.20 ± 0.0060	0.20 ± 0.0053
8	0.18 ± 0.0044	0.21 ± 0.0070	0.18 ± 0.0038
9	0.18 ± 0.0029	0.20 ± 0.0049	0.19 ± 0.0053

*Promedio ± Error Estándar.

El factor de condición final de los peces, no mostró diferencias significativas entre las réplicas de cada sistema ($P > 0.05$). Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre los sistemas 4 y 6 y entre los sistemas 5 y 6 ($P < 0.05$). Los valores finales de K (día 40) variaron entre 0.18 y 0.21 (Tabla 9; Figura 6; Apéndice 11).

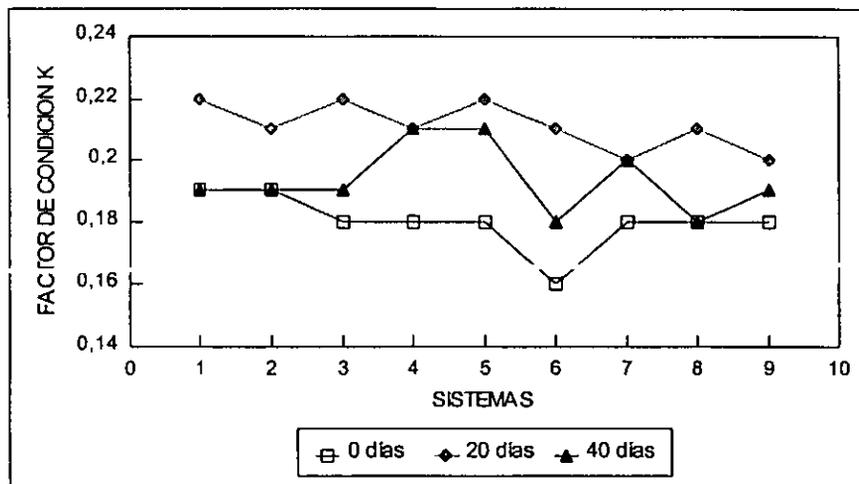


FIGURA 6. FACTOR DE CONDICION DE *M. curema* EN LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA.

En general, el valor del factor de condición de los peces en todos los sistemas de recirculación se incrementó durante la primera mitad del experimento (0-20 días), mientras que el valor de K observado el día 40 del experimento fue similar al observado el día 0 ($P < 0.05$). Durante el tiempo total del experimento, se observó que la condición final de los peces respecto a la inicial, se mantuvo similar (Figura 6).

SOBREVIVENCIA

El porcentaje de sobrevivencia de los peces a la mitad del experimento (0-20 días), no mostró diferencias significativas entre los diferentes sistemas de recirculación ($P > 0.05$). Se registraron porcentajes de sobrevivencia desde 71.11 hasta 91.11 %. Así mismo, la sobrevivencia observada durante la segunda mitad del experimento (20 - 40 días) no mostró diferencias significativas entre los sistemas de recirculación ($P > 0.05$). Los valores de la sobrevivencia de los organismos variaron entre 60.97 y 88.57 %. El menor porcentaje de sobrevivencia se observó en este periodo (20-40 días). Durante el periodo total del experimento (0-40 días) se observaron porcentajes de sobrevivencia que estuvieron en un intervalo entre 55.55 y 71.11 % (Tabla 10; Figura 7; Apéndice 12).

TABLA 10. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE *M. curema* EN CADA SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA.

SISTEMA	SOBREVIVENCIA (%) (0-20 días)	SOBREVIVENCIA (%) (20-40 días)	SOBREVIVENCIA (%) (0-40 días)
1	75.55 (34)	76.47	57.77 (26)
2	77.77 (35)	88.57	68.88 (31)
3	73.33 (33)	84.84	62.22 (28)
4	88.88 (40)	67.50	60.00 (27)
5	91.11 (41)	60.97	55.55 (25)
6	77.77 (35)	74.28	57.77 (26)
7	91.11 (41)	75.60	68.88 (31)
8	71.11 (32)	84.37	60.00 (27)
9	82.22 (37)	86.48	71.11 (32)

Número inicial de organismos en cada sistema = 45. Se señala entre paréntesis el número de organismos vivos al término de cada periodo de experimentación.

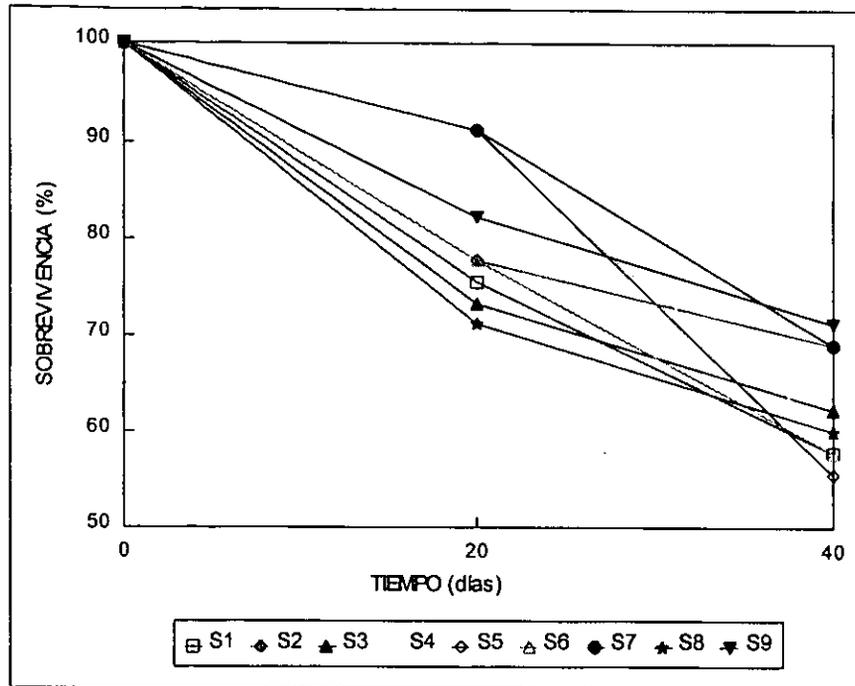


FIGURA 7. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE *M. curema* EN LOS SISTEMAS DE RECIRCULACION DE AGUA EN FUNCION DEL TIEMPO.

EXPERIMENTO II

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y SALINIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO, CONDICION Y SOBREVIVENCIA DE *M. curema*.

En el segundo experimento, las tasas de recambio promedio fueron iguales a las registradas en el primer experimento (Tabla 4). Durante este experimento, la temperatura y salinidad del agua de los sistemas fueron adecuadamente controladas. Las variaciones de temperatura fueron menores de 0.5 °C y no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$). De la misma manera no se registraron diferencias significativas en la salinidad, la concentración de amonio y los niveles de oxígeno disuelto de los tres tanques de cada tratamiento experimental ($P > 0.05$). Los promedios de los parámetros físico-químicos del agua de cada tratamiento experimental se muestran en la Tabla 11.

TABLA 11. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA DE CADA SISTEMA DE RECIRCULACION.

Tratamiento (°C, ‰)	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)	Amonio (mg/L)	Oxígeno (mg/L)	pH	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)
(22, 15)	21.9 ± 0.09	15.2 ± 0.15	0.03 ± 0.01	6.6 ± 0.01	8.3	< 0.1	12.5
(22, 25)	21.9 ± 0.10	24.9 ± 0.10	0.02 ± 0.01	6.8 ± 0.01	8.3	< 0.1	6.0
(22, 35)	21.9 ± 0.09	35.0 ± 0.03	0.04 ± 0.01	6.8 ± 0.01	7.7	0.1	12.5
(26, 15)	25.6 ± 0.11	15.0 ± 0.09	0.04 ± 0.02	7.0 ± 0.01	8.0	0.1	12.5
(26, 25)	25.8 ± 0.11	25.0 ± 0.11	0.03 ± 0.02	7.0 ± 0.01	7.7	0.1	6.0
(26, 35)	25.9 ± 0.07	35.1 ± 0.05	0.04 ± 0.01	6.8 ± 0.03	8.0	0.1	6.0
(30, 15)	29.5 ± 0.10	15.2 ± 0.10	0.06 ± 0.01	6.6 ± 0.02	8.0	0.1	6.0
(30, 25)	29.8 ± 0.11	25.0 ± 0.09	0.03 ± 0.02	6.6 ± 0.01	8.3	< 0.1	6.0
(30, 35)	29.9 ± 0.13	35.1 ± 0.23	0.05 ± 0.01	6.6 ± 0.01	7.7	< 0.1	6.0

* Promedio ± Error Estándar. * Los flujos de agua de los sistemas estuvieron en un intervalo de 17.54 - 19.04 l/h

PESO HUMEDO

Los datos de peso húmedo inicial (día 0) y peso húmedo final (día 30) de los peces presentaron una distribución normal y sus varianzas se mostraron heterogéneas. No se observaron diferencias significativas entre las réplicas y entre los tratamientos experimentales para el peso húmedo inicial de los peces ($P > 0.05$), por lo tanto se agruparon las 3 réplicas como un sólo tratamiento experimental ($P > 0.05$). Los valores promedio registrados estuvieron entre 2.23 g y 2.52 g (Tabla 12; Apéndice 13).

El peso húmedo final se modificó significativamente entre los tratamientos experimentales ($P < 0.05$), encontrándose los valores dentro de un intervalo de 3.57 g y 4.73 g (Tabla 12; Figura 8; Apéndice 14).

TABLA 12. PESO HUMEDO INICIAL Y FINAL Y TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO DE PESO HUMEDO DE *M. curema* EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

TRATAMIENTO (°C,‰)	PESO HUMEDO INICIAL (g) (DIA 0)	PESO HUMEDO FINAL (g) (DIA 30)	TIC (g/día) (PH final - PH inicial/30)
(22, 15)	2.23 ± 0.17	4.21 ± 0.18 1a	0.066 ± 0.008 1a
(22, 25)	2.27 ± 0.14	3.87 ± 0.16 2a	0.053 ± 0.002 2a
(22, 35)	2.30 ± 0.10	3.75 ± 0.12 3a	0.048 ± 0.001 3a
(26, 15)	2.24 ± 0.11	4.58 ± 0.13 1a	0.077 ± 0.003 1a
(26, 25)	2.23 ± 0.08	3.87 ± 0.08 2b	0.054 ± 0.006 2ab
(26, 35)	2.43 ± 0.09	3.57 ± 0.09 3b	0.037 ± 0.001 3b
(30, 15)	2.52 ± 0.11	4.73 ± 0.12 1a	0.073 ± 0.003 1a
(30, 25)	2.45 ± 0.12	4.36 ± 0.17 2ab	0.063 ± 0.006 2a
(30, 35)	2.51 ± 0.12	3.75 ± 0.23 3b	0.031 ± 0.012 3b

* Promedio ± Error Estándar. Números diferentes (1,2,3) indican diferencias por efecto de la temperatura en cada salinidad. Letras diferentes (a, b) indican diferencias por efecto de la salinidad en cada temperatura.

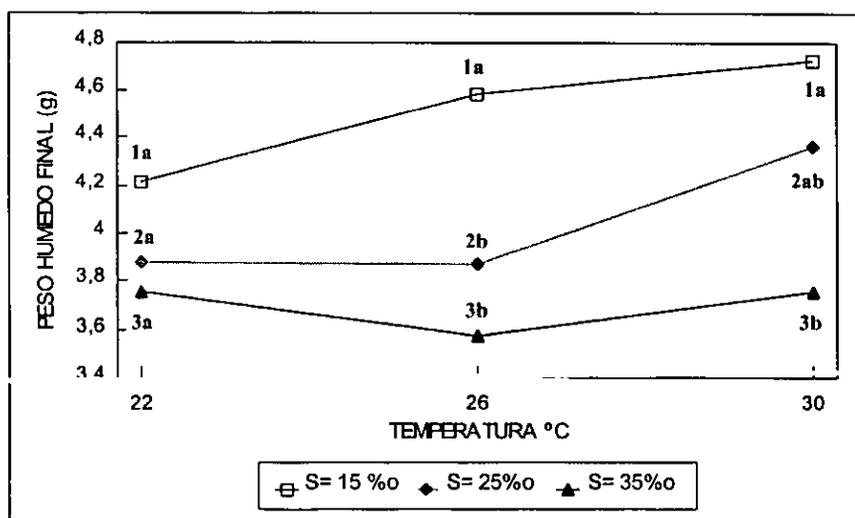


FIGURA 8. PESO HUMEDO FINAL DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

La temperatura mostró un efecto significativo en el peso húmedo final de los peces en los tratamientos de las distintas salinidades ($P < 0.05$) El incremento en temperatura resultó en un incremento del peso húmedo final de los peces, en especial en las salinidades bajas. De igual manera, la salinidad ejerció un efecto significativo en el peso húmedo final ($P < 0.05$). En las temperaturas de 26 y 30 °C, los valores de peso húmedo más

altos se presentaron en las salinidades más bajas ($P < 0.05$). El peso húmedo final de los peces aclimatados en 26 °C y 15‰, fue 15.5 y 22.1 % mayor que en las salinidades 25 y 35 ‰, respectivamente. Por su parte, los peces aclimatados en 30°C en la salinidad de 15‰, presentaron un peso final 20.7 % mayor respecto a los peces en 35‰ ($P < 0.05$). No se observó un efecto significativo de la interacción de la temperatura y salinidad en el peso húmedo final de los peces ($P > 0.05$), sin embargo se encontró un patrón en donde el peso húmedo final de los peces se incrementa conforme la temperatura aumenta y la salinidad disminuye (Tabla 12; Figura 8; Apéndice 15).

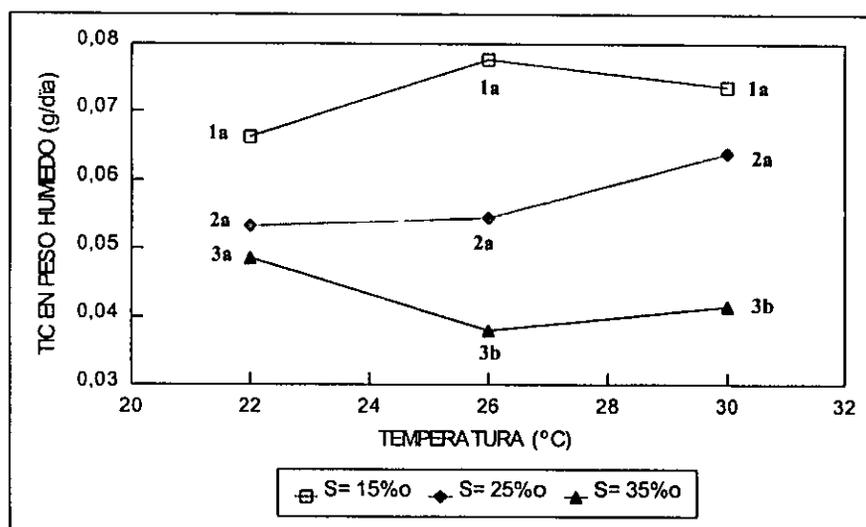


FIGURA 9. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO DEL PESO HUMEDO DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

Se calculó la tasa instantánea de crecimiento de peso húmedo (TIC) de los peces de cada tratamiento, expresada como el incremento del peso húmedo en tiempo (g/día). Se observaron diferencias significativas en la TIC de peso húmedo en los peces de los diferentes tratamientos experimentales ($P < 0.05$). Los valores registrados variaron entre 0.031 g/día para el tratamiento (30 °C, 35‰) y 0.077 g/día para el tratamiento (26 °C, 15‰) (Tabla 12; Figura 9; Apéndice 16).

Se observó un efecto de la interacción de la temperatura y la salinidad sobre la TIC de peso húmedo de las lisas con una tendencia en la cual en salinidades de 15 y 25 ‰, los peces incrementaron su tasa de crecimiento conforme la temperatura se elevó, mientras que los peces en salinidades de 35‰, presentaron una disminución en la TIC de peso

húmedo ($P < 0.05$). No se observó un efecto significativo de la temperatura sobre la TIC de peso húmedo de los peces ($P > 0.05$). Sin embargo, los tratamientos de menor salinidad (15‰) mostraron una TIC mayor que en las salinidades mas altas (25 y 35‰). Se observó un efecto significativo de la salinidad en los peces de los tratamientos con temperaturas de 26 y 30 °C ($P < 0.05$). En los peces aclimatados a 26 °C, la TIC en peso húmedo de la menor salinidad, fue 52.00 % mayor que en 35 ‰ ($P < 0.05$). A su vez en los peces aclimatados a 30 °C, la TIC de peso húmedo en la salinidad de 15‰, fue 43.75 % mayor que en 35‰. En las lisas aclimatadas a 22 °C, no se observó efecto significativo de la salinidad sobre la TIC de peso húmedo de los peces ($P > 0.05$), aún cuando se observa un valor mayor a una salinidad menor (Figura 9; Apéndice 16).

PESO SECO

Los resultados calculados de peso seco inicial mostraron diferencias significativas entre los tratamientos experimentales ($P < 0.05$). Los valores promedio registrados estuvieron dentro de un intervalo de 0.45 a 0.84 g (Apéndice 17). Los resultados del peso seco final de las muestras de cada tratamiento, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos experimentales ($P < 0.05$). El valor mínimo registrado fue 0.72 g y el valor máximo fue 1.00 g (Tabla 13; Apéndice 18).

TABLA 13. PESO SECO INICIAL Y FINAL Y TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO DE PESO SECO DE *M. curema* EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

TRATAMIENTO (°C, ‰)	PESO SECO INICIAL (g) (DIA 0)	PESO SECO FINAL (g) (DIA 30)	TIC (g/día) (PS Final- PS Inicial / 30)
(22, 15)	0.54 ± 0.05	0.82 ± 0.12 1a	0.009 ± 0.0020 1a
(22, 25)	0.70 ± 0.02	0.91 ± 0.03 2ab	0.006 ± 0.0004 2a
(22, 35)	0.84 ± 0.03	1.00 ± 0.03 3b	0.005 ± 0.0002 3a
(26, 15)	0.48 ± 0.02	0.80 ± 0.02 1a	0.010 ± 0.0003 1a
(26, 25)	0.63 ± 0.00	0.85 ± 0.00 2a	0.007 ± 0.0002 2ab
(26, 35)	0.81 ± 0.02	0.89 ± 0.00 3a	0.002 ± 0.0006 3b
(30, 15)	0.45 ± 0.02	0.72 ± 0.07 1a	0.008 ± 0.0005 1a
(30, 25)	0.66 ± 0.02	0.93 ± 0.02 2b	0.008 ± 0.0016 2a
(30, 35)	0.79 ± 0.01	0.90 ± 0.03 3b	0.003 ± 0.0012 3b

* Promedio ± Error Estándar. Números diferentes (1,2,3) indican diferencias por efecto de la temperatura en cada salinidad. Letras diferentes (a,b) indican diferencias por efecto de la salinidad en cada temperatura.

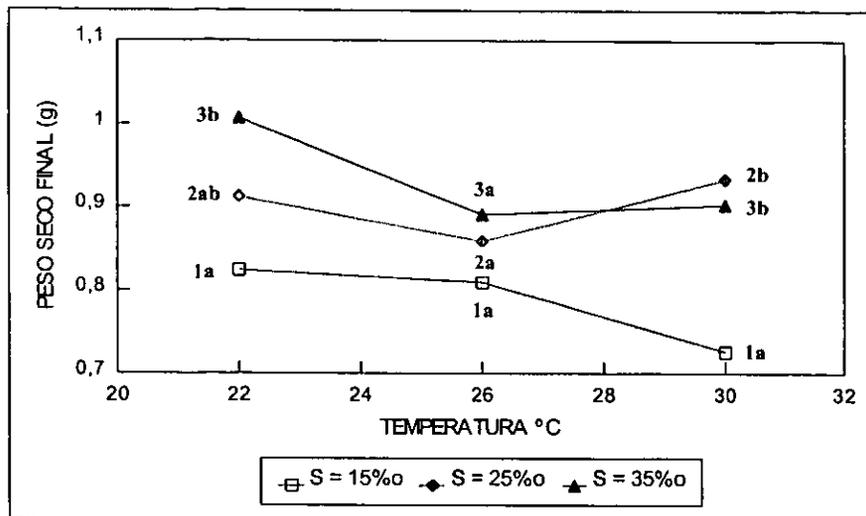


FIGURA 10. PESO SECO FINAL DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

Se observó un efecto significativo de la interacción de la temperatura y la salinidad en el peso seco final de las lisas ($P < 0.05$), observándose un patrón en el cual en las temperaturas 22 y 26 °C, el peso seco final de los peces tendió a ser mayor conforme la salinidad aumentó, mientras que en los peces aclimatados a 26 °C el peso seco final fue mayor en la salinidad 25 ‰ que en 15 y 35 ‰ (Tabla 13; Figura 10; Apéndice 18).

La temperatura ejerció un efecto significativo sobre el peso seco final de los organismos únicamente entre los tratamientos de distinta salinidad ($P < 0.05$). Los valores del peso seco final más bajos, correspondieron a los peces en los tratamientos con mayor temperatura (26 y 30 °C) y menor salinidad (15‰). Se observó un efecto significativo de la salinidad sobre el peso seco final de los peces en los tratamientos aclimatados a 22 y 30 °C ($P < 0.05$). En la temperatura más baja (22 °C), el peso seco final de los peces en 35‰, fue 18.19 % mayor que en 15 ‰ ($P < 0.05$). En el caso de los peces aclimatados a 30°C, el valor más alto del peso seco se observó en la salinidad de 25‰, mostrándose este valor 22.29 % mayor que en 15‰ ($P < 0.05$). En la temperatura de 26 °C no se observó un efecto significativo de la salinidad sobre el peso seco final de los peces ($P > 0.05$; Tabla 13; Figura 10; Apéndice 18).

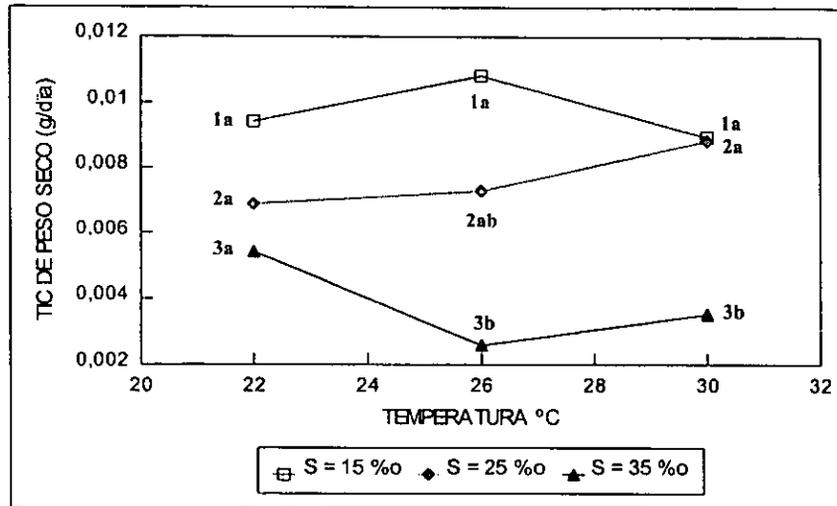


FIGURA 11. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO DE PESO SECO DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

A partir de los datos de peso seco final (PSF) e inicial (PSI) de los peces, se calculó la tasa instantánea de crecimiento de peso seco expresada como el crecimiento en peso seco en el tiempo (g/día). Se observaron diferencias significativas en la TIC de peso seco de los organismos para los diferentes tratamientos experimentales ($P < 0.05$). Los valores de la TIC en peso seco variaron entre 0.0026 g/día para la condición 26 °C y 35 ‰ y 0.0010 g/día en la condición 26 °C y 15 ‰ (Tabla 13; Figura 11; Apéndice 19).

No se observó un efecto significativo de la temperatura sobre la TIC de peso seco de los peces de los diferentes tratamientos ($F > 0.05$). Sin embargo, en la salinidad mas alta (35‰), se observó un decremento de la TIC de los peces de 22 °C a 26 y 30 °C. Se observó un efecto significativo de la salinidad en los tratamientos con temperaturas más altas ($P < 0.05$), especialmente en 26 °C, en donde la TIC en peso seco en la salinidad de 15‰ fue 76.00 % mayor que en 35‰ ($P < 0.05$). En el caso de los peces aclimatados a 30 °C, la TIC en peso seco en la salinidad de 15 ‰, fue 60.0 % mayor que en la salinidad de 35‰ ($P < 0.05$). En los tratamientos en los cuales las lisas estuvieron aclimatadas a 22 °C, la salinidad no modificó significativamente la TIC de peso seco de los peces ($P > 0.05$).

No se observó interacción de la temperatura y la salinidad sobre la tasa instantánea de crecimiento en peso seco de las lisas ($P > 0.05$; Tabla 13; Figura 11; Apéndice 19).

LONGITUD

Los datos registrados de la longitud patrón inicial (día 0) presentaron una distribución normal y mostraron varianzas homogéneas mientras que los datos de la longitud final (día 30) mostraron normalidad y varianzas heterogéneas. La muestra inicial no presentó diferencias significativas en cuanto a la longitud entre las réplicas y entre los tratamientos experimentales ($P > 0.05$). Los valores registrados de la longitud patrón de los peces estuvieron entre 44.64 mm y 47.04 mm (Tabla 14; Apéndice 20).

Los resultados de la longitud patrón final (día 30), presentaron diferencias significativas entre los tratamientos experimentales ($P < 0.05$). Los valores de la longitud patrón al final del experimento estuvieron entre 52.50 mm y 59.19 mm (Tabla 14; Apéndice 21).

TABLA 14. LONGITUD PATRON INICIAL Y FINAL Y TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD DE *M. curema* EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

TRATAMIENTO (°C, ‰)	LONGITUD PATRON INICIAL (mm) (DIA 0)	LONGITUD PATRON FINAL (mm) (DIA 30)	TIC (mm/día) (LP final- LP inicial/ 30)
(22, 15)	44.64 ± 0.80	53.21 ± 1.23 <i>1a</i>	0.28 ± 0.028 <i>1a</i>
(22, 25)	45.55 ± 0.71	52.50 ± 1.12 <i>1a</i>	0.23 ± 0.026 <i>1a</i>
(22, 35)	46.22 ± 0.61	53.31 ± 0.73 <i>1a</i>	0.23 ± 0.004 <i>1a</i>
(26, 15)	45.77 ± 0.62	56.13 ± 0.88 <i>12b</i>	0.34 ± 0.022 <i>1b</i>
(26, 25)	45.80 ± 0.58	54.30 ± 0.63 <i>12b</i>	0.28 ± 0.021 <i>12b</i>
(26, 35)	47.04 ± 0.55	54.81 ± 0.74 <i>1b</i>	0.25 ± 0.015 <i>1b</i>
(30, 15)	46.97 ± 0.53	59.19 ± 0.81 <i>2c</i>	0.40 ± 0.015 <i>1c</i>
(30, 25)	46.28 ± 0.52	57.53 ± 1.14 <i>2c</i>	0.37 ± 0.021 <i>2c</i>
(30, 35)	46.95 ± 0.64	55.60 ± 1.59 <i>1c</i>	0.28 ± 0.048 <i>1c</i>

* Promedio ± Error Estándar. Números diferentes (1,2) indican diferencias por efecto de la temperatura en cada salinidad. Letras diferentes (a,b,c) indican diferencias por efecto de la salinidad en cada temperatura.

Se observó un efecto significativo de la temperatura sobre la longitud final de los peces aclimatados en 15 y 25‰ ($P < 0.05$). En los peces aclimatados en 15 ‰, la longitud final en 30 °C fue 10.1% mayor que en 22 °C ($P < 0.05$), mientras que en 25‰, los peces aclimatados en 30 °C mostraron una longitud 8.7 % mayor que en 22 °C ($P < 0.05$). De tal manera que la longitud patrón tendió a ser mayor conforme aumentó la temperatura. En la salinidad 35 ‰, no se observó efecto de la temperatura sobre la longitud de los peces ($P > 0.05$; Tabla 14; Apéndice 22).

En cuanto al efecto de la salinidad, no se observaron diferencias significativas en la longitud final de los peces en cada temperatura experimental ($P > 0.05$), si bien se puede observar una tendencia a disminuir la longitud cuando la salinidad aumenta. No se observó efecto de la interacción de la temperatura y la salinidad sobre la longitud de los peces al final del experimento ($P > 0.05$; Tabla 14; Apéndice 22).

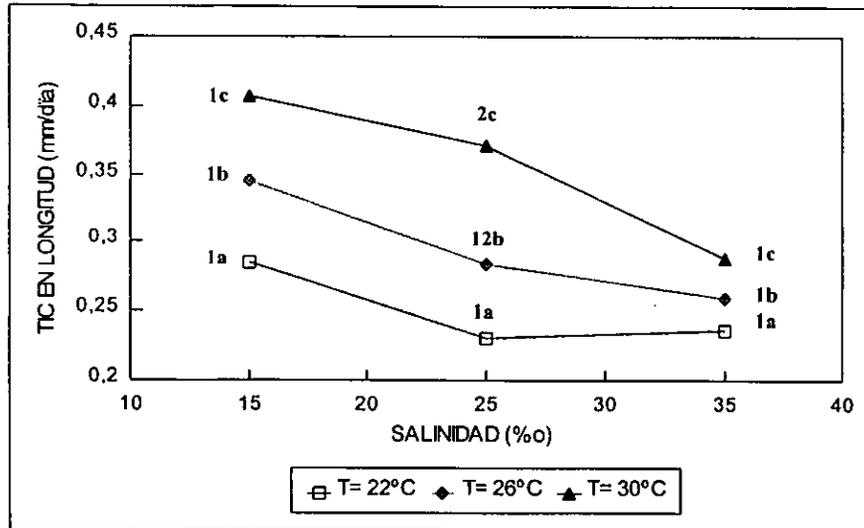


FIGURA 12. TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

La tasa instantánea de crecimiento en longitud de los peces de cada tratamiento fue expresada como el incremento en longitud respecto al tiempo (mm/día), se observaron diferencias entre los tratamientos experimentales ($P < 0.05$). Los valores de la TIC registrados estuvieron entre 0.231 mm/día en la condición (22 °C, 25‰) y 0.407 mm/día en la condición (30 °C, 15‰) (Tabla 14; Figura 12; Apéndice 23).

La temperatura ejerció un efecto significativo sobre la TIC de longitud de los peces únicamente en la salinidad de 25‰ ($P < 0.05$), observándose que en 30 °C el crecimiento en longitud de los peces fue 38.26% mayor que en 22 °C ($P < 0.05$). En el caso de los peces aclimatados en la salinidad de 15 y 35‰, no se observaron diferencias significativas en la TIC en longitud de los peces ($P > 0.05$). En general, se observó que la TIC en longitud de los peces, fue mayor en los tratamientos de mayor temperatura, es decir, conforme la temperatura aumentó la tasa de crecimiento en longitud de los peces tendió a ser mayor en cualquier salinidad (Figura 12; Apéndice 23).

No se observó efecto de la salinidad sobre la TIC en longitud de los peces aclimatados en cada temperatura experimental ($P > 0.05$). Se observaron diferencias significativas únicamente entre los tratamientos de distintas temperaturas ($P < 0.05$). Sin embargo, se observó una tendencia general en la cual los peces de la salinidad menor (15 ‰) presentaron una TIC en longitud mayor que aquellos expuestos a salinidades más altas (25 y 35 ‰). No se observó interacción de la temperatura y la salinidad sobre la TIC en la longitud de los peces ($P > 0.05$), en las temperaturas mayores se observó que los valores de la TIC en longitud de los peces aumentaron conforme la salinidad disminuyó (Tabla 14; Figura 12; Apéndice 23).

FACTOR DE CONDICION

No se observaron diferencias significativas en el factor de condición (K) de los peces al inicio de la evaluación entre los tratamientos experimentales ($P > 0.05$), por lo tanto fue posible asumir que la condición inicial de los peces experimentales fue similar. Los valores iniciales de K fluctuaron entre 0.22 y 0.24 (Tabla 15; Apéndice 24).

Respecto a los valores de K de los peces obtenidos en la muestra final (día 30), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos experimentales, con valores de K entre 0.21 y 0.28 ($P < 0.05$; Tabla 15; Figura 13; Apéndice 25).

TABLA 15. FACTOR DE CONDICION INICIAL Y FINAL DE *M. curema* EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

TRATAMIENTO (°C, ‰)	K INICIAL (DIA 0)	K FINAL (DIA 30)
(22, 15)	0.22 ± 0.0074	0.28 ± 0.0087 1a
(22, 25)	0.22 ± 0.0059	0.27 ± 0.0081 2ab
(22, 35)	0.22 ± 0.0044	0.24 ± 0.0044 3b
(26, 15)	0.22 ± 0.0059	0.26 ± 0.0059 1a
(26, 25)	0.22 ± 0.0044	0.24 ± 0.0045 23ab
(26, 35)	0.22 ± 0.0029	0.21 ± 0.0045 4b
(30, 15)	0.23 ± 0.0074	0.23 ± 0.0061 2a
(30, 25)	0.24 ± 0.0074	0.23 ± 0.0059 3a
(30, 35)	0.23 ± 0.0044	0.21 ± 0.0059 4a

*Promedio ± Error Estándar. Números diferentes (1,2,3,4) indican diferencias por efecto de la temperatura en cada salinidad. Letras diferentes (a,b) indican diferencias por efecto de la salinidad en cada temperatura.

El factor de condición final de los peces se modificó en función de la temperatura en los tratamientos con las 3 salinidades. De manera evidente el valor de K disminuyó conforme la temperatura aumentó ($P < 0.05$). Este patrón fue más marcado en 15 ‰, en donde los peces aclimatados en 22°C, mostraron un factor de condición 17.85 % mayor que en los organismos mantenidos en 30 °C ($P < 0.05$). En la salinidad de 25‰, se observó que los organismos aclimatados a 22°C mostraron un factor de condición 14.81% mayor que los aclimatados en 30 °C ($P < 0.05$). En el caso de la salinidad más alta (35‰), la condición de los peces mostró el valor más alto en la temperatura de 22 °C siendo este valor 12.5 % mayor que en 26 y 30 °C ($P < 0.05$).

Respecto al efecto de la salinidad sobre el factor de condición de los peces, se observaron diferencias significativas sólo en las temperaturas menores (22 y 26 °C) con un aumento en el valor de K conforme disminuyó la salinidad ($P < 0.05$). En los organismos aclimatados a 22 °C en las salinidades de 15 ‰, el valor de K fue 14.28% mayor que en la salinidad más alta ($P < 0.05$). En el caso de los peces aclimatados a 26 °C, el factor de condición en la salinidad de 15‰ fue 19.23 % mayor que en la salinidad de 35 ‰ ($P < 0.05$). En el caso de la temperatura de 30°C, no se observó efecto de la salinidad sobre el valor de K de los peces ($P > 0.05$; Tabla 15; Figura 13; Apéndice 26).

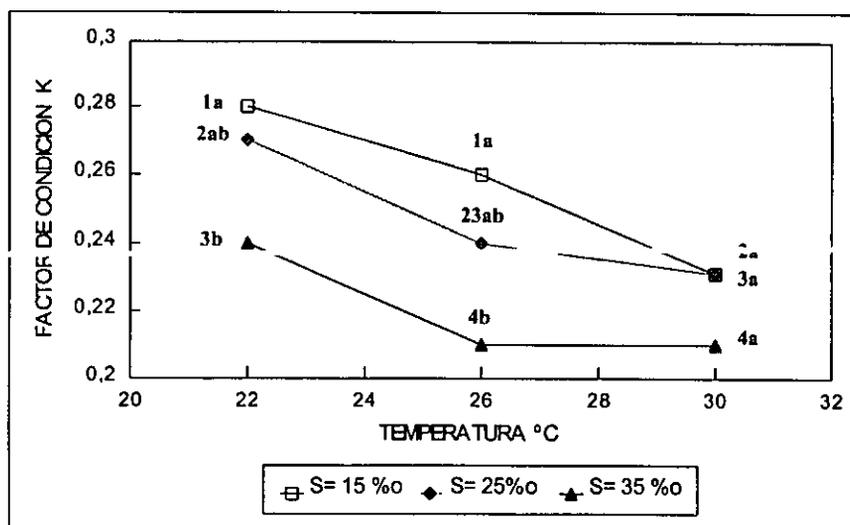


FIGURA 13. FACTOR DE CONDICION FINAL DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

No se observó efecto de la interacción de la temperatura y la salinidad sobre el factor de condición final (día 30) de los peces ($P > 0.05$), sin embargo el valor de K incrementó conforme la temperatura y la salinidad disminuyeron (Tabla 15; Figura 13; Apéndice 26).

En este experimento se observó que el valor promedio del factor de condición de los peces fue 7.05% mayor al final del experimento (día 30) que el valor de K inicial (día 0). Sin embargo se observó que en los peces aclimatados en 22 y 26 °C independientemente de la salinidad, el valor de K se incrementó hacia el final del experimento (día 30) respecto al K inicial, excepto en la condición 26 °C, 35‰ en la cual disminuyó. Para el resto de los tratamientos el factor de condición disminuyó hacia el final del experimento (Tabla 15; Figura 13).

PORCENTAJE DE HUMEDAD CORPORAL

Se observaron diferencias significativas en el porcentaje de humedad corporal de los organismos en los diferentes tratamientos experimentales ($P < 0.05$). Los valores registrados estuvieron dentro de un intervalo de 73.17 a 84.67 % de humedad (Tabla 16; Figura 14; Apéndice 27).

TABLA 16. PORCENTAJE DE HUMEDAD CORPORAL DE *M. curema* EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

TRATAMIENTO (°C, ‰)	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)
(22, 15)	80.43 1a
(22, 25)	76.30 1b
(22, 35)	73.17 1c
(26, 15)	82.36 2a
(26, 25)	77.84 2b
(26, 35)	75.03 2c
(30, 15)	84.67 3a
(30, 25)	78.59 2b
(30, 35)	75.93 2c

* Promedio \pm Error Estándar. Números diferentes (1,2,3) indican diferencias por efecto de la temperatura en cada salinidad. Letras diferentes (a,b,c) indican diferencias por efecto de la salinidad en cada temperatura.

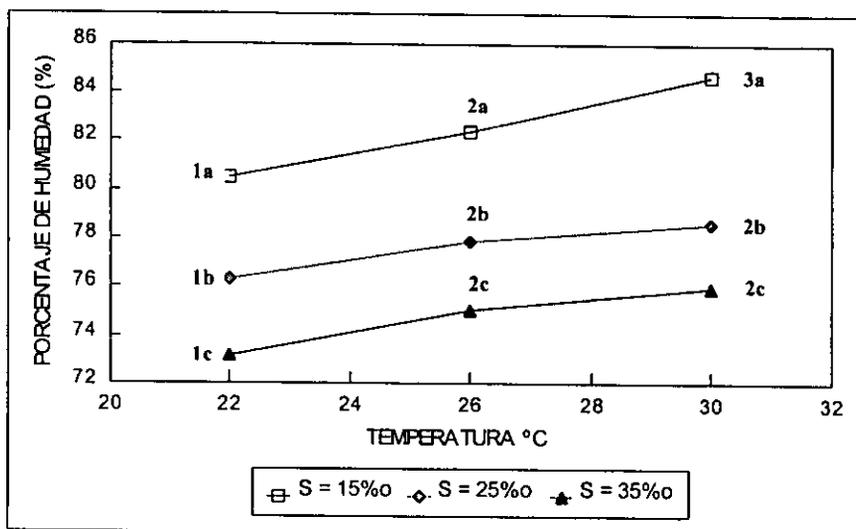


FIGURA 14. PORCENTAJE DE HUMEDAD DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

La interacción de la temperatura y la salinidad en el porcentaje de humedad de los peces experimentales fue significativa, observándose que el contenido corporal de agua de los organismos en la salinidad de 15‰, aumentó en mayor proporción que la de los organismos en las salinidades de 25 y 35 ‰ ($P < 0.05$; Tabla 16; Figura 14; Apéndice 27).

El efecto de la temperatura sobre el porcentaje de humedad corporal de los peces fue significativo ($P < 0.05$). Este porcentaje se incrementó o se mantuvo conforme la temperatura se elevó. En los tratamientos de 15‰, los peces aclimatados a 30 °C presentaron un porcentaje de agua de 5.0 y 2.7% mayor que en 22 y 26 °C, respectivamente ($\bar{P} < 0.05$). En contraste, en las salinidades de 25 y 35‰, el contenido corporal de agua fue similar en los peces mantenidos en 26 y 30 °C, se observaron diferencias significativas entre estos grupos y los aclimatados en 22 °C en las mismas salinidades ($P < 0.05$).

La salinidad produjo diferencias significativas en el porcentaje de agua corporal de los peces en cada una de las temperaturas ($P < 0.05$). En cada temperatura experimental se observó una tendencia en la cual el porcentaje corporal de agua se incrementó conforme la concentración salina disminuyó; dicho efecto fue mas notorio en la temperatura de 30 °C en la cual se observó que en los peces en 15 ‰, el porcentaje de agua corporal fue 7.18 y 10.32 % mayor que en 25 y 35 ‰, respectivamente ($P < 0.05$; Tabla 16; Figura 14; Apéndice 27).

CONTENIDO ENERGETICO

El contenido energético de los peces varió significativamente entre los tratamientos ($P < 0.05$). Se obtuvo un valor mínimo de 4,517.65 cal/gPS en la condición (30 °C, 35‰) y un valor máximo de 5,253.18 cal/gPS en la condición (22 °C, 15‰) (Tabla 17; Figura 15; Apéndice 28).

TABLA 17. CONTENIDO ENERGETICO DE *M. curema* EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

TRATAMIENTO (°C, ‰)	CONTENIDO CALORICO (cal/g)
(22, 15)	5253.18 ± 57.75 <i>1a</i>
(22, 25)	4791.99 ± 20.85 <i>2b</i>
(22, 35)	4562.93 ± 15.19 <i>3b</i>
(26, 15)	4916.34 ± 55.92 <i>2a</i>
(26, 25)	4714.39 ± 07.6 <i>2ab</i>
(26, 35)	4559.67 ± 83.4 <i>3ab</i>
(30, 15)	4873.13 ± 72.66 <i>2a</i>
(30, 25)	4699.19 ± 73.9 <i>2ab</i>
(30, 35)	4517.65 ± 66.43 <i>4b</i>

*Promedio ± Error Estándar. Números diferentes (1,2,3,4) indican diferencias por efecto de la temperatura en cada salinidad. Letras diferentes (a,b) indican diferencias por efecto de la salinidad en cada temperatura.

La interacción de la temperatura y la salinidad fue significativa sobre el contenido energético de los peces observándose un patrón en el cual el contenido energético fue significativamente mayor en los peces en la salinidad y temperatura mas bajas (22°C, 15%) ($P < 0.05$).

La temperatura ejerció un efecto significativo en el contenido energético de los peces de los diferentes tratamientos ($P < 0.05$). En cada temperatura experimental, este efecto fue más evidente en la salinidad más baja (15‰), en donde en los peces mantenidos en 22 °C, el contenido energético fue 6.41 y 7.23 % mayor que en 26 y 30 °C, respectivamente ($P < 0.05$). Sin embargo en los peces mantenidos en 25 ‰, el contenido energético no fue modificado por el aumento de la temperatura ($P > 0.05$); en el caso de los mantenidos en 35‰, sólo los grupos mantenidos en 22 y 30 °C difirieron entre sí ($P < 0.05$). De manera general se observa una tendencia en la cual conforme la temperatura se incrementa, el contenido energético de los peces disminuye (Tabla 17; Figura 15; Apéndice 28).

La salinidad ejerció un efecto significativo en el contenido energético de los peces entre los tratamientos ($P < 0.05$). En las 3 temperaturas se observó que en el tratamiento de 15‰, el contenido energético tendió a ser mayor que en los peces de tratamientos con mayor salinidad. En los tratamientos de menor temperatura, el contenido energético de las lisas en 15‰, mostró ser 8.7 y 13.1% mayor que 25 y 35 ‰, respectivamente ($P < 0.05$), mientras que en las temperaturas mayores (26 y 30 °C), en el tratamiento de salinidad 15‰, el contenido energético de los peces mostró diferencias sólo respecto al de salinidad 35‰, siendo este valor 7.2 y 7.3% mayor en 26 y 30°C, respectivamente ($P < 0.05$; Tabla 17; Figura 15; Apéndice 28).

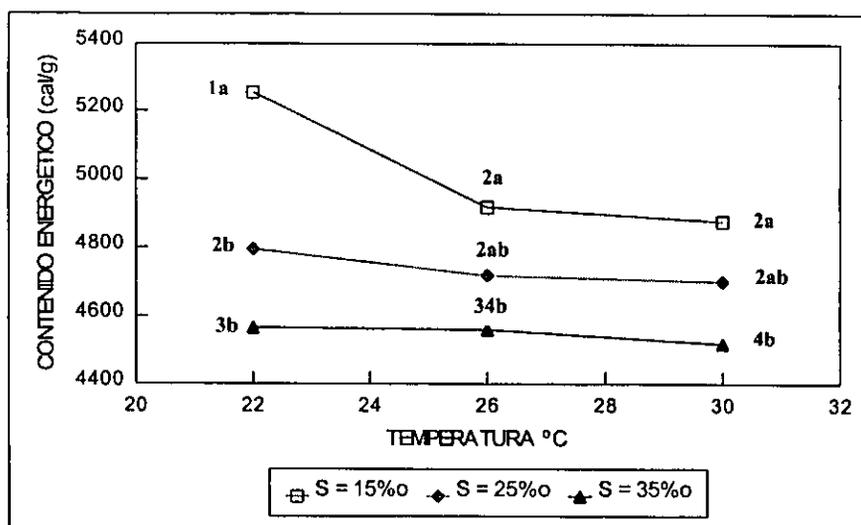


FIGURA 15. CONTENIDO ENERGETICO DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia de los organismos al final de la fase experimental (día 30), mostró diferencias significativas entre los tratamientos experimentales ($P < 0.05$). La menor sobrevivencia fue de 73.33 % en los peces aclimatados en 15‰ y 22 °C y la mayor fue de 100.00 % en 4 tratamientos (Tabla 18; Figura 16; Apéndice 29).

La interacción de temperatura y salinidad sobre la sobrevivencia de los peces fue significativa ($P < 0.05$). Se observó una menor sobrevivencia en el tratamiento de 15‰ cuando los peces estuvieron aclimatados a 22°C y un porcentaje de sobrevivencia igual que las otras salinidades, cuando los organismos estuvieron aclimatados a 26 y 30 °C (Tabla 18; Figura 16; Apéndice 29).

TABLA 18. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA FINAL DE *M. curema* EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

TRATAMIENTO (°C, ‰)	No. DE ORGANISMOS VIVOS	SOBREVIVENCIA (%)
(22, 15)	33	73.33 1a
(22, 25)	38	84.44 2ab
(22, 35)	45	100.0 3b
(26, 15)	45	100.0 2a
(26, 25)	43	95.55 2a
(26, 35)	44	97.77 3a
(30, 15)	42	93.33 12a
(30, 25)	45	100.0 2a
(30, 35)	45	100.0 3a

*Promedio ± Error Estándar. Números diferentes indican diferencias por efecto de la temperatura. Letras diferentes indican diferencias por efecto de la salinidad.

Se observó un efecto significativo de la temperatura sobre la sobrevivencia final en los tratamientos de 15‰, observándose que la sobrevivencia en 22 °C fue 26.67% menor que en 26 °C ($P < 0.05$). Por su parte, los peces aclimatados en 25 y 35‰, no mostraron diferencias significativas en la sobrevivencia por efecto de la temperatura ($P > 0.05$). En cuanto al efecto de la salinidad observado sobre la sobrevivencia de los peces, sólo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos aclimatados a 22 °C ($P < 0.05$). En este caso en la salinidad de 35‰ se observó una sobrevivencia 33.4% mayor que en 15‰ ($P < 0.05$). En los tratamientos en donde los organismos se aclimataron a 26 y 30 °C, no se observaron diferencias significativas en la sobrevivencia por efecto de la salinidad ($P > 0.05$; Figura 16; Apéndice 29).

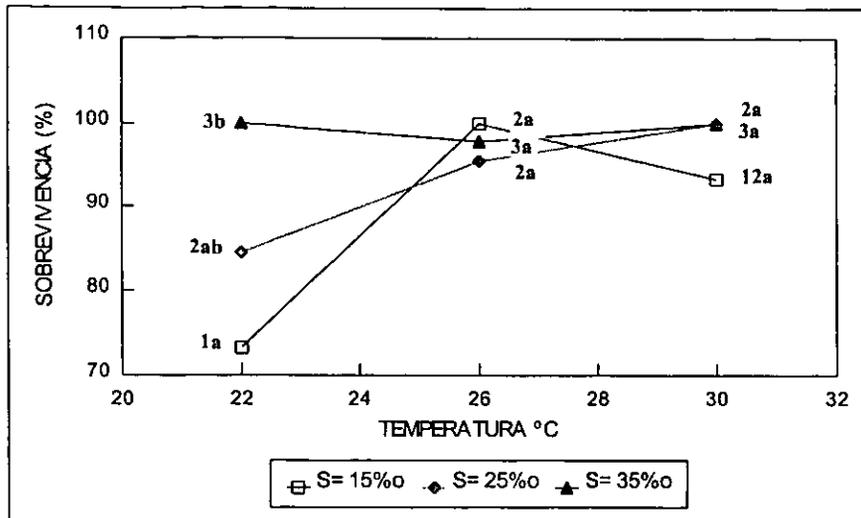


FIGURA 16. PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA FINAL DE *M. curema* EN CADA TRATAMIENTO EXPERIMENTAL. Números y Letras diferentes señalan diferencias significativas respecto a la temperatura y salinidad, respectivamente.

DISCUSION

El crecimiento de los organismos acuáticos puede ser estimado en términos de diferentes parámetros, es decir como incremento en biomasa (peso seco), en longitud, en contenido energético, o bien con base en la ganancia de peso húmedo de los organismos. Sin embargo, el uso del peso húmedo como índice del crecimiento de los animales ha sido cuestionado por diversos autores (Weatherley, 1990). Dado que el crecimiento real debe indicar el incremento en la materia orgánica que constituye al organismo (biomasa), el peso húmedo puede enmascarar el crecimiento debido a modificaciones en el contenido de agua corporal de los animales que provoca la variación de las concentraciones salinas del agua (Rodríguez *et al.*, 1993). Durante la primera fase experimental del presente estudio se consideró el incremento de peso húmedo como indicador principal del crecimiento de los peces debido a que estos se mantuvieron en las mismas condiciones de salinidad. Debido a las características de la segunda fase experimental, se consideraron el incremento en el peso húmedo, el incremento en biomasa (peso seco) y el contenido energético para el registro del crecimiento de los peces, con el fin de comparar los resultados obtenidos con dichas estimaciones.

Uno de los principales factores que determinan el contenido de agua en los animales estuarinos es la salinidad a la que se encuentran expuestos (Jobling, 1994). De tal manera, los organismos en medios hiposmóticos (respecto al plasma de los animales) tienden a incorporar agua, contrario a lo que ocurre en ambientes hiperosmóticos, donde los organismos tienden a perder agua (Rodríguez *et al.*, 1993). A lo largo de la primera fase experimental, se trabajó con organismos en las mismas condiciones osmóticas ambientales (misma salinidad), por lo cual es posible suponer que el contenido de agua no influyó en el incremento de peso (crecimiento) de los peces en experimentación.

El objetivo del primer experimento fue estimar la eficiencia de los 9 sistemas experimentales como herramienta para el mantenimiento de juveniles de *M. curema*. Los resultados obtenidos demuestran que los sistemas de recirculación de agua resultan una herramienta experimental adecuada, dada la posibilidad de mantener la calidad del agua de manera precisa y debido a su eficiencia en la regulación y el mantenimiento de los parámetros fisico-químicos en el tiempo (Losordo, 1991).

La eficiencia de los sistemas de recirculación para el mantenimiento de las lisas es evidente cuando se comparan los resultados positivos de crecimiento que se obtuvieron en este estudio con los datos reportados por otros autores. Phillips *et al.* (1987) señalan que los juveniles de *Mugil*

curema en cautiverio con tallas semejantes a las utilizadas en el presente estudio, presentan tasas de crecimiento en longitud entre 0.44-0.60 mm/día. Mientras que en cultivos de esta especie en Cuba se reportan crecimientos en longitud de 0.30 mm/día (Alvarez-Lajonchere, 1983). Yañez-Arancibia (1976), reporta tasas máximas de crecimiento de 0.35 mm/día para organismos en el medio y Muhlia-Almazán (1994) reporta tasas diarias de crecimiento entre 0.20-0.47 mm/día para lisas en cautiverio, expuestas a diferentes concentraciones salinas. Estas tasas de crecimiento son similares a las reportadas en este estudio.

Los parámetros físico-químicos del agua son determinantes en el crecimiento de los peces (Alvarez-Lajonchere, 1983). De acuerdo con Lee y Menu (1981) citados por Walsh *et al.* (1991), las larvas y juveniles *M. cephalus* se mantienen y desarrollan adecuadamente en salinidades entre 30 y 40 ‰ y temperaturas de 20 a 30°C. Respecto a juveniles de *M. curema*, Phillips *et al.* (1987) reportan condiciones adecuadas de mantenimiento en salinidades de 13 a 42 ‰ y temperaturas entre 20 y 31°C, mientras que Yañez-Arancibia (1976) encontró en juveniles de esta especie, mayores crecimientos en lagunas costeras con salinidad entre 14 y 21‰. En este experimento los peces se mantuvieron en condiciones de salinidad y temperatura señaladas como adecuadas para la especie y una buena calidad del agua, de tal forma que el comportamiento observado de los peces fue homogéneo tanto en la ganancia de peso, crecimiento en longitud, factor de condición y sobrevivencia entre los sistemas.

En este primer experimento se observó que la tasa de crecimiento en peso húmedo promedio fue mayor durante los primeros 20 días (0.075 g/día) , disminuyendo durante la segunda parte del estudio (0.040 g/día). En contraste, el incremento de la talla de los peces (longitud patrón) fue similar durante los primeros 20 días y los 20 días posteriores. La sobrevivencia promedio, mostró un mayor porcentaje en los peces durante los primeros 20 días (80.98 %) el cual también disminuyó, aunque no significativamente hacia el final del experimento (77.67 %).

En las etapas juveniles, la sobrevivencia de los organismos es uno de los principales indicadores de la adaptación de estos al medio (Hochachka, 1984). Así mismo, el crecimiento es un indicador indirecto de la adaptabilidad de los peces y del uso conveniente y oportuno de los recursos energéticos del organismo (Ware, 1975). De tal manera, que a partir de la integración de los resultados de sobrevivencia y crecimiento de *M. curema*, es posible afirmar que la condición (fisiológica y de salud) de los peces fue mejor durante los primeros 20 días de experimentación.

El factor de condición propuesto por Fulton (Ricker, 1975) indica el estado de condición de los peces. A pesar de que este índice fue diseñado para la evaluación de poblaciones, también ha sido utilizado en numerosas ocasiones en la evaluación de procesos experimentales dentro del laboratorio (Weatherley, 1987). Este índice propone que un factor de condición mayor indica una mejor condición de los animales, y que este valor se verá alterado de acuerdo a las variaciones relativas que muestren las tasas de crecimiento en longitud y peso de los organismos. En este estudio, tales variaciones se vieron reflejadas en el factor de condición de los peces experimentales, por lo tanto el valor de K observado después de 20 días fue mayor que el observado el día 0 y el día 40 de experimentación. Esto indica que la condición fisiológica de los peces fue mejor durante los primeros 20 días, respecto al periodo final (20-40 días) de experimentación.

Las medidas de masa (peso o volumen) de los animales dependen en gran parte, de las variaciones de los factores ambientales y bióticos que determinan de manera evidente y en corto tiempo la masa de los organismos, reflejando así su estado fisiológico (Weatherley, 1987). En contraste, los incrementos lineales (cambios en la longitud) dependen del crecimiento del sistema óseo, el cual es controlado en primera instancia por las características genotípicas del animal. Estas medidas lineales también pueden modificarse por factores ambientales y de salud, sin embargo, estos cambios suelen ser menos evidentes en un periodo corto de tiempo si se comparan con las ganancias de peso (Aleev, 1963). Según Weatherley (1987), en los peces las diferencias en las tasas de crecimiento en masa ó volumen de diferentes partes corporales ó tejidos, ó los cambios en las dimensiones lineales, pueden producir cambios en las proporciones corporales y a su vez influenciar la forma del cuerpo y su factor de condición durante el crecimiento. A partir de estas observaciones se puede asumir que dado que el valor del Factor de Condición de los peces se mostró semejante al que reflejan los resultados obtenidos por la ganancia de peso húmedo, entonces la condición de los peces se ve reflejada en mayor medida por el peso de los organismos que por la longitud.

Se ha observado que el factor de condición de algunas poblaciones de peces presenta cambios en sus valores promedio a lo largo del tiempo. Estos cambios pueden ser reflejo de cambios estacionales sobre todo durante las etapas tempranas de crecimiento, debido a cambios en su alimentación y a sus procesos de maduración (Weatherley, 1987). Así mismo, Ibáñez (1995) reporta para juveniles de *M. curema* en condiciones silvestres, un crecimiento constante en longitud durante el primer año de vida. A pesar del corto tiempo de experimentación, los resultados obtenidos en este trabajo se apegan a lo señalado por Ibáñez (1995), quien

sugiere que esta especie mantiene tasas de incremento en longitud constantes en el tiempo, independientemente de los cambios en su incremento en peso.

Con base en el diseño del experimento, en los resultados observados y en las características de la especie, es posible suponer que la disminución en la tasa de crecimiento en peso, la condición fisiológica y la baja sobrevivencia reportada en algunos casos, se pudo atribuir al estrés causado por la manipulación de los peces durante las mediciones realizadas (0, 20 y 40 días), pues se observó que cada periodo de medición de los animales se relacionó con un incremento de la mortalidad de los peces. Las lisas son especies que se caracterizan por una baja resistencia al manejo y su comportamiento responde fácilmente al estrés causado por este, por lo tanto es el principal obstáculo para lograr un cultivo adecuado de la especie (Alvarez-Lajonchere, 1983). En este caso, es posible que los peces que sobrevivieron a la medición inicial (día 0), no alcanzaron a recuperar su estado fisiológico ante el estrés ocasionado por la manipulación antes de que se realizaran las siguientes mediciones, por lo cual los peces resultaron más sensibles, manifestándose esto en la disminución de la sobrevivencia, el crecimiento y el factor de condición.

Se ha demostrado que la capacidad potencial del funcionamiento de los peces esta delineada en primera instancia por su genotipo. Sin embargo, el ambiente tiende a forzar esta capacidad hacia la movilización de sus reservas energéticas con el fin de compensar sus funciones a un nuevo ambiente (Hochachka, 1984). De tal manera que la sensibilidad de los peces a un estrés ambiental se incrementa cuando estos han sido sujetos a un estrés previo, aún después de periodos prolongados de recuperación (Pickering, 1991).

En el segundo experimento realizado para evaluar el efecto de diferentes temperaturas y salinidades sobre el crecimiento, la condición y la sobrevivencia de las lisas, se establecieron formas alternativas de estimación del crecimiento incluyéndose la determinación de la biomasa y su incremento y el contenido energético de los organismos. Esto debido principalmente a que las condiciones osmóticas ambientales en las que se mantuvieron los organismos variaron en función de los diferentes tratamientos experimentales, lo cual constituye un factor que tiende a modificar el contenido de agua corporal y por lo tanto el incremento de peso húmedo de los peces (Rodriguez *et al.*, 1993).

El contenido corporal de agua de los animales expuestos a los diferentes tratamientos experimentales fue variable, sin embargo se mantuvo dentro del intervalo de 70-80% de humedad corporal reportado

por Love (1970) para especie marinas en salinidades entre 20 y 40 ‰. En este trabajo, los peces expuestos a baja salinidad (15‰) y mayores temperaturas (26 y 30 °C) presentaron un mayor contenido de agua en sus tejidos que los animales expuestos a alta salinidad y bajas temperaturas. Partiendo de estas observaciones se podría inferir que los peces expuestos a bajas salinidades tienden a ganar agua, presentando un mayor contenido de agua corporal, mientras que los peces expuestos a salinidades mayores, tienden a perder agua y su contenido corporal de agua es menor según lo señalado por De Silva (1976).

Similar a lo observado en este estudio, Rodríguez *et al.* (1993), en un análisis de composición química de organismos de la especie *Mugil cephalus*, encontraron que el contenido de agua en el músculo de los organismos difiere en peces mantenidos en distintas salinidades y que estas variaciones obedecen a un patrón temporal de cambios dependientes de la salinidad. Por su parte, Eddy (1981) observó en organismos de trucha arco iris, que una respuesta temprana ante un cambio de menor a mayor salinidad es la deshidratación corporal, observándose una reducción en el contenido de agua del plasma sanguíneo hasta de un 85%.

El contenido de agua en los organismos experimentales también se modificó en función de la temperatura de aclimatación, observándose que las lisas aclimatadas a mayores temperaturas, tendieron a presentar mayor proporción de agua en sus tejidos, respecto a aquellas aclimatadas en temperaturas menores. Weatherley y Gill (1983), señalaron en juveniles de trucha, que el contenido de agua corporal es mayor en organismos mantenidos en 12° C que en 7 °C. Sin embargo, de acuerdo a Eddy (1981), el efecto de la temperatura del agua tiene una influencia indirecta sobre el contenido de agua corporal, el autor menciona que el incremento de la temperatura permite un incremento en la tasa de las reacciones bioquímicas que gobiernan la regulación iónica y osmótica por medio de la cual este contenido de agua corporal de los peces se incrementa o disminuye según el caso. Por lo tanto, el contenido de agua corporal de los organismos experimentales está determinado la interacción de la temperatura y la salinidad del agua y no por los efectos de cada uno de estos parámetros *per se* (Neter, 1985).

Las diferencias que mostraron los resultados de los pesos húmedo final y seco final de los organismos en los diferentes tratamientos, confirman las suposiciones hechas acerca de las variaciones en el contenido a agua corporal registradas. Los valores mas altos que se presentan en el peso húmedo final se registraron en los tratamientos de mayor temperatura y menor salinidad, mientras que los valores mas altos registrados del peso seco final de los peces, se observaron en las

condiciones de menor temperatura y mayor salinidad. A pesar de estas diferencias, las variaciones en el contenido de agua corporal registradas en este estudio, no modificaron el comportamiento general de los datos de crecimiento, puesto que los resultados que reflejan las tasas instantáneas de crecimiento tanto de peso húmedo como de peso seco, presentaron una tendencia similar mostrando las mayores tasas de crecimiento en ambos casos en los organismos aclimatados en las temperaturas de 26 y 30 °C y en la menor salinidad (15‰). En base a estas observaciones se puede considerar que el crecimiento en peso húmedo puede ser utilizado como un estimado "grueso" para medir el crecimiento de las lisas.

Respecto a lo anterior cabe remarcar que el peso seco inicial de los peces, utilizado para el cálculo de la TIC en peso seco, esta basado en valores "calculados". Según lo observado, después del periodo de aclimatación a las diferentes condiciones (15 días), el peso seco inicial de los peces mostró diferencias entre los tratamientos. Según Prosser (1976) las respuestas fisiológicas del organismo que le permiten llegar a un estado de aclimatación a su nuevo ambiente, se llevan a cabo en un periodo de tiempo de días o semanas. Por lo tanto, es posible asumir que después de los 15 días del periodo de aclimatación, los organismos ya presentaban variaciones en su contenido de agua corporal.

Las tasas de crecimiento, expresadas en función tanto de la ganancia de peso húmedo como de peso seco (biomasa) por día, fueron influenciadas significativamente sólo por la salinidad del agua. Los resultados de la TIC en ambos casos, mostraron una tendencia en la que al incrementarse la salinidad la tasa de crecimiento disminuye. Estos resultados son similares a los obtenidos por De Silva (1976) y Murashige *et al.* (1991) en juveniles y larvas de *M. cephalus*, respectivamente. Ambos autores reportan que los organismos de esta especie, al igual que *M. curema*, son especies eurihalinas, euritermas y catádromas, en las cuales el crecimiento se incrementa en salinidades bajas. De Silva (1976), señala que la salinidad ejerce efectos significativos sobre el incremento en peso húmedo. El autor registró un crecimiento mayor en las lisas aclimatadas a una salinidad de 20‰, que en salinidades mayores (30‰) y menores (agua dulce y 10‰). Por su parte Murashige *et al.* (1991), encontraron a partir de la estimación del crecimiento en peso seco, que las lisas presentan un mejor crecimiento en un intervalo de salinidad de 22 a 25 ‰ que en el intervalo 32 a 35 ‰. Debido a que la especie *M. cephalus* suele coexistir con *M. curema* y se encuentran en hábitats muy similares presentando características semejantes en cuanto a su fisiología e historia de vida (Ibáñez, 1993), es posible que los organismos de ambas especies presentan respuestas semejantes de su crecimiento por efecto de los cambios de salinidad en el medio. Así, al igual que *M. cephalus*, los

juveniles de *M. curema* presentaron mayores tasas de crecimiento en salinidades menores a 30 ‰.

Las lisas al ser eurihalinas y osmorreguladoras, presentan tolerancia a amplios rangos de salinidad ambiental (Prosser, 1976). En este estudio, es posible suponer que las lisas presentaron mayores tasas de crecimiento en las salinidades bajas debido a que en estas condiciones el costo energético de la osmorregulación es menor en comparación con salinidades más altas. De acuerdo a Rodríguez *et al.* (1993), el mayor crecimiento de estos organismos se observa en salinidades cercanas al punto isosmótico, este autor encontró que en *M. cephalus* el punto isosmótico entre la concentración de fluidos corporales del organismo y el medio es de 8‰, valor que debe ser similar para la especie *M. curema* considerando su semejanza fisiológica y la similitud de los ambientes que habita como lo reportó Ibáñez (1993). Por lo tanto es posible suponer que en 15‰, la energía que los peces emplearon en la osmorregulación fue menor que en las salinidades mayores y una mayor cantidad de energía pudo ser canalizada hacia el incremento de su peso.

En el presente estudio se observó que a mayores temperaturas las tasas de crecimiento en peso de los peces fueron mejores. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas por efecto de la temperatura. Jobling (1994), señala que la temperatura es capaz de influenciar el metabolismo de los peces y que puede afectar sus tasas de crecimiento. En varias especies, se ha encontrado que la tasa metabólica se eleva con el incremento de la temperatura. Sin embargo en temperaturas altas, cercanas a los límites de tolerancia de la especie, el metabolismo tiende a declinar o estabilizarse y la tasa de crecimiento a disminuir. Dicha disminución del crecimiento parece también estar estrechamente ligada con la baja en la tasa de alimentación de los animales expuestos a altas temperaturas (Prosser, 1976). En este trabajo, la tasa de crecimiento de los peces se incrementó en las temperaturas mayores, mostrándose muy semejante entre las temperaturas mas altas (26 y 30 °C), lo cual sugiere que 30°C puede estar cerca de los límites de tolerancia de la especie.

Por su parte, la salinidad no ejerció efecto sobre la tasa de crecimiento en longitud. Sin embargo, se observó un patrón general en el cual el incremento de longitud patrón de los peces se relaciona directamente con el aumento de la temperatura. Las diferencias estadísticas observadas entre tratamientos en relación a la tasa de incremento de la longitud fueron menores que las diferencias observadas en la tasa de crecimiento (biomasa). Es decir, la diferencia entre la tasa máxima y mínima de incremento de longitud corresponde al 42.5 %; mientras que la diferencia observada en el crecimiento (peso seco)

corresponde al 80.0 %. Esto apoya lo planteado anteriormente respecto a que el crecimiento en dimensiones lineales está controlado en primera instancia por las características genotípicas del organismo. Así mismo, es probable que el tiempo de exposición de los organismos a las condiciones experimentales no fue suficiente para observar efectos más evidentes de ambas variables en el crecimiento en longitud de las lisas.

Los resultados del análisis energético realizado mostraron un efecto significativo tanto de la temperatura, como de la salinidad sobre el contenido energético de los animales. A menor temperatura y menor salinidad los peces mostraron un contenido energético mayor. En este sentido, el menor contenido de energía de los animales en alta salinidad indica una menor ganancia neta de energía de estos peces. Esto sugiere que los peces expuestos a mayor salinidad tienen mayor gasto energético (debido posiblemente al costo de la osmorregulación) que los animales en un medio más diluido.

La sobrevivencia es un parámetro fundamental que refleja en gran manera la adaptabilidad de los animales al medio (Hochacka, 1984). En este trabajo, se observó que tanto el efecto de la temperatura, como el de la salinidad aunque fueron significativos, no produjeron un patrón definido en la sobrevivencia de los peces. Sin embargo, es posible observar que los organismos expuestos a las temperaturas mayores (26 y 30 °C) y salinidades bajas (15‰) en los que se obtuvieron las mayores tasas de crecimiento, mostraron una elevada sobrevivencia (entre 93.3 y 100%). Por lo tanto, se puede afirmar que en dichas condiciones se favorece la adaptación de los organismos al medio y con ella su sobrevivencia. En el caso de la baja sobrevivencia (73.33%) registrada en los organismos aclimatados en las condiciones 22 °C y 15 ‰, es posible suponer que se presentó algún problema de manejo experimental, estrés en los organismos o incluso algún tipo de enfermedad que no pudo ser detectada.

En contraste con lo anterior, se observó que los peces que presentaron un mayor factor de condición fueron aquellos expuestos a la temperatura y salinidad más bajas. Los resultados indican que las altas temperaturas disminuyen la condición de los peces; sin embargo, las condiciones de baja salinidad y alta temperatura rindieron en un mayor crecimiento y sobrevivencia. El factor de condición al ser calculado con base en el peso y longitud de los peces, muestra las diferencias en la variación relativa de ambas variables merísticas, mas aún cuando los peces se encuentran en etapas tempranas de desarrollo y su tasa de crecimiento es alta (Weatherley, 1987). A esto Weatherley denomina "plasticidad del crecimiento", la cual es, en muchos casos una ventaja para los peces aunque no necesariamente esta relacionada con cambios en

la condición fisiológica o la salud de los mismos. Por lo tanto, los cambios en la relación peso-longitud patrón y en el factor de condición calculado a partir de estos parámetros merísticos, puede no reflejar de manera directa la condición fisiológica de esta especie.

Aunque es contradictorio el hecho de que los peces que presentan altas tasas de crecimiento y sobrevivencia tengan una "condición fisiológica" menor que aquellos que presentan una tasa de crecimiento menor, según Weatherley (1987), el valor del Factor de Condición no es necesariamente mayor en los organismos que presentan mayor crecimiento en peso o en longitud. Esto sugiere que el Factor de Condición no en todos los casos es un parámetro adecuado para estimar la condición de salud de organismos experimentales. Por otro lado, en el cálculo de este factor se utilizaron los valores de peso húmedo de los peces según lo establecido (Ricker, 1975); sin embargo de acuerdo a lo observado en este estudio, estos valores estuvieron influenciados por la cantidad corporal de agua. Así, es posible que a pesar de que los valores de peso húmedo han reflejado las tendencias reales de crecimiento, la información puede desvirtuarse. Si esto fuera cierto, el factor de condición reflejaría al menos parcialmente los resultados generales obtenidos, sin presentar contradicciones tan severas como las observadas en este estudio, sobre todo respecto al efecto de la temperatura.

Las lisas juveniles son típicamente eurihalinas y con frecuencia habitan en zonas costeras donde la salinidad y temperatura ambiental fluctúan tanto diurna, como estacionalmente. Sin embargo, la Ensenada de La Paz es una zona en donde estos factores se mantienen elevados durante la mayor parte del año, aunque muestra variación espacio-temporal. De acuerdo a lo planteado en este trabajo, se esperaba que esta población de lisas capturadas en la Ensenada de la Paz, respondiera de manera más eficiente a la exposición a alta temperatura y salinidad, factores a los que se han visto expuestos por varias generaciones. En contraste a lo esperado, en las combinaciones de alta temperatura y elevada salinidad se observaron las menores tasas de crecimiento, de condición y de sobrevivencia de los juveniles de esta especie. Estos resultados permiten suponer que los juveniles de *M. curema* no se encuentran en condiciones fisiológicas óptimas en esta región, de lo cual se desprenden algunas preguntas que quedan por resolver: ¿Se ha dado alguna adaptación fisiológica en esta población de lisas para vivir a temperaturas y salinidades elevadas?, ¿Habrá algún factor de mayor importancia, como predación, competencia, ó alimentación, que determine la permanencia de los organismos bajo estas condiciones ambientales?, ¿Migrarán estos organismos en alguna etapa de su ciclo de vida a zonas con mejores condiciones fuera de la Ensenada?, ¿Responderán las

poblaciones de *M. curema* capturadas en ambientes menos extremos de manera similar a estos organismos capturados en la Ensenada de La Paz, B.C.S.?

Varias son las posibles respuestas a estas preguntas, sin embargo cabe mencionar la importancia que tiene el ciclo de vida de la especie y su condición catádroma, puesto que los organismos adultos migran de las zonas costeras de crianza para desovar en el mar. A pesar de esta amplia capacidad de tolerancia de la especie, dentro de la Ensenada de La Paz no se encuentran en los niveles óptimos de temperatura y salinidad que requieren para su máximo crecimiento; sin embargo la continua disponibilidad de alimento y el refugio que ofrecen las lagunas costeras y estuarios de la zona podrían ser factores que determinen la estancia de los juveniles de *Mugil curema* en estas zonas. Por otro lado, es posible que debido a la capacidad de desplazamiento de estos organismos existan grandes flujos génicos entre poblaciones. Existen varios cuerpos de agua costeros con variaciones importantes de temperatura y salinidad en sitios cercanos que se encuentran fuera de la Ensenada de la Paz como los esteros Balandra y Enfermería. De esta manera, el intercambio genético entre estas poblaciones probablemente disminuye la posibilidad de cambio evolutivo en la población particular expuesta a salinidades y temperaturas extremas. Para dar respuesta a estas preguntas sería necesario realizar estudios genéticos y fisiológicos, en juveniles y en diferentes estadios del desarrollo tanto de esta zona, como en organismos de la misma especie pero con procedencia geográfica diferente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es posible concluir de los resultados del primer experimento realizado, que el uso de sistemas de recirculación de agua reconocidos como sistemas de cultivo intensivo, permite el mantenimiento adecuado de la calidad del agua y con esto el crecimiento y sobrevivencia de los peces siempre tomando en cuenta la talla, la densidad y la tasa de alimentación de los peces dentro del sistema. Este tipo de sistemas presenta, frente a los sistemas extensivo y semi-intensivo, varias ventajas dentro de las cuales se encuentran el control de los parámetros ambientales así como el aprovechamiento de recursos que en la zona de estudio presentan escasez, como es el caso de la disponibilidad de agua dulce, que presenta fuertes limitantes. Además, los sistemas intensivos así como semi-intensivos, presentan la posibilidad de dar protección a los peces durante las etapas tempranas de su desarrollo, eliminando la presión que ejerce sobre estos la depredación, la exposición a enfermedades y la competencia por el alimento con organismos de mayor tamaño.

Los resultados del segundo ensayo, permiten concluir que la temperatura y la salinidad son parámetros que influyen en un alto grado sobre las respuestas integrativas de los peces a los cambios en el medio como son el crecimiento y la sobrevivencia. En la naturaleza, la temperatura y salinidad presentan fluctuaciones simultáneas y considerando el amplio rango de hábitats que se pueden encontrar en México, es muy importante comprender la influencia interactiva de ambas en el crecimiento y sobrevivencia de los peces. Las respuestas observadas del efecto causado por la salinidad sobre el crecimiento, condición y sobrevivencia de los peces, mostraron que este parámetro aislado parece no ser tan determinante como cuando interactúa con otro parámetro como lo es la temperatura, bajo la cual es capaz de enmascarar su efecto. La interacción de ambos parámetros, si bien no fue significativa en algunos casos, parece estar relacionada con la adaptación de los peces al medio que les rodea. Se concluye que las condiciones de baja salinidad (15‰) y temperatura entre 26 y 30 °C son las que permiten una buena condición y un mayor crecimiento y sobrevivencia de los juveniles de *M. curema*.

El crecimiento de los peces debe ser estimado en términos del incremento en biomasa, dado que la estimación de este en términos de peso húmedo, es sólo un indicador grueso que depende de la condición osmoconformadora u osmorreguladora de la especie que a su vez permite ó no la variación del contenido de agua corporal del pez. Sin embargo en la realización de estudios posteriores se recomienda establecer un

procedimiento experimental que permita la evaluación del peso seco inicial de los peces de manera mas directa.

Los requerimientos de los juveniles de *M. curema* respecto a las condiciones ambientales, se cubren en los sitios de baja salinidad; sin embargo tanto en la Bahía como en la Ensenada de La Paz los ambientes presentan concentraciones salinas mayores. Por lo que la implementación de un sistema de cultivo que permita mantener a los peces en las etapas tempranas de su desarrollo bajo condiciones controladas dentro del laboratorio, con una menor presión del medio y un mayor crecimiento y sobrevivencia, permitiría la posterior siembra de ejemplares de mayor tamaño en estanquería intermareal con fines comerciales. Asi mismo permitiría en un futuro, el repoblamiento de esta especie cuyas pesquerías se han visto disminuidas durante los últimos años.

Es recomendable la realización de bioensayos de este tipo dentro del laboratorio en periodos cortos de observación, puesto que permiten un mejoramiento más rápido de las condiciones en que los peces se encuentran mantenidos que en otro tipo de estudios. A lo largo de la determinación de los requerimientos ambientales óptimos de una especie, los organismos son expuestos a varios niveles de una ó mas características ambientales. Estas relaciones entre parámetros ambientales en algunos casos suelen ser muy complejas, por lo que es necesario que el investigador cuente con los conocimientos básicos de la biología de la especie en estudio. Conforme este conocimiento incrementa, las estrategias de mantenimiento de los organismos dentro de un sistema de cultivo podrán tratar con mayor eficiencia los problemas que se presenten en el mismo. De aquí que se recomienda continuar con la realización de estudios de este tipo en las etapas previas y posteriores del ciclo de vida de la especie en estudio con miras a la optimización del ambiente de cultivo. La optimización casi completa o completa de los ambientes no es por lo general económica. Por lo tanto, es necesario conocer ambientes sub-óptimos para poder proveer un buen ambiente tanto como se pueda económicamente, entonces tanto los rendimientos de la producción como el beneficio del cultivo van a incrementarse.

Se recomienda también la realización de estudios de prospección en diversas zonas costeras, con el fin de localizar cuerpos de agua con condiciones ambientales semejantes a las requeridas por esta especie, con miras al establecimiento de un sistema de cultivo de pre-engorda y engorda. A su vez estudios de alimentación, densidad, tasas metabólicas (consumo de oxígeno) y efectos que causa el estrés en esta especie, serían de gran ayuda para el establecimiento de un sistema de cultivo exitoso de *Mugil curema*.

LITERATURA CITADA

- ALEEV, Y.G. 1963. Function and Gross Morphology in Fish. De. V. A. Vodyanitskii, Moskú. 87 pp.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1978. La Pesca de las Lisas (Pisces: Mugilidae) en Cuba. *Ciencias, Investigaciones Marinas*. La Habana, Cuba. Ser 8(28): 1-29.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L. 1983. El Desarrollo del Cultivo de Peces en Areas Costeras, la Selección de Especies y las Lisas (Pisces: Mugilidae) como grupo para iniciar los trabajos en Cuba. *Revista Cubana Investigación Pesquera*. La Habana, Cuba. Ser 8(1): 1-33.
- ALVAREZ - LAJONCHERE, L. y O. G. HERNANDEZ M. 1994. Manual de Técnicas para la Producción Piloto de Juveniles de Peces Marinos. CIP-CUBA, Universidad Autónoma Metropolitana. 116 pp.
- AMEZCUA, L. F. 1977. Generalidades Ictiológicas del Sistema Lagunar Costero Huizache- Caimanero, Sinaloa, México. *Anales Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 4(1):1-26.
- BARDACH, J. E., J. H. RYTHER y W. O. McLARNEY. 1982. Acuacultura. AGT Editor. Distrito Federal, México. 741 pp.
- BENETTI, D. D. Y E. B. FAGUNDES. 1991. Preliminary Results on Growth of Mulletts (*Mugil liza* and *M. curema*) Fed Artificial Diets. *World Aquaculture*. 22(4): 55-57.
- BERDEGUE, A. J. 1960. Peces de Importancia Comercial en la Costa Noroccidental de México. Dirección General de Pesca e Industrias. Secretaría de Marina. Distrito Federal, México. 345 pp.
- BRIONES, A.E. 1981. La Pesquería de la Lisa en Sinaloa. Manuscrito.
- CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS. 1979. Bosquejo Ecológico Preliminar de la Ensenada de Anpe (Bahía de La Paz). Instituto Politécnico Nacional. Cuaderno de Ecología Marina Superior. La Paz, B.C.S. México. 103 pp.

- CHAVEZ, H. 1985. Aspectos Biológicos de las Lisas (*Mugil spp.*) de la Bahía de La Paz, B. C. S., México, con referencia especial a Juveniles. *Investigaciones Marinas CICIMAR*. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México.2 (2): 1-22.
- CHAVEZ, H. 1993. Aspectos Biológicos de *Mugil curema* Cuvier et Valenciennes *Mugil cephalus* Lineo y *Mugil hospes* Jordan y Culver, en dos Lagunas Costeras del Sur de Sinaloa. *Memoria IPN CICIMAR*. Mazatlán, Sinaloa. México. 63 pp.
- DANIEL, W. W. 1995. Bioestadística. Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. Editorial LIMUSA. Distrito Federal, México. 878 pp.
- DE SILVA, S .S. y P. A. B. PERERA. 1976. Studies on the Young Grey Mullet, *Mugil cephalus* L. 1. Effects of Salinity on Food Intake, Growth and Food Conversion. *Aquaculture*. 7: 327-338.
- DIAZ, G.G. y L.A. SOTO. 1988. Hábitos Alimenticios de Peces Depredadores del Sistema Lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *Anales del Instituto d e Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México.15(1): 97-124.
- EDDY, 1981. Effects of Stress on Osmotic and Ionic Regulation in Fish. p78-101.En: Pickering A.D. (Editor). Stress and Fish. Academic Press. 1981. New York, U.S.A. 367 pp.
- ESPINOSA,M.,J. LLINAS y AMADOR, E.1979.Estudio Ecológico Comparativo de las Lagunas Enfermería y Balandra y el Canal de Mareas Zacatecas en la Bahía de La Paz, B. C. S. México. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. En: Centros de Investigación de Baja California, México y SCRIPPS Institution of Oceanography, U.S.A. CIBCASIO. Memorias. Fifth Meeting. La Paz, B.C.S. (5): 1-14.
- FRY, F. E. J. 1971. The Effect of Environmental Factors of the Physiology of Fish, pp. 1- 98 Vol. 6. En: W. S., Hoar and D. J. Randall (Editors). Fish Physiology. Academic Press. New York, U.S.A. 678 pp.
- GOPALAKRISHNAN, V. 1970. Taxonomy and Biology of Tropical Fin- Fish for Coastal Aquaculture in the Indo- Pacific Region pp. 1- 49. En: T. V. R. Pillay (Editors). Coastal Aquaculture in the Indo- Pacific Region. Whitefriars Press. London, England. 364 pp.

- GUERRERO, M. 1987. Cultivo de Lisa en Diferentes Países y su Perspectiva de Desarrollo. Seminario de Tesis. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar. La Paz, B.C.S. México. 35 pp.
- HERWIG, N. 1980. Handbook of Drugs and Chemicals used in the Treatment of Fish Diseases. Charles C. Thomas Publisher. Illinois, U.S.A. 207 pp.
- HOCHACHKA, P. W. y SOMERO, G. N. 1984. Biochemical Adaptation. Princeton University Press. New Jersey, U.S.A. 537 pp.
- HOPKINS, K. D. 1992. Reporting Fish Growth: A Review of the Basics. *Journal of the World Aquaculture Society*. 23(3): 173-179.
- IBAÑEZ, A.A. L. 1993. Coexistence of *Mugil cephalus* and *M. curema* in a Coastal Lagoon in the Gulf of Mexico. *Journal of Fish Biology*. 42: 959- 961.
- IBAÑEZ, A. A. L. 1995. Algunos Aspectos de la Dinámica de Poblaciones de *Mugil cephalus* (Lineo, 1758) y *M. curema* (Valenciennes, 1836) (PISCES Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 216pp.
- IBAÑEZ, A. A. L. y J. LLEONART. 1996. Relative Growth and Comparative Morphometrics of *Mugil cephalus* L. and *M. curema* V. in the Gulf of Mexico. *Scientia Marina*. 60 (2-3): 361-368.
- JORDAN, D. S. y EVERMAN L. E. 1896. The Fishes of North and Middle America: A descriptive Catalogue of the Species of fish like Vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama *Bulletin of the United States Natural Museum*. 47 (14): 1-313.
- JOBLING, M. 1994. Fish Bioenergetics. Editorial Chapman Hall. London, Great Britain. 300 pp.
- KOSKELA, J. J. PIRHONEN Y JOBLING, M. 1997. Effect of Low Temperature on Feed Intake, Growth Rate and Body Composition of Juvenile Baltic Salmon. *Aquaculture International*. 5: 479-488.
- LEBER, K.M., N.P. BRENNAN Y ARCE, S.M. 1995. Marine Enhancement with Striped Mullet: Are Hatchery Releases Replenishing or Displacing Wild Stocks?. *American Fisheries Society Symposium*. 15: 376-387.

- LIAO, I.C. y N.H. CHAO. 1981. Grey Mullet Culture in Taiwan. En: McVey J. P. Handbook of Mariculture. CRC Press. New York, USA. (2): 117-132.
- LIKONGWE, J. S., T. D. STECKO, STAUFFER, J. R. y CARLINE R. F. 1996. Combined Effects of Water Temperature and Salinity on Growth and Feed Utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) *Aquaculture*. 146: 37-46.
- LOSORDO, T.M. 1991. Engineering Considerations in closed Recirculating Systems. Aquaculture Systems Engineering, Proceedings of the World Aquaculture Society and the American Society of Agricultural Engineers Jointly Sponsored Session. WAS 22nd Annual Meeting. 58-69.
- LOSORDO, T. M. y WESTERMAN, P. W. 1994. An Analysis of Biological, Economic and Engineering Factors Affecting the Cost of Fish Production in Recirculating Aquaculture Systems. *Journal of the World Aquaculture Society*. 25(2): 193- 203.
- LOVE, R. M. 1970. The Chemical Biology of Fishes. Academic Press. London England. 1: 342 pp.
- MAEDA, M.A. 1981. Composición, Abundancia, Diversidad y Alimentación de la Ictiofauna en Tres Lagunas Costeras del Golfo de California. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias. Tesis Profesional. México. 140 pp.
- McVEY, J. P. 1991. Handbook of Mariculture. FinFish Aquaculture. CRC Press. New York, U.S.A. (2): 192-209.
- MOORE, R.H. 1974. General Ecology, Distribution and Relative Abundance of *Mugil cephalus* and *M. curema* on the South Texas Coast. *Contribution in Marine Science*. Texas, U.S.A. 18: 1-170.
- MORALES, V.J.M., C.M. VAZQUEZ, F.J. RIVERA, P. ZENDEJAS, R. SANTOS W.G. REYES. 1981. Contribución al Conocimiento Biológico Pesquero de las Lisas *Mugil curema* y *Mugil cephalus* realizado en el Estero "El Verde Camacho", Mazatlán, Sin., México. Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Tesis Profesional. 198 pp.

- MUHLIA-ALMAZAN A. 1994. Datos Biológicos de las Especies de Lisa (*Mugil cephalus* y *Mugil curema*) : 1.- Análisis Histórico de su Pesquería y 2.- Efecto de la Salinidad sobre el Crecimiento y Sobrevivencia de la especie *Mugil curema* en la Bahía de La Paz, B. C. S. México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias. Universidad Autónoma del Estado de México. 89 pp.
- MUHLIA-MELO A. y A. MUHLIA-ALMAZAN. 1995. Growth and Survival of the Lisa Fish, *Mugil curema*, related to Salinity in Experimental Conditions in La Paz, Baja California Sur, Mexico. *World Aquaculture 1995*. San Diego, California, USA.
- MURASHIGE, R., P. BASS, L. WALLACE, A. MOLNAR, B. EASTHAM, V. SAT., C. TAMARU y C. LEE. 1991. The Effect of the Survival and Growth Striped Mullet (*Mugil cephalus*) Larvae in Hatchery. *Aquaculture*. (96): 249-254.
- NASH, C.E. y Z.H. SHEHADEH. 1980. Review of Breeding and Propagation Techniques for Grey Mullet, *Mugil cephalus* L. International Center of Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines. 87 pp.
- NETER, J., W. ASSERMAN y KUTNER, M. 1985. Applied Linear Statistical Model. Regression Analysis of Variance and Experimental Designs Richard D. Irwing De. 717- 737.
- PHILLIPS, P., Y. ASTORGA, HIDALGO C. y VILLARREAL A. 1987. El Cultivo de la Lisa, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), en el área del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. Lima- Perú. (31):17-56.
- PICKERING, A.D. 1991. Growth and Stress in Fish Production. *Aquaculture*. (111): 51-63.
- PILLAY, T.V.R. 1990. Aquaculture. Principles and Practice. British Library Great Britain. 377- 392 pp.
- POLANCO, J.E., C.CASTAÑEDA, S. OLGUIN y B. MARTINEZ. 1988. Situación Actual de las Principales Pesquerías Mexicanas. Secretaria de Pesca. Distrito Federal, México. Primera Edición. 479 pp.
- PROSSER, C.L. 1976. Comparative Animal Physiology. Editorial Saunders. Pennsylvania. 167-181.

- RICKER, W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Thorn Press Limited. Ottawa, Canadá. 382 pp.
- RODRIGUEZ, A. R., H. FLORES y MARTINEZ, G. 1993. Influencia de la Salinidad sobre el Crecimiento y Composición Bioquímica de *Mugil cephalus* (Teleostei: Mugilidae). *Serie Ocasional 2*. Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile. 177-185.
- SANCHEZ, R. A. P. 1995. Análisis de los Hábitos Alimenticios de *Mugil cephalus* (Linneo) y *M. curema* (Valenciennes) con base en la Presencia de Diatomeas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 55 pp.
- SOKAL, R.R. y F.J. ROHLF. 1981. Biometry. Ed. Freeman and Company. New York, U.S.A. 592 pp.
- THOMPSON, J.M. 1966. The Grey Mulletts. *Oceanography Marine Biological Annual Review*. Londres, Inglaterra. (4): 301-331.
- TOMASSO, J. R. 1996. Environmental Requirements of Aquaculture Animals - A Conceptual Summary. *World Aquaculture*. 27(2): 27-31.
- VEGA, V. S. 1985. Determinación de algunos Parámetros Poblacionales y Ciclo Reproductivo de la Lebrancha *Mugil curema*, con una descripción de su Pesquería en la Ensenada de La Paz, B. C. S. *Investigaciones Marinas CICI MAR*. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur. México. 70 pp.
- WALSH, W. A., C. SWANSON y S. LEE. 1991. Combined Effects of Temperature and Salinity of Embryonic Development and Hatching of Striped Mullet, *Mugil cephalus*. *Aquaculture*. 97(2/3): 281-289.
- WARE, D. M. 1975. Growth, Metabolism and Optimal Swimming Speed of Pelagic Fish. *Journal of Fisheries Research Board Canada*. 32: 33-41.
- WEATHERLEY, A. H. y H. S. GILL. 1983. Protein, Lipid, Water and Caloric Contents of Immature Rainbow Trout, *Salmo gairdneri* Richardson, Growing at Different Rates. *Journal of Fish Biology*. 23: 653- 673.
- WEATHERLEY, A.H. Y H. S. GILL. 1987. Biology of Fish Growth. Academic Press. Ontario, Canada. 443 pp.

- WEATHERLEY, A. H. 1990. Approaches to Understand Fish Growth. *Proceedings of the American Fisheries Society*. 119: 662-672.
- WEDEMEYER, G. A., B. A. BARTON y Mc LAEY D. J. 1990. Stress and Acclimation. Methods for Fish Biology. *American Fisheries Society*. U.S.A. 451-489.
- WHEATON, F. W. 1977. Acuacultura. Diseño y Construcción de Sistemas. AGT Editor. México, D.F. 704 pp.
- YAÑEZ- ARANCIBIA, L. A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes en Areas Naturales de Crianza, México. Alimentación, Crecimiento, Madurez y Relaciones Ecológicas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 3(1): 93-124.
- YAÑEZ- ARANCIBIA, L. A. 1978a. Patrones Ecológicos y Variación Cíclica de la Estructura Trófica de las Comunidades Nectónicas en las Lagunas Costeras del Pacífico de México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 5(1): 287-306.
- YAÑEZ- ARANCIBIA, L. A. 1978b. Taxonomía, Ecología y Estructura de las Comunidades de Peces en las Lagunas Costera con Bocas Efimeras del Pacífico de Mexico. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. (2): 1-306.
- YAÑEZ- ARANCIBIA, L. A. 1985. Los Peces Demersales de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México. Caracterización del Ecosistema y Ecología de las Especies, Poblaciones y Comunidades. En: Yañez-Arancibia, A. (Editores). Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca acompañante del Camarón. Programa Universitario de Alimentos. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto Nacional de Pesca, Universidad Nacional, Autónoma de México. México, Distrito Federal. 748 pp.
- ZAR, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice Hall. 718 pp.

ANEXOS

TAXONOMIA Y DISTRIBUCION DE LA ESPECIE DE LISA *Mugil curema* EN MEXICO.

La posición taxonómica de la especie de lisa del presente estudio se muestra en un trabajo realizado por Vega (1983) (no publicado) quien realizó un análisis detallado acerca del tema. La situación taxonómica de la especie es la siguiente:

Phylum: Chordata	Superorden: Acanthopterygii
Subphylum: Vertebrata	Serie: Percomorpha
Superclase: Gnatostomata	Orden: Perciformes
Grado: Pisces	Suborden: Mugiloidei
Clase: Osteichthyes	Familia: Mugilidae
Subclase: Actinopterygii	Subfamilia: Mugilinae
Infraclasse: Teleostei	Género: Mugil
División: Euteleostei	Especie:
Subdivisión: Neoteleostei	<u>Mugil curema</u>

Mugil curema Valenciennes en Cuvier y Valenciennes, 1836, es conocida comúnmente como "liseta, lisa blanca o lebrancha" y en inglés se denomina "White mullet ó Silver mullet". La localidad tipo es Brasil, Martinica y Cuba. Esta especie se localiza en ambas costas del Continente Americano; en el Pacífico desde Bahía Magdalena, B.C.S. en el Golfo de California e Isla Socorro hasta la costa Oeste de Brasil y algunos autores la han reportado hasta Chile; en el Atlántico desde Cabo Cod, Canadá hasta Uruguay incluyendo el Mar Caribe. También ha sido reportada en la costa Occidental de Africa, lo cual es dudoso aún (Alvarez-Lajonchere, 1978). Con excepción de esto, *M. curema* puede considerarse una especie típicamente americana (Chávez, 1985; Vega, 1985).

En México es bastante abundante en las lagunas costeras y áreas protegidas. En el Golfo de México se localiza en la Laguna de Términos, Campeche y Laguna Madre, Tamaulipas, mientras que en el Pacífico se localiza en la mayor parte de las bahías y lagunas costeras (Yañez-Arancibia, 1976, 1978b; Chávez, 1985). Localmente abunda tanto en la Bahía de La Paz como en otras pequeñas lagunas comunicadas con la bahía (Vega, 1985).

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA ESPECIE.

MORFOLOGIA.

Mugil curema es una especie de tamaño mediano (alcanza una longitud patrón de 350 mm y una longitud total de 493 mm) (Figura 17), presenta coloración oscura olivácea en el dorso y costados, vientre blanco plateado, en la base de la aleta pectoral presenta una mancha negruzca azulosa (Vega, 1985) y su segunda aleta dorsal y la anal se encuentran densamente cubiertas de escamas en la membrana interrredial; presenta una membrana color naranja amarillosa en la cubierta opércular que está más acentuada en juveniles avanzados y adultos (Chávez, 1985; Vega, 1985).

Presenta de 33 a 41 escamas en una serie longitudinal situada a los lados del cuerpo según reporta Chávez (1985), mientras que Vega (1985) hace mención de 36 a 40 escamas. El cuerpo es según Jordan y Everman (1896), moderadamente alargado y elongado, el hocico es preferentemente estrecho y puntiagudo, el perfil superior no tan oblicuo como el inferior. El labio superior preferentemente grueso. Presenta dientes primarios y secundarios en las mandíbulas, todos ellos sencillos. La mandíbula inferior sin dientes secundarios.

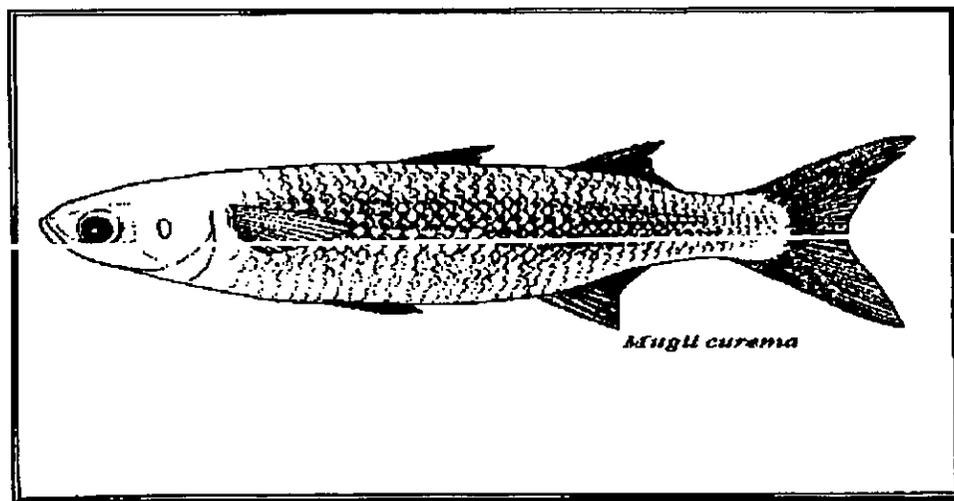


FIGURA 17. MORFOLOGIA DE *Mugil curema*. Cuvier y Valenciennes, 1836. (Vega, 1985; Chávez, 1985).

ALIMENTACION

Las especies del género *Mugil* se alimentan de la capa superficial del fango que se encuentra en el sedimento y basan su dieta en el consumo de pequeños organismos vegetales y animales asociados a este (Thompson, 1966; Pillay, 1990). Son especies detritívoras vegetales y consumidores primarios de la cadena trófica (Yañez-Arancibia, 1978a; Díaz y Soto, 1988). Según Sánchez (1995), *M. curema* presenta un espectro trófico compuesto de diatomeas como principal fuente alimenticia, testas de foraminíferos, nemátodos, kinorrrincos, gasterópodos, copépodos, ostrácodos, bivalvos y huevecillos de invertebrados. Esta especie al parecer no está capacitada para seleccionar un tipo específico de diatomeas o cualquier otro grupo taxonómico, sin embargo puede diferenciar un tipo específico de sedimento, con base en las características físicas de las partículas.

Este tipo de alimentación representa un patrón que puede variar ligeramente de acuerdo a la zona o lugar, estación del año y disponibilidad del alimento y está relacionado estrechamente con las adaptaciones morfológicas de su tracto intestinal (Vega, 1985; Yañez-Arancibia, 1978a). Son las variables morfométricas las que marcan las diferencias entre una especie y otra, esto es, las especies consumen los mismos grupos alimenticios, pero en diferentes proporciones (Sánchez, 1995). Presentan una variación de alimento en las diferentes etapas de su ciclo de vida, cuando son juveniles su alimentación son algas próximas a la superficie y detritus y los adultos, son capaces de aprovechar un espectro trófico más amplio (Yañez-Arancibia, 1978a; Chávez, 1985; Chávez, 1993). Sin embargo, los mugílidos ajustan sus hábitos alimenticios a la disponibilidad de recursos en el ambiente según la época del año en la que se desarrolla su ciclo de vida (Sánchez, 1995).

REPRODUCCION

Mugil curema es una especie heterosexual que no presenta dimorfismo sexual hasta la etapa de madurez previa al desove (Moore, 1974) y presenta su época de reproducción de Abril a Julio en la Bahía de La Paz, B.C.S. (Maeda, 1981). Por su parte, Vega (1985) afirma que la especie desova sólo una vez al año en esta región. En el sistema lagunar costero Huizache-Caimanero en Sinaloa, Amezcua (1977) informa que la especie de referencia desova hacia la segunda mitad de la primavera, detectando una mayor proporción de ejemplares maduros en Abril y Mayo. En el caso del Atlántico, Ibáñez (1995) reporta para *Mugil curema* un periodo de reproducción de Febrero a Mayo en la Laguna de Tamiahua, Veracruz.

CRECIMIENTO Y MADUREZ

Hubbs (1943) citado por Nash y Shehadeh (1980), considera que la etapa postlarval inicia inmediatamente después de la absorción del saco vitelino y permanece mientras la estructura y forma del organismo es diferente a la de los juveniles. Los juveniles son considerados como la etapa inicial similar a la de los adultos. Para la mayoría de los teleósteos, la formación de las escamas marca el final de la etapa postlarval (entre 10-12 mm de longitud); sin embargo en los mugílidos el desarrollo de las escamas se da en la etapa postlarval temprana (entre 8-10 mm de longitud). Por su parte, Roule (1917) citado por Nash y Shehadeh (1980), dividió la etapa postlarval de los mugílidos en dos periodos, el primero donde se presentan escamas rudimentarias y el segundo con escamas verdaderas. Posteriormente para ambas especies de *Mugil curema* y *M. cephalus*, Anderson (1957) citado por Vega (1985), consideró la formación de la tercera espina de la aleta anal como significado de una etapa postlarval completa y clasificó a los individuos como juveniles si el tercer radio de la aleta anal se ha fusionado a la espina, entonces la etapa de transición de postlarvas a juveniles usada por Anderson (1957), ocurre hasta que los organismos tienen entre 33 y 45 mm de longitud ó entre 45 y 60 días de vida.

CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS DE LOS MUGÍLIDOS EN SISTEMAS DE CULTIVO

Dentro de los aspectos biológicos necesarios para que una especie sea potencial de cultivo se encuentran:

A) Crecimiento

Una de las principales características que determinan la capacidad de las especies para establecer un buen sistema de cultivo es su tasa de crecimiento y producción bajo condiciones de cultivo (controladas). La especies seleccionadas deben tener una tasa de crecimiento alta, alcanzando el tamaño comercial en poco tiempo, en este aspecto es importante remarcar la necesidad del conocimiento del crecimiento en condiciones naturales para poder establecer comparaciones con las tasas de crecimiento en un sistema de cultivo en el que deben crecer más rápidamente en el primer año, también la talla y edad de primera madurez es una consideración importante dependiendo de la finalidad del cultivo. Muchas de las especies de mugílidos poseen características que las hacen potenciales de cultivo como es su rápido crecimiento, pues llegan a alcanzar su tamaño comercial en aproximadamente un año, con una tasa de crecimiento superior a la que presentan en el medio natural (Alvarez-Lajonchere, 1978 y 1983; Pillay, 1990).

B) Alimentación

La eficiencia de utilización del alimento y aprovechamiento de los recursos alimenticios en relación al crecimiento y productividad se hace un criterio importante (Alvarez-Lajonchere, 1983). Según Bardach *et al.* (1982), en la mayoría de las prácticas de acuicultura las especies herbívoras, omnívoras o detritófagas son de fácil manejo. A mayor nivel trófico de los organismos a cultivar, más complejo es el esquema de alimentación y más dependientes son los organismos de un alimento vivo cultivado (microalgas, rotíferos o artemia) o de un alimento artificial balanceado cuya obtención puede elevar el costo de producción. Cabe remarcar que existen algunos consumidores de los niveles tróficos más bajos que también pueden ser muy selectivos en sus hábitos alimenticios, como el caso de los filtradores. Las especies de lisas son en su mayoría detritófagas y herbívoras, la cual es su principal característica para el cultivo según Bardach *et al.* (1982). Otra característica de importancia es la capacidad del organismo de aceptar el alimento suministrado en cualquier etapa de vida pues el alimento representa uno de los elementos más altos en el costo de producción (Pillay, 1990).

C) Disponibilidad de los Organismos en el Medio

Nash y Shehadeh (1980) y Alvarez-Lajonchere (1983) entre otros, puntualizan que la disponibilidad de la cantidad adecuada de semilla de peces, es otro de los prerrequisitos más importantes para la implementación de los programas de cultivos de peces. En la etapa inicial, es necesario disponer de grandes cantidades de postlarvas ó juveniles para ser criadas, aunque es muy importante continuar el trabajo para establecer la técnica de obtención de los organismos por desove inducido de reproductores obtenidos en las propias instalaciones. En el caso de *Mugil cephalus* y *M. curema*, la posibilidad de obtener individuos a lo largo de todo el año en que se encuentran disponibles eleva sus potencialidades (Alvarez-Lajonchere, 1978 y 1983).

D) Tolerancia a Variaciones Ambientales

Las especies que son fuertes y capaces de tolerar un amplio rango de condiciones tendrán como ventaja una mayor sobrevivencia en condiciones ambientales relativamente cambiantes (Pillay, 1990). Bardach *et al.* (1982) expusieron que las especies que resisten grandes variaciones en los principales parámetros ambientales son las más adecuadas, sin embargo, es necesario adicionar la posibilidad y habilidad de aclimatación de los organismos a nuevas condiciones e incluso a distintos procesos de manipulación. Cuando todas estas variaciones se llevan a cabo gradualmente y la especie seleccionada las tolera, esto simplifica mucho el proceso y cuidados a tener en cuenta (Alvarez-Lajonchere, 1983). Las lisas por ser eurihalinas y euritermas son capaces de soportar cambios bruscos

en el ambiente. Sin embargo, actualmente se desconoce cual de las especies distribuidas en las costas de México resiste mejor estas variaciones, por lo tanto se requieren mas estudios de aclimatación y rendimiento a diversas condiciones y tolerancia a la manipulación (Bardach *et al.*, 1982; Alvarez-Lajonchere, 1983).

E) Densidad

Un aspecto de suma importancia que no en todos los casos ha sido tomado en cuenta, es la densidad de los organismos de acuerdo con sus hábitos gregarios dentro del sistema de cultivo. Las especies que se agrupan en cardúmenes suelen ser más adecuadas que otras, cuyos hábitos solitarios y territoriales representan un problema para la cría en densidades superiores a las que hay en condiciones naturales. Las especies de mugílidos presentan esta característica gregaria como uno de los aspectos que las hace aptas para el cultivo (Alvarez-Lajonchere, 1983).

DESCRIPCION DE LA BAHIA Y ENSENADA DE LA PAZ

La Bahía de La Paz se encuentra situada en la región Sureste de la Península de Baja California, perteneciendo al Estado Mexicano de Baja California Sur (Figura 18). Esta Bahía constituye uno de los cuerpos de agua de mayor extensión en el Golfo y el principal en la costa Oriental de Baja California. Dentro de la Bahía de La Paz se encuentra la barrera arenosa llamada El Mogote que limita la Ensenada de La Paz hacia el Norte, permitiéndose la comunicación con la Bahía por medio de una boca permanente y muy estable con un canal de aproximadamente 1 km de ancho (CICIMAR, 1979).

La Ensenada (Figura 18) es un cuerpo de agua somero con una profundidad media de 2 m. Esta posee grandes extensiones de plataformas de mareas hacia el interior de la Ensenada, los cuales quedan expuestos en su gran mayoría cuando se alcanza la bajamar (Chávez, 1985). Dentro de la Bahía, además de la Ensenada, se encuentran también lagunas costeras, dentro de las más importantes están la laguna de Balandra, Enfermería y el canal de mareas Zacatecas (Maeda, 1981).

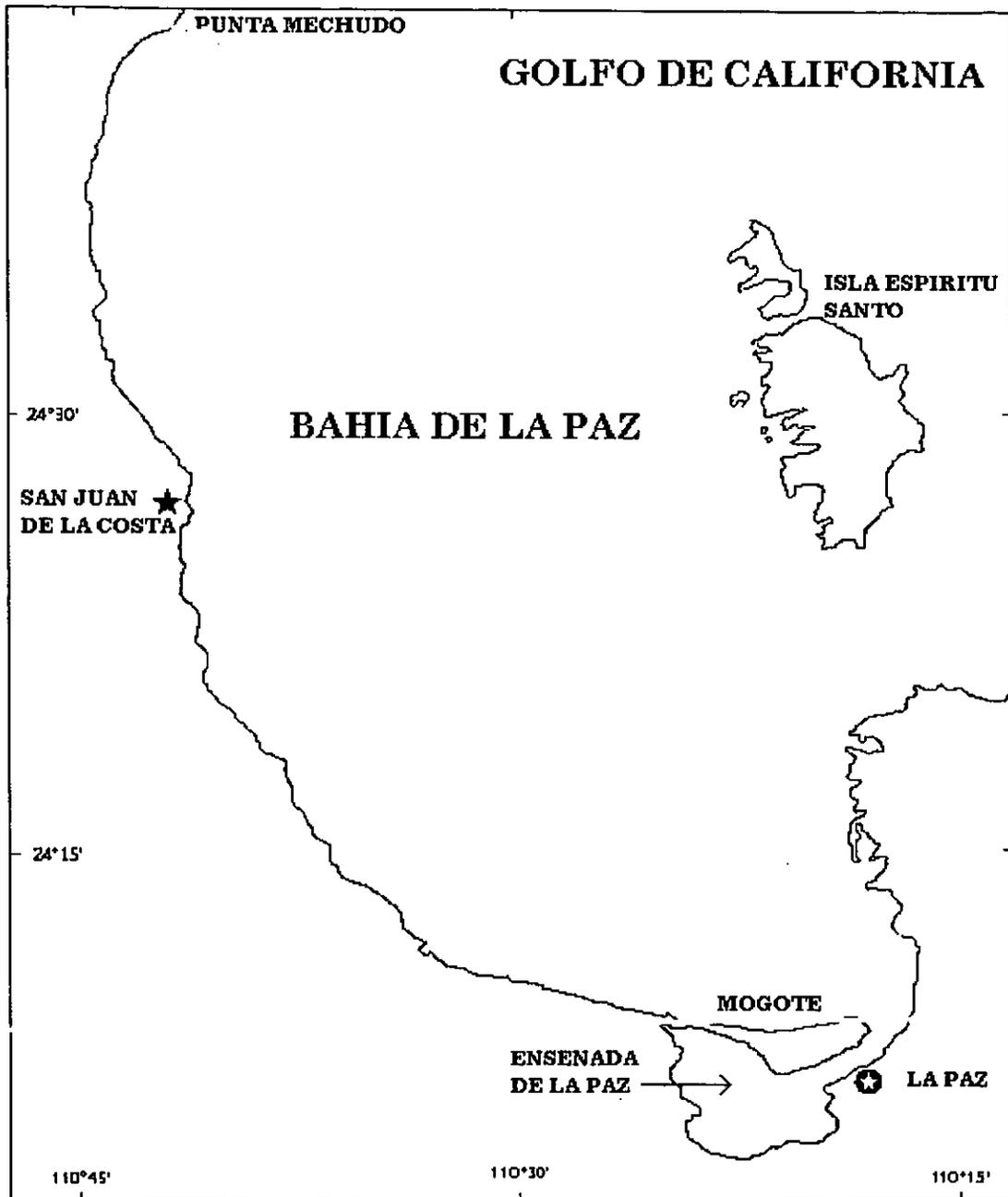


FIGURA 18. MAPA DE LA BAHIA Y ENSENADA DE LA PAZ.

La Bahía de La Paz es un área con agua plenamente marina e inclusive con tendencia hipersalina. Espinosa *et al.* (1979) registraron valores de 42‰, 44.0‰ y 47‰ para los registros de salinidad máximos y 34.0 y 35.5 ‰ como valores mínimos dentro de la Bahía. Debido a la gran evaporación, la salinidad y su variación en la Ensenada es mayor que en la Bahía. Por sus características hidrológicas la Ensenada presenta un

incremento en la salinidad hacia el interior, presentando una mayor salinidad en la zona baja de la Ensenada con un rango de 35 a 37.6 ‰ durante el año.

En relación con la temperatura del agua, se registra en La Ensenada una temperatura mínima promedio de 20°C y máxima promedio de 29.8°C. Espinosa *et al.* (1979) indican que en primavera la temperatura promedio del agua dentro de la Ensenada es ligeramente mayor que en la Bahía con una tendencia a incrementar la diferencia en verano cuando la radiación solar intensa y provoca elevadas temperaturas atmosféricas. Ocurre lo contrario en Otoño e Invierno cuando desciende la temperatura del aire, observándose un enfriamiento hacia el interior de la Ensenada (Chávez, 1985). En esta área, se observa además la mayor variación de temperaturas presentando fluctuaciones de acuerdo al ritmo de mareas y del día a la noche, dado que el rango de la temperatura atmosférica de la zona durante el día y la noche es amplio debido a la latitud de la zona.

El oxígeno disuelto disminuye desde la boca hacia el interior de la Ensenada y debido a la agitación por el viento las zonas someras llegan a presentar mayor concentración de oxígeno (CICIMAR, 1979). Los valores de oxígeno disuelto registrados por Espinosa *et al.* (1979) oscilaron entre los 2.73 mg/l como valor mínimo y 7.3 mg/l como valor máximo, en diferentes puntos dentro de la Ensenada.

APENDICES

APENDICE 1. ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO HUMEDO INICIAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
PESO (g) entre Sistemas	8	1.662	396	0.899	1.848	0.066
P (g) entre Replicas	df effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
Sistema 1	2	0.147	42	1.278	0.115	0.891
Sistema 2	2	0.044	42	1.083	0.041	0.959
Sistema 3	2	0.176	42	0.813	0.217	0.805
Sistema 4	2	0.060	42	1.320	0.045	0.955
Sistema 5	2	0.771	42	0.519	1.486	0.237
Sistema 6	2	0.666	42	1.198	0.55.5	0.577
Sistema 7	2	0.478	42	0.585	0.816	0.448
Sistema 8	2	1.147	42	0.753	1.524	0.229
Sistema 9	2	0.160	42	0.752	0.213	0.809

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas (8, 396)} = 1.94$; $F2_{Tablas (2, 42)} = 3.23$.

APENDICE 2. ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO HUMEDO MEDIO DE *M. curema*.

ANDEVA	df effect	MS effect	df error	MS error	F1	p-level
PESO (g) entre Sistemas	8	1.005	319	0.651	1.543	0.141
PESO (g) entre Réplicas	df effect	MS effect	df error	MS error	F2	p-level
Sistema 1	2	0.708	31*	0.799	0.886	0.422
Sistema 2	2	0.662	32*	0.535	1.237	0.303
Sistema 3	2	0.209	30*	0.607	0.344	0.711
Sistema 4	2	0.255	37*	0.720	0.354	0.703
Sistema 5	2	0.776	38*	0.796	0.974	0.386
Sistema 6	2	0.654	32*	0.916	0.713	0.497
Sistema 7	2	0.377	38*	0.522	0.723	0.491
Sistema 8	2	0.667	29*	0.508	1.312	0.284
Sistema 9	2	0.905	34*	0.480	1.884	0.167

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas (8, 319)} = 1.94$; $F2_{Tablas (2, *)} > F2$.

APENDICE 3. ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO HUMEDO FINAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df effect	MS effect	df error	MS error	F1	p-level
PESO (g) entre Sistemas	8	1.041	244	0.529	1.935	0.051
PESO (g) entre Réplicas	df effect	MS Effect	df error	MS error	F2	p-level
Sistema 1	2	1.661	23*	0.652	2.544	0.100
Sistema 2	2	0.435	28*	0.566	0.768	0.473
Sistema 3	2	0.994	25*	0.542	1.833	0.180
Sistema 4	2	0.071	24*	0.568	0.126	0.881
Sistema 5	2	0.659	22*	0.505	1.303	0.291
Sistema 6	2	0.155	23*	0.570	0.273	0.763
Sistema 7	2	0.018	28*	0.427	0.043	0.957
Sistema 8	2	0.160	24*	0.378	0.424	0.659
Sistema 9	2	0.869	29*	0.544	1.596	0.219

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas} (8, 244) = 1.94$; $F2_{Tablas} (2, *) > F2$.

APENDICE 4. ANALISIS DE VARIANZA DE LA TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN PESO HUMEDO DE *M. curema*.

ANDEVA	df effect	MS effect	df error	MS error	F	p-level
TIC 1 (g/día) entre Sistemas	8	0.000338	18	0.000228	1.486925	0.229833
TIC 2 (g/día) entre Sistemas	8	0.000095	18	0.000352	0.269376	0.968026
TIC 3 (g/día) entre Sistemas	8	0.000148	18	0.000079	1.883794	0.126041

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas} (8, 18) = 1.94$.

APENDICE 5. ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD PATRON INICIAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
LONGITUD PATRON (mm) entre Sistemas	8	8.578	396	33.977	0.252	0.980
LONGITUD PATRON (mm) entre Réplicas	df effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
Sistema 1	2	54.466	42	47.720	1.141	0.329
Sistema 2	2	34.688	42	47.536	0.729	0.488
Sistema 3	2	0.800	42	26.419	0.030	0.970
Sistema 4	2	6.199	42	42.723	0.145	0.865
Sistema 5	2	11.666	42	23.330	0.500	0.610
Sistema 6	2	2.955	42	39.488	0.074	0.928
Sistema 7	2	1.399	42	34.552	0.040	0.960
Sistema 8	2	22.755	42	26.279	0.865	0.428
Sistema 9	2	1.666	42	25.806	0.064	0.937

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas} (8, 396) = 1.94$; $F2_{Tablas} (2, 42) = 3.23$.

APENDICE 6 . ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD PATRON MEDIA DE *M. curema*.

ANDEVA	df effect	MS effect	df error	MS error	F1	p-level
LONGITUD PATRON (mm) entre Sistemas	8	5.740	319	35.870	0.160	0.995
LONGITUD PATRON (mm) entre Réplicas	df effect	MS effect	df error	MS error	F2	p-level
Sistema 1	2	34.272	31	35.425	0.967	0.391
Sistema 2	2	8.388	32	21.461	0.390	0.679
Sistema 3	2	2.741	30	36.213	0.075	0.927
Sistema 4	2	6.638	37	48.711	0.136	0.873
Sistema 5	2	7.923	38	45.905	0.172	0.842
Sistema 6	2	10.506	32	56.879	0.184	0.832
Sistema 7	2	0.289	38	39.866	0.007	0.992
Sistema 8	2	9.304	29	24.629	0.377	0.688
Sistema 9	2	0.605	34	23.935	0.025	0.975

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas (8, 319)} = 1.94$; $F2_{Tablas (2, *)} > F2$.

APENDICE 7. ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD PATRON FINAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df effect	MS Effect	df error	MS error	F1	p-level
LONGITUD PATRON (mm) entre Sistemas	8	23.476	244	28,704	0.817	0.587
LONGITUD PATRON (mm) entre Réplicas	df effect	MS Effect	df error	MS error	F2	p-level
Sistema 1	2	2.111	23*	19.583	0.107	0.898
Sistema 2	2	7.218	28*	34.836	0.207	0.814
Sistema 3	2	1.362	25*	28.519	0.047	0.953
Sistema 4	2	0.948	24*	30.887	0.030	0.969
Sistema 5	2	5.449	22*	34.959	0.155	0.856
Sistema 6	2	4.429	23*	52.250	0.084	0.919
Sistema 7	2	1.259	28*	36.529	0.034	0.966
Sistema 8	2	3.814	24*	18.787	0.203	0.817
Sistema 9	2	18.713	29*	20.294	0.922	0.409

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas (8, 244)} = 1.94$; $F2_{Tablas (2,*)} > 3.33$.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

APENDICE 8. ANALISIS DE VARIANZA DE LA TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD PATRON DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df effect	MS effect	df error	MS error	F	p-level
TIC 1 (mm/día) entre Sistemas	8	0.001707	18	0.00184	0.927985	0.51728
TIC 2 (mm/día) entre Sistemas	8	0.009588	18	0.003867	2.479418	0.052261
TIC 3 (mm/día) entre Sistemas	8	0.001764	18	0.00069	2.55805	0.046683

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas (8, 18)} = 1.94$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
SISTEMAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		.34817	.56556	.93189	.0382*	.99993	.47205	.72477	.18756
2	.34817		.99997	.96179	.93145	.59862	1.0000	.99883	.99997
3	.56556	.99997		.99736	.76846	.81862	1.0000	.99999	.99584
4	.93189	.96179	.99736		.34741	.99499	.99036	.99989	.82922
5	.0382*	.93145	.76884	.34741		.09007	.84691	.61316	.99273
6	.99999	.59862	.81862	.99499	.09007		.73511	.92448	.37092
7	.47205	1.0000	1.0000	.99036	.84691	.73511		.99995	.99913
8	.72477	.99883	.99999	.99989	.61316	.92448	.99995		.97367
9	.18756	.99997	.99584	.82922	.99273	.37092	.99913	.97367	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 9. ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONDICION INICIAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
K entre Sistemas	8	.000000	396	.000000	1.501488	.071661
K entre Réplicas	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
Sistema 1	2	.000000	42	.000000	1.731782	.189366
Sistema 2	2	.000000	42	.000000	1.873892	.166136
Sistema 3	2	.000000	42	.000000	.869906	.426403
Sistema 4	2	.000000	42	.000000	.535179	.589504
Sistema 5	2	.000000	42	.000000	2.296112	.113150
Sistema 6	2	.000000	42	.000000	.901632	.413618
Sistema 6	2	.000000	42	.000000	.420928	.659176
Sistema 8	2	.000000	42	.000000	.242210	.785980
Sistema 9	2	.000000	42	.000000	2.505818	.093739

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas (8, 396)} = 1.94$; $F2_{Tablas (2, 42)} = 3.23$.

APENDICE 10. ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONDICION MEDIO DE *M. curema*.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
K entre Sistemas	8	.000000	319	.000000	1.239141	.275455
K entre Réplicas	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
Sistema 1	2	.000000	31	.000000	.962713	.392979
Sistema 2	2	.000000	32	.000000	.186972	.830366
Sistema 3	2	.000000	30	.000000	.200291	.819578
Sistema 4	2	.000000	37	.000000	.109453	.896614
Sistema 5	2	.000000	38	.000000	.242377	.785964
Sistema 6	2	.000000	32	.000000	.241212	.787091
Sistema 7	2	.000000	38	.000000	.832427	.442769
Sistema 8	2	.000000	29	.000000	.864063	.432014
Sistema 9	2	.000000	34	.000000	1.482146	.241458

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas (8, 319)} = 1.94$; $F2_{Tablas (2, *)} = 3.23$.

APENDICE 11. ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONDICION FINAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
K entre Sistemas	8	.000000	242	.000000	2.748855	0.006376
K entre Réplicas	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
Sistema 1	2	.000000	23	.000000	2.151878	0.139095
Sistema 2	2	.000000	28	.000000	0.958728	0.39561
Sistema 3	2	.000000	25	.000000	0.489419	0.618733
Sistema 4	2	.000000	22	.000000	0.996263	0.385313
Sistema 5	2	.000000	22	.000000	0.996263	0.385313
Sistema 6	2	.000000	23	.000000	0.092747	0.911763
Sistema 7	2	.000000	28	.000000	0.031436	0.969087
Sistema 8	2	.000000	24	.000000	0.048687	0.952573
Sistema 9	2	.000000	29	.000000	0.733036	0.488439

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas (8, 242)} = 1.94$; $F2_{Tablas (2, *)} > 3.23$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
SISTEMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		0.9990	1.0000	0.2322	0.2322	0.9984	0.9862	0.9998	0.9997
2	0.9990		0.9993	0.5916	0.5916	0.8833	0.9999	0.9512	1.0000
3	1.0000	0.9993		0.2304	0.2304	0.9973	0.9882	0.9997	0.9998
4	0.2322	0.5916	0.2304		1.0000	0.0350*	0.7955	0.0612	0.4996
5	0.2322	0.5916	0.2304	1.0000		0.0350*	0.7955	0.0612	0.4996
6	0.9984	0.8833	0.9973	0.0350*	0.0350*		0.7118	1.0000	0.9226
7	0.9862	0.9999	0.9882	0.7955	0.7955	0.7118		0.8338	0.9999
8	0.9998	0.9512	0.9997	0.0612	0.0612	1.0000	0.8338		0.9722
9	0.9997	1.0000	0.9998	0.4996	0.4996	0.9226	0.9999	0.9722	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

FALTA PAGINA

No. 82

APENDICE 15. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DEL PESO HUMEDO FINAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
Temperatura	2	3.999	371	0.995	4.017	0.018
Salinidad	2	20.903	371	0.995	21.001	0.000
Interacción T/S	4	1.370	371	0.995	1.377	0.241

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas(2,371)} = 3.00$ y $F_{Tablas(4,371)} = 2.37$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
Tratamientos (°C, ‰)	(22,15)	(22,25)	(22,35)	(26,15)	(26,25)	(26,35)	(30,15)	(30,25)	(30,35)
(22,15)		.88288	.52612	.80925	.85735	.11375	.40152	.99942	.52818
(22,25)	.88288		.99979	.03586*	1.0000	.90894	.00422*	.39758	.99980
(22,35)	.52612	.99979		.00273*	.99979	.99494	.00021*	.09142	1.0000
(26,15)	.80925	.03586*	.00273*		.02399*	.00009*	.99891	.98158	.00276*
(26,25)	.85735	1.0000	.99979	.02399*		.89957	.00241*	.33916	.99980
(26,35)	.11375	.90894	.99494	.00009*	.89957		.00001*	.00597*	.99482
(30,15)	.40152	.00422*	.00021*	.99891	.00241*	.00001*		.73676	.00021*
(30,25)	.99942	.39758	.09142	.98158	.33916	.00597*	.73676		.09220
(30,35)	.52818	.99980	1.0000	.00276*	.99980	.99482	.00021*	.09220	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 16. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DE LA TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN PESO HUMEDO DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
TIC (g/día) entre Tratamientos	8	.000876	18	.000102	8.616176	.000083
Temperatura	2	.000017	18	.000102	0.16444	.849632
Salinidad	2	.002863	18	.000102	28.16883	.000003
Interacción T/S	4	.000312	18	.000102	3.06572	.043294

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas(8,18)} = 2.51$; $F_{Tablas(2,18)} = 3.55$; $F_{Tablas(4,18)} = 2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
Tratamientos (°C, ‰)	(22,15)	(22,25)	(22,35)	(26,15)	(26,25)	(26,35)	(30,15)	(30,25)	(30,35)
(22,15)		.78822	.48407	.87138	.88471	.05884	.98604	.99999	.00230*
(22,25)	.78822		.99978	.11968	1.0000	.67527	.26803	.91146	.05861
(22,35)	.48407	.99978		.04460*	.99747	.92210	.11099	.65529	.15331
(26,15)	.87138	.11968	.04460*		.17345	.00329*	.99988	.72928	.00028*
(26,25)	.88471	1.0000	.99747	.17345		.54805	.36545	.96488	.03872
(26,35)	.05884	.67527	.92210	.00329*	.54805		.00870*	.10104	.78724
(30,15)	.98604	.26803	.11099	.99988	.36545	.00870*		.93678	.00045*
(30,25)	.99998	.91146	.65529	.72928	.96488	.10104	.93678		.00407*
(30,35)	.00230*	.05861	.15331	.00028*	.03872*	.78724	.00045*	.00407*	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 17. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DEL PESO SECO INICIAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p- level
PSI (g) entre Tratamientos	8	0.061791	18	0.002549	24.24027	0.0000
Temperatura	2	0.009137	18	0.002549	3.58427	0.04894
Salinidad	2	0.236204	18	0.002549	92.66116	0.0000
Interacción T/S	4	0.000912	18	0.002549	0.35783	0.83523

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas (8,18)} = 2.51$; $F_{Tablas (2,18)} = 3.55$; $F_{Tablas (4,18)} = 2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
Tratamientos	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.01911*	.00019*	.86812	.37989	.00026*	.53927	.11468	.00036*
(22, 25)	.01911*		.06667	.00109*	.75839	.26368	.00043*	.98852*	.45463
(22, 35)	.00019*	.06667		.00017*	.00235*	.99600	.00017*	.01055*	.95267
(26, 15)	.86812	.00109*	.00017*		.03016*	.00017*	.99940	.00664*	.00018*
(26, 25)	.37989	.75839	.00235*	.03016*		.01146*	.00894*	.99721	.02523*
(26, 35)	.00026*	.26368	.99600	.00017*	.01146*		.00017*	.05113*	.99979
(30, 15)	.53927	.00043*	.00017*	.99940	.00894*	.00017*		.00201*	.00017*
(30, 25)	.11468	.98852*	.01055*	.00664*	.99721	.05113	.00201*		.10656
(30, 35)	.00036*	.45436	.95267	.00018*	.02523*	.99979	.00017*	.10656	

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 18. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DEL PESO SECO FINAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
PSF (g) entre Tratamientos	8	0.019968	18	0.001843	10.83145	.000018
Temperatura	2	.011229	18	.001843	6.09119	.009543
Salinidad	2	.054902	18	.001843	29.78196	.000002
Interacción T/S	4	.006869	18	.001843	3.72632	.022267

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); $F_{Tablas (8,18)} = 2.51$; $F_{Tablas (2,18)} = 3.55$; $F_{Tablas (4,18)} = 2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
TRATAMIENTOS (°C,‰)	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.27599	.00156*	.99990	.98472	.59359	.18419	.09914	.39863
(22, 25)	.27599		.21820	.12707	.80515	.99943	.00129*	.99937	.99999
(22, 35)	.00156*	.21820		.00069*	.01077*	.07626	.00017*	.50941	.14128
(26, 15)	.99990	.12707	.00069*		.08715	.33383	.37629	.04062*	.19781
(26, 25)	.98472	.80515	.01077*	.87153		.98299	.03024*	.45655	.91248
(26, 35)	.59359	.99943	.07626	.33383	.98299		.00411*	.94704	.99999
(30, 15)	.18419	.00129*	.00017*	.37629	.03024*	.00411*		.00048*	.00211*
(30, 25)	.09914	.99937	.50941	.04062*	.45655	.94704	.00048*		.99266
(30, 35)	.39863	.99999	.14128	.19781	.91248	.99999	.00211*	.99266	

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 19. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DE LA TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN PESO SECO DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p- level
TIC en Peso Seco (g) entre Trats.	8	.000023	18	.000003	7.021640	.000307
Temperatura	2	.000000	18	.000003	0.07210	.930709
Salinidad	2	.000079	18	.000003	24.38132	.000008
Interacción T/S	4	.000006	18	.000003	1.81657	.169616

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); $F_{tablas}(8,18) = 2.51$; $F_{tablas}(2,18) = 3.55$; $F_{tablas}(4, 18) = 2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
TRATAMIENTOS	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.75314	.21708	.98389	.88244	.00551*	.99999	.99997	.02008*
(22, 25)	.75314		.97879	.23348	.99999	.14816	.89931	.92174	.39774
(22, 35)	.21708	.97879		.03627*	.92174	.62113	.35137	.38584	.92847
(26, 15)	.98389	.23348	.03627*		.35137	.00085*	.92174	.89931	.00279*
(26, 25)	.88244	.99999	.92174	.35137		.09077	.96905	.97879	.26906
(26, 35)	.00551*	.14816	.62113	.00085*	.09073*		.01052*	.01209*	.99910
(30, 15)	.99999	.89931	.35137	.92174	.96905	.01052*		1.0000	.03794*
(30, 25)	.99997	.92174	.38584	.89931	.97879	.01209*	1.0000		.04338*
(30, 35)	.02008*	.39774	.92847	.00279*	.26906	.99910	.03794*	.04338*	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 20. ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD PATRON INICIAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
LP (mm) entre Tratamientos	8	28.344	396	17.838	1.588	0.126
LP (mm) entre Replicas	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
(22, 15)	2	66.622	42	27.654	2.490	0.095
(22, 25)	2	20.688	42	22.946	0.901	0.413
(22, 35)	2	4.096	42	17.704	0.231	0.794
(26, 15)	2	9.488	42	17.971	0.527	0.593
(26, 25)	2	7.266	42	15.777	0.460	0.634
(26, 35)	2	16.022	42	13.806	1.160	0.323
(30, 15)	2	0.288	42	13.628	0.021	0.979
(30, 25)	2	10.422	42	12.723	0.819	0.447
(30, 35)	2	1.355	42	19.409	0.069	0.932

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{tablas}(8, 396) = 1.94$; $F2_{tablas}(2, 42) = 3.23$.

APENDICE 21. ANALISIS DE VARIANZA DE LA LONGITUD PATRON FINAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
LP (mm) entre Tratamientos	8	195.966	371	44.598	4.394	0.000
LP (mm) entre Replicas	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
(22, 15)	2	10.129	30*	52.975	0.191	0.826
(22, 25)	2	82.368	35*	45.736	1.800	0.180
(22, 35)	2	13.355	42*	25.022	0.533	0.590
(26, 15)	2	49.266	42*	34.349	1.434	0.249
(26, 25)	2	2.929	40*	17.830	0.164	0.849
(26, 35)	2	4.998	41*	25.281	0.197	0.821
(30, 15)	2	11.446	39*	29.014	0.394	0.676
(30, 25)	2	2.066	42*	61.787	0.033	0.967
(30, 35)	2	92.466	42*	115.42	0.801	0.455

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); F1 Tablas (8, 371) = 1.94; F2 Tablas (2, *) = 3.23.

APENDICE 22. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DE LA LONGITUD PATRON FINAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
Temperatura	2	605.180	371	44.598	13.569	0.000
Salinidad	2	93.057	371	44.598	2.086	0.125
Interacción T/S	4	42.963	371	44.598	0.963	0.427

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); F Tablas (2, 371) = 3.00; F Tablas (2, 371) = 2.37.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
TRATAMIENTOS (°C, ‰)	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.99995.	1.0000	.60772	.99873	.98151	.00380*	.10850	.82643
(22, 25)	.99995		.99979	.24690	.95412	.82263	.00028*	.01808*	.46838
(22, 35)	1.0000	.99979		.54007	.99885	.97914	.00136*	.06739	.79084
(26, 15)	.60772	.24690	.54007		.93577	.99138	.45005	.98650	.99998
(26, 25)	.99873	.95412	.99885	.93577		.99999	.02118*	.36129	.99242
(26, 35)	.98151	.82263	.97914	.99138	.99999		.06081	.60138	.99979
(30, 15)	.00380*	.00028*	.00136*	.45005	.02118*	.06081		.96525	.22886
(30, 25)	.10850	.01808*	.06739	.98650	.36129	.60138	.96525		.90806
(30, 35)	.82643	.46838	.79084	.99998	.99242	.99979	.22886	.90806	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 23. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DE LA TASA INSTANTANEA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
TIC (mm/día) entre Tratamientos	8	.011670	18	.001969	5.928293	.000849
Temperatura	2	.026017	18	.001969	13.21626	.000294
Salinidad	2	.016828	18	.001969	8.54855	.002455
Interacción T/S	4	.001918	18	.004969	.97418	.445949

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas(8,18)} = 2.51$; $F_{Tablas(2,18)} = 3.55$; $F_{Tablas(4,18)} = 2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
TRATAMIENTOS (°C,‰)	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.75854	.88153	.79317	1.0000	.99655	.06597	.33151	1.0000
(22, 25)	.75854		.99999	.07912	.80668	.98027	.00233*	.01568	.77448
(22, 35)	.88153	.99999		.12739	.91436	.99905	.00390*	.02652*	.87162
(26, 15)	.79317	.07912	.12739		.74385	.35614	.70461	.99470	.80576
(26, 25)	1.0000	.86668	.91436	.74385		.99859	.05526	.28947	1.0000
(26, 35)	.99655	.99027	.99905	.35614	.99859		.01430*	.09189	.99572
(30, 15)	.06597	.00233*	.00390*	.70461	.05526	.01430*		.98676	.06920
(30, 25)	.33151	.01568*	.02652*	.99470	.28947	.09189	.98676		.34346
(30, 35)	1.0000	.74487	.87162	.80576	1.0000	.99572	.06920*	.34346	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 24. ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONDICION INICIAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
K entre Tratamientos	8	0.000	396	0.000	1.095	0.36501
K entre Replicas	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
(22, 15)	2	0.000	42	0.000	2.704216	.054339
(22, 25)	2	0.000	42	0.000	0.297674	.744097
(22, 35)	2	0.000	42	0.000	0.768221	.470244
(26, 15)	2	0.000	42	0.000	1.953018	.154515
(26, 25)	2	0.000	42	0.000	2.091417	.136189
(26, 35)	2	0.000	42	0.000	1.389816	.260342
(30, 15)	2	0.000	42	0.000	2.496937	.094486
(30, 25)	2	0.000	42	0.000	2.399608	.103092
(30, 35)	2	0.000	42	0.000	1.644854	.205232

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F1_{Tablas(8,396)} = 1.94$; $F2_{Tablas(2,42)} = 3.2$.

APENDICE 25. ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONDICION FINAL DE *M. curema*.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F1	p-level
K entre Tratamientos	8	0.000	371	0.000	13.706	0.000001
K entre Replicas	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F2	p-level
(22, 15)	2	.000000	30*	.000000	.483531	.621325
(22, 25)	2	.000000	35*	.000000	1.453896	.247424
(22, 35)	2	.000000	42*	.000000	.023253	.977028
(26, 15)	2	.000000	42*	.000000	.734198	.485947
(26, 25)	2	.000000	40*	.000000	.715124	.495278
(26, 35)	2	.000000	41*	.000000	1.249638	.297295
(30, 15)	2	.000000	39*	.000000	.926799	.404361
(30, 25)	2	.000000	42*	.000000	.022297	.977962
(30, 35)	2	.000000	42*	.000000	.947601	.395801

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas (8,371)} = 1.94$; $F_{2 Tablas (2,*)} > 3.23$.

APENDICE 26. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DEL FACTOR DE CONDICION FINAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p-level
Temperatura	2	.000	371	.000	33.28053	.000000
Salinidad	2	.000	371	.000	21.40121	.000000
Interacción T/S	4	.000	371	.000	1.53104	.192492

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); $F_{Tablas (2,371)} = 3.00$; $F_{Tablas (4,371)} = 2.37$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
Tratamientos	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.87799	.00114*	.20082	.00036*	.00001*	.00001*	.00001*	.00001*
(22, 25)	.87799		.13238	.97394	.05962*	.00001*	.00030*	.00027*	.00001*
(22, 35)	.00114*	.13238		.73720	.00000*	.02000*	.05015	.06661	.00756*
(26, 15)	.20082	.97394	.73720		.51786	.00002*	.01269*	.01203*	.00001*
(26, 25)	.00036*	.05962	.99999	.51786		.06634	.86368	.87299	.02835*
(26, 35)	.00001*	.00001*	.02068*	.00002*	.06634*		.85836	.82232	.99999
(30, 15)	.00001*	.00030*	.65661	.01269*	.86368	.85836		1.0000	.70533
(30, 25)	.00001*	.00027*	.66661	.01203*	.87299	.82232	1.0000		.65274
(30, 35)	.00001*	.00001*	.00756*	.00001*	.02835*	.99999	.70533	.65274	

$\alpha = 0.05$ (95% Intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 27. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DEL PORCENTAJE DE AGUA CORPORAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p- level
Humedad (trans) entreTratamientos	8	20.39116	18	.84585	241.0734	.000000
Temperatura	2	10.91818	18	.84585	129.0796	.000000
Salinidad	2	69.32761	18	.84585	819.6221	.000000
Interacción T/S	4	0.65942	18	.84585	7.7960	.000790

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); $F_{tablas}(8,18)=2.51$; $F_{tablas}(2,18)=3.55$; $F_{tablas}(4, 18)=2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
Tratamientos	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.00017*	.00017*	.00042*	.00018*	.00017*	.00017*	.00102*	.00017*
(22, 25)	.00017*		.00017*	.00017*	.00794*	.04377*	.00017*	.00025*	.97302
(22, 35)	.00017*	.00017*		.00017*	.00017*	.00198*	.00017*	.00017*	.00018*
(26, 15)	.00042*	.00017*	.00017*		.00017*	.00017*	.00018*	.00017*	.00017*
(26, 25)	.00018*	.00794*	.00017*	.00017*		.00017*	.00017*	.44513	.00100*
(26, 35)	.00017*	.04377*	.00198*	.00017*	.00017*		.00017*	.00017*	.28898
(30, 15)	.00017*	.00017*	.00017*	.00018*	.00017*	.00017*		.00017*	.00017*
(30, 25)	.00102*	.00025*	.00017*	.00017*	.44513	.00017*	.00017*		.00018*
(30, 35)	.00017*	.97302	.00018*	.00017*	.00100*	.28898	.00017*	.00018*	

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.

APENDICE 28. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DEL CONTENIDO ENERGETICO DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p- level
Contenido Energético(cal/g) entreTratamientos	8	159268.7	18	9771.423	16.29943	.000001
Temperatura	2	75502.3	18	9771.423	7.72685	.003780
Salinidad	2	497845.8	18	9771.423	50.94917	.000000
Interacción T/S.	4	31863.2	18	9771.423	3.26086	.035423

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); $F_{tablas}(8,18)=2.51$; $F_{tablas}(2,18)= 3.55$; $F_{tablas}(4, 18)=2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
TRATAMIENTOS (°C,‰)	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.00067*	.00017*	.01305*	.00024*	.00017*	.00438*	.00025*	.00017*
(22, 25)	.00067*		.17085	.82270	.98507	.15937	.98041	.95748	.06135
(22, 35)	.00017*	.17085		.00858*	.63625	1.0000	.02551*	.74597	.99962
(26, 15)	.01305*	.82270	.00858*		.29292	.00789*	.99973	.21833	.00277*
(26, 25)	.00024*	.98507	.63625	.29292		.61194	.58179	1.0000	.32234
(26, 35)	.00017*	.15937	1.0000	.00789*	.61194		.02352*	.72328	.99978
(30, 15)	.00438*	.98041	.02551*	.99973	.58179	.02352*		.47046	.00814*
(30, 25)	.00022*	.95748	.74597	.21833	1.0000	.72328	.47046		.41775
(30, 35)	.00017*	.06135	.99962	.00277*	.32234	.99978	.00814*	.41775	

APENDICE 29. ANALISIS DE VARIANZA BIFACTORIAL DE LA SOBREVIVENCIA FINAL DE *M. curema* Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY.

ANDEVA	df Effect	MS Effect	df Error	MS Error	F	p- level
Sobrevivencia (transf) entre Tratamientos	8	365.312	18	78.361	4.661879	0.003209
Temperatura	2	600.1161	18	78.36153	7.658301	.003922
Salinidad	2	308.3468	18	78.36153	3.934926	.038221
Interacción T/S	4	276.3925	18	78.36153	3.527145	.027094

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); $F_{tablas(8,18)} = 2.51$; $F_{tablas(2,18)} = 3.55$; $F_{tablas(4, 18)} = 2.93$.

PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES DE TUKEY									
TRATAMIENTOS (°C,‰)	(22, 15)	(22, 25)	(22, 35)	(26, 15)	(26, 25)	(26, 35)	(30, 15)	(30, 25)	(30, 35)
(22, 15)		.98137	.01334*	.01334*	.09831	.05510	.14387	.01334*	.01334*
(22, 25)	.98137		.09535	.09535	.47233	.31304	.59789	.09535	.09535
(22, 35)	.01334*	.09535		1.0000	.97941	.99802	.94004	1.0000	1.0000
(26, 15)	.01334*	.09535	1.0000		.97941	.99802	.94004	1.0000	1.0000
(26, 25)	.09831	.47233	.97941	.97941		.99999	1.0000	.97941	.97941
(26, 35)	.05510	.31304	.99802	.99802	.99999		.99979	.99802	.99802
(30, 15)	.14387	.59789	.94004	.94004	1.0000	.99979		.94004	.94004
(30, 25)	.01334*	.09535	1.0000	1.0000	.97941	.99802	.94004		1.0000
(30, 35)	.01334*	.09535	1.0000	1.0000	.97941	.99802	.94004	1.0000	

$\alpha = 0.05$ (95% intervalo de confianza); * valores significativamente diferentes.