

**Determinación de la densidad óptima
de biomasa de alevines de tilapia
(*Oreochromis niloticus*) para su
transporte en bolsa plástica**

Fausto Martín Villacís Dávila

Honduras
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

**Determinación de la densidad óptima
de biomasa de alevines de tilapia
(*Oreochromis niloticus*) para su
transporte en bolsa plástica**

Proyecto especial presentada como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
Académico de Licenciatura

Presentado Por:
Fausto Martín Villacís Dávila

Honduras
Diciembre, 2004

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir o distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Fausto Martín Villacís Dávila

Honduras
Diciembre, 2004

Determinación de la densidad óptima de biomasa de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) para su transporte en bolsa plástica

Presentado por:

Fausto Martín Villacís Dávila

Aprobada:

Daniel Meyer, Ph. D.
Asesor principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Isidro Matamoros, Ph. D.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico Interino

Franklin Martínez, Ing. Agr.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

John J. Hincapié, Ph. D.
Coordinador de Área Temática

DEDICATORIA

A Dios y a mi madre por ser siempre mis guías y ejemplo en el transcurso de estos cuatro años, brindándome su apoyo, sabiduría, fortaleza y motivación en este gran paso de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme vivir esta gran etapa de mi vida en Zamorano y acompañarme en todo momento.

A mi madre, Marcela Dávila, por su apoyo incondicional, su cariño y su confianza brindada durante esta etapa de mi vida en Zamorano.

A todos mis amigos de Zamorano, especialmente a René, Gustavo, Francisco, Luis, Gonzalo, Javier, Juan Xavier, Freddy, Kenya, Ayna, Tahía, Isabel, Vero por haber compartido momentos tan especiales durante estos cuatro años.

Al Dr. Daniel Meyer por todo el tiempo, experiencia, guía y apoyo brindado en mi práctica profesional y en la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Franklin Martínez por la ayuda brindada, los conocimientos y la constancia puesta durante la ejecución del proyecto de graduación.

Al Dr. Isidro Matamoros y su esposa, la Sra. Karla de Matamoros, por su paciencia, tiempo y ayuda en la interpretación de resultados del proyecto.

A Adonis por su amistad, su constancia y gran ayuda puesta en la toma de datos.

A Zamorano por la excelente formación y educación adquirida durante este tiempo y por las facilidades brindadas para realizar mis estudios.

RESUMEN

Villacís Dávila, Fausto. 2004. Determinación de la densidad óptima de biomasa de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) para su transporte en bolsa plástica. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 13 p.

En muchas ocasiones los piscicultores compran alevines de tilapia a productores especializados. En Honduras se transportan en bolsas de grandes dimensiones y con altos volúmenes de agua, lo que dificulta el llenado, manejo y transporte. El objetivo de este estudio fue determinar la biomasa de alevines de tilapia que se puede transportar durante ocho horas en una bolsa plástica de 0.25×0.50 m con 3 L de agua. Se tomaron alevines recién revertidos sexualmente (machos), con un peso promedio entre 0.26 y 0.35 g, recibieron dos manejos antes de ser empacados y transportados, en el primero los peces fueron normalmente alimentados (no ayunados) y en el segundo fueron mantenidos 15 horas sin alimento (ayunados) en agua potable. Se prepararon bolsas con 20, 40 ó 60 g de biomasa de alevines por cada litro de agua y se saturaron con oxígeno, luego se movilizaron en una camioneta durante ocho horas para simular su traslado hacia la finca compradora. Se tomó una muestra de 50 alevines de cada bolsa colocados en recipientes de plástico para evaluar su supervivencia 48 horas después del transporte. Se midieron cuatro parámetros de calidad de agua (temperatura, oxígeno, pH y el total de amonio) antes y después del transporte. Estos parámetros permanecieron dentro de los niveles permisibles, a excepción del amonio total (TAN) que aumentó considerablemente. Después del transporte se encontró una correlación inversa ($r^2 = -0.41$) entre la densidad de biomasa de alevines y la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Se encontró una correlación positiva ($r^2 = 0.90$) entre la densidad de biomasa y la concentración de TAN en el agua. El tratamiento con menor acumulación de TAN fue el de peces ayunados con la densidad de 20 g de biomasa por litro de agua. Se determinó una correlación inversa ($r^2 = -0.43$) entre la densidad de biomasa y la supervivencia a las ocho horas. El mayor porcentaje de supervivencia después de ocho horas de transporte se obtuvo en densidades de 20 g/L en peces no ayunados y ayunados (98.6% y 99.2%). A las 48 horas después de la primera evaluación de supervivencia, las densidades de 20 g/L de peces no ayunados presentaron los mejores resultados (99.98%). Los resultados más deseables de TAN y supervivencia se obtuvieron manejando menores densidades y con alevines ayunados. A pesar de que la supervivencia fue alta en las seis combinaciones densidad-ayuno, las que presentaban elevados niveles de TAN pueden causar daños en las branquias de los alevines y afectar su susceptibilidad a enfermedades.

Palabras clave: Amonio, biomasa, calidad de agua, *Oreochromis niloticus*, supervivencia, tilapia, transporte de alevines.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
UBICACIÓN.....	2
PECES.....	2
UNIDADES EXPERIMENTALES.....	2
TRATAMIENTOS.....	2
VARIABLES.....	2
Supervivencia.....	2
Calidad de agua.....	3
DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	3
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
CALIDAD DE AGUA.....	4
Antes y después del transporte.....	4
Después del transporte.....	4
Oxígeno.....	5
Temperatura.....	6
pH.....	7
TAN.....	7
SUPERVIVENCIA DESPUES DE OCHO HORAS DE TRANSPORTE.....	8
SUPERVIVENCIA DESPUES DE 48 HORAS DE LA PRIMERA EVALUACIÓN.....	9
CONCLUSIONES.....	11
RECOMEDACIONES.....	12
BIBLIOGRAFÍA.....	13

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Calidad de agua en bolsas plásticas antes y después de ocho horas de transporte de alevines de tilapia ayunados y no ayunados.....	4
2. Oxígeno disuelto en el agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.....	5
3. Temperatura del agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.....	6
4. pH del agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.....	7
5. Concentración de amonio ionizado y no ionizado (TAN) en el agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.....	8
6. Supervivencia y parámetros de calidad de agua totales según la densidad de biomasa transportada.....	10
7. Supervivencia y parámetros de calidad de agua totales según el manejo previo al transporte (ayunados y no ayunados).....	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto ocho horas después de transporte de alevines en bolsas plásticas.....	6
2. Porcentaje de supervivencia de alevines de tilapia ocho horas después de transporte en bolsas plásticas	9
3. Porcentaje de supervivencia de alevines de tilapia 48 horas después de la primera evaluación de supervivencia.....	10

INTRODUCCIÓN

En muchas ocasiones los piscicultores compran alevines de tilapia a productores especializados locales o en el extranjero para llenar sus estanques de producción. Tradicionalmente, estos peces son transportados en bolsas de plástico que contienen agua y oxígeno.

En Honduras, típicamente el transporte de alevines de tilapia se realiza en bolsas plásticas con dimensiones de 1.0 x 1.4 m aproximadamente. La bolsa es formada sellando los dos extremos de un tubo de plástico con bandas de hule. Éstas bolsas son vendidas en las estaciones piscícolas a un precio que fluctúa entre USD 1.00 a 2.00 cada una. El tubo de plástico es comercializado a nivel nacional a un precio moderado (US\$ 1.60/kg).

Cada bolsa se llena con 40 a 50 litros de agua y es inflada con oxígeno (100%) para asegurar la supervivencia de los alevines. En el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano se colocan aproximadamente 1500 g de biomasa, que equivale de 1000 a 2000 alevines, en cada bolsa preparada. Trabajar con bolsas con este volumen de agua dificulta su manejo y transporte.

El 60% de las ventas en Zamorano son de cantidades menores a 1000 alevines, los cuales podrían ser transportados en una bolsa de menor tamaño con menor contenido de agua. Esta opción presenta mayor eficiencia en el momento de llenado, manejo y transporte.

A pesar de que el proceso de empaque se realice apropiadamente, la calidad del agua se deteriora causando la mortalidad de alevines, más aún cuando estos son empacados con su intestino lleno. El propósito de tener un sistema de transporte favorable para la vida de los peces es minimizar el estrés y asegurar un alto nivel de supervivencia (Departamento de Agricultura de Filipinas 1999).

El objetivo de este experimento es determinar la biomasa de alevines de tilapia que se puede transportar en una bolsa plástica de 0.25 x 0.50 m conteniendo tres litros de agua, durante un periodo de ocho horas. Se realizó una comparación de la supervivencia de peces en cada bolsa de acuerdo a la cantidad de peces empacada y se evaluaron cambios en la calidad del agua antes y después del transporte.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estudio fue realizado entre mayo y junio de 2004 en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura de Zamorano, a 37 km al este de Tegucigalpa. Zamorano se encuentra a 14° N y 87° O a una altura de 800 msnm, tiene una temperatura anual promedio de 24°C y una precipitación anual promedio de 1100 mm.

PECES

Se utilizaron alevines machos de la tilapia del Nilo, con un peso promedio entre 0.26 g y 0.35 g. Los peces se pesaron con una balanza digital (marca OHAUS modelo CS-2000) al momento de comenzar cada prueba.

Los alevines recibieron dos manejos previos al transporte, en el primero los peces se alimentaron normalmente antes de ser empacados (no ayunados), en el segundo los peces se mantuvieron 15 horas sin alimento (ayunados) en agua de clorinada en tanques de fibra de vidrio de 1.0 × 0.5 m previo a su empaque y transporte en bolsas.

UNIDADES EXPERIMENTALES

Los alevines se empacaron y transportaron en bolsas de plástico de 0.25 x 0.50 m llenadas con tres litros de agua y después de colocar los alevines, con tres litros de oxígeno puro.

TRATAMIENTOS

Se trabajó con un arreglo factorial con dos factores: La alimentación de los alevines antes del transporte (no ayunados y ayunados) y la densidad de biomasa. Se prepararon bolsas con 20, 40 y 60 g de biomasa de alevines por cada litro de agua. Se mantuvieron las bolsas cerradas y en movimiento durante periodos de ocho horas de transporte en una camioneta dentro de Zamorano con el fin de simular su traslado hacia la finca compradora, los ayunados y no ayunados se transportaron en días diferentes.

Resultaron así seis tratamientos: Alevines ayunados a 20, 40 y 60 g/L, alevines no ayunados a 20, 40 y 60 g/L.

VARIABLES ANALIZADAS

Supervivencia

A las ocho horas después de ser empacados se pesó la biomasa de alevines vivos en cada bolsa. Se incluyeron todos los peces que demostraban actividad dentro de la bolsa al ser abierta.

Se tomó una muestra al azar de 50 alevines de cada bolsa, éstos se depositaron en 15 recipientes plásticos de 28 × 35 cm con aireación continua y alimentación. Después de 48 horas se evaluó la supervivencia por conteo directo.

Calidad de Agua

Se evaluaron cuatro parámetros antes y después de las ocho horas de transporte

- Concentración de Oxígeno Disuelto en el agua (OD) mediante del medidor YSI 55.
- Temperatura a través del medidor YSI 55.
- pH mediante el método del Indicador Universal.
- Concentración total de amonio y amoníaco presentes en el agua (TAN) con el espectrofotómetro HACH DR2000 (Método Nessler).

El agua utilizada para llenar las bolsas fue de clorinada con tiosulfato de sodio (1 g/20 L de agua) y el pH ajustado por adición de un gramo de carbonato de calcio (CaCO_3) por 60 L de agua.

Debido a que el espectrofotómetro únicamente marca la presencia de TAN hasta un valor de 2.78 mg/L, se realizaron diluciones de las muestras de agua tomadas de las bolsas después del transporte con agua destilada (1:20) para el análisis de TAN .

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se usó un arreglo factorial en un Diseño Completamente al Azar (DCA) para el llenado de las bolsas y su ubicación en la camioneta. Se realizaron 10 repeticiones para cada una de los seis tratamientos.

Se realizó un ANDEVA para la supervivencia de los alevines y los parámetros de calidad del agua con una separación de medias por la Prueba de Duncan con 0.05 como nivel de significancia. El análisis estadístico de los resultados fue realizado utilizando el programa “Statistical Analysis System” (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CALIDAD DE AGUA

Antes y después del transporte

Los parámetros que determinan la calidad de agua presentaron variaciones antes y después de las ocho horas de transporte de los alevines (Cuadro 1). El agua en las bolsas siempre tuvo suficiente oxígeno en solución para los peces. La concentración de TAN aumentó debido a la acumulación de amonio como resultado del metabolismo de los peces y de la acción de bacterias al metabolizar los desperdicios excretados por los alevines (Swann s.f.).

Durante las 15 horas de ayuno, se detectó una reducción de aproximadamente 8.5% en el peso de los alevines. Esta reducción se atribuyó a la evacuación de su intestino. Por eso, los peces ayunados produjeron una cantidad menor de TAN que los no ayunados en las ocho horas de transporte.

La temperatura del agua en las bolsas aumentó durante cada prueba. Las pruebas fueron realizadas desde las horas de la mañana hasta la tarde y el incremento en la temperatura del agua reflejó el cambio en la temperatura ambiental en Zamorano. Esto causó aumento en la actividad metabólica de los alevines y producción de CO₂, que al actuar como ácido, redujo el pH del agua (Swann s.f.).

Cuadro 1. Calidad de agua en bolsas plásticas antes y después de ocho horas de transporte de alevines de tilapia ayunados y no ayunados.

Parámetros	No ayunados		Ayunados	
	Antes de empaque ¹	Después de transporte	Antes de empaque ²	Después de transporte
Oxígeno (mg/L)	7.2	7.6	5.2	4.6
Temperatura (°C)	24.0	28.8	25.4	31.3
pH	6.9	6.3	6.8	6.2
TAN (mg/L)	0.3	25.6	0.3	18.7

^{1y2} El agua previo al empaque fue común para todas las bolsas.

Después del transporte

Oxígeno

Hubo una correlación negativa ($r^2 = -0.41$) entre la biomasa de alevines y la concentración de oxígeno disuelto en el agua. La cantidad de oxígeno disuelto al terminar las ocho horas de transporte fue mayor ($P \leq 0.05$) en la densidad de 20 g/L que en las densidades de 40 g/L y 60 g/L (Cuadro 6). Se encontró una correlación negativa ($r^2 = -0.78$) entre el OD y la temperatura del agua. En peces no ayunados se encontró mayor concentración de OD en el agua ($P \leq 0.05$) que en peces ayunados (Cuadro 7), debido a que la temperatura a la que se transportaron los peces no ayunados (28.8°C) fue menor que en los peces ayunados (31.3°C). El descenso en temperatura disminuye la actividad metabólica de los peces y su consumo de oxígeno y el agua a menores temperaturas posee una mayor saturación de OD (Swann s.f.; Figura 1).

El tratamiento que presentó menos pérdidas de oxígeno ($P \leq 0.05$) fue el de peces no ayunados con densidad de 20 g/L (9.2 mg/L; Cuadro 2). Las bolsas que tuvieron la mayor pérdida de OD fueron las de densidades de 40 g/L y 60 g/L de peces ayunados (2.7 mg/L y 3.6 mg/L), pero en ningún caso bajaron de los niveles críticos. Los peces de agua caliente sobreviven a concentraciones mínimas de oxígeno de 1.0 mg/L, pero el crecimiento disminuye si son expuestos de forma prolongada (Boyd 1981).

Cuadro 2. Oxígeno disuelto en el agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.

Densidad	Oxígeno (mg/L)	
	No ayunados	Ayunados
20	9.2 ± 2.1 ^a	7.6 ± 1.2 ^{ab}
40	6.4 ± 3.0 ^b	2.7 ± 1.4 ^c
60	7.1 ± 2.8 ^b	3.6 ± 1.7 ^c

^{abc} Medias con letra diferente difieren entre sí ($P \leq 0.05$) según la prueba Duncan.

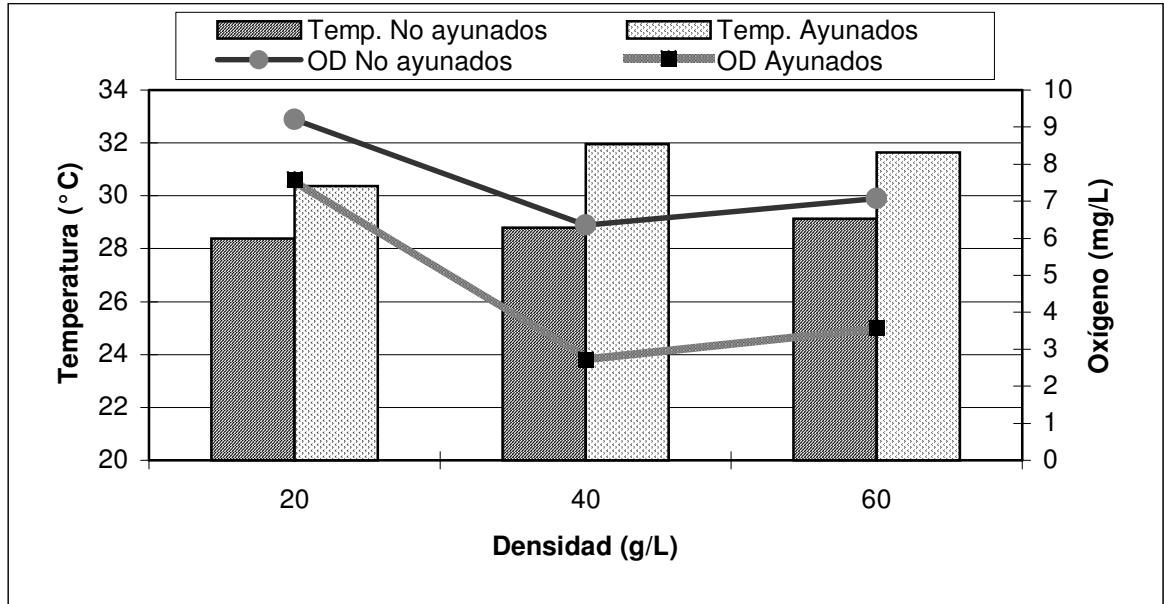


Figura 1. Temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto ocho horas después de transporte de alevines en bolsas plásticas.

Temperatura

No hubo diferencia ($P>0.05$) entre la temperatura del agua de las tres biomásas de alevines al finalizar el periodo de transporte. Se observaron diferencias ($P\leq 0.05$) entre la temperatura del agua de los peces ayunados y los no ayunados, lo cual está asociado a la variación de la temperatura ambiente en los diferentes días en que se realizaron los experimentos (Cuadro 7).

Las bolsas con peces no ayunados con densidad de 20 g/L presentaron la menor temperatura (28.4°C ; $P\leq 0.05$) y las que contenían peces ayunados a 40 g/L y 60 g/L presentaron las temperaturas más altas (32.0°C y 31.6°C), manteniéndose todas dentro del rango normal (Cuadro 3) de 25 a 32°C (Meyer 2001b).

Cuadro 3. Temperatura del agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.

Densidad	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	
	No ayunados	Ayunados
20	28.4 ± 3.4^a	30.4 ± 1.2^{bc}
40	28.8 ± 2.5^{ab}	32.0 ± 1.4^c
60	29.1 ± 2.3^{ab}	31.6 ± 0.7^c

^{abc} Medias con letra diferente difieren entre sí ($P\leq 0.05$) según la prueba Duncan.

pH

El pH del agua después del transporte fue similar ($P>0.05$) en las tres densidades, pero hubo diferencia ($P\leq 0.05$) entre peces ayunados y no ayunados (Cuadro 7). El agua de los peces ayunados tuvo una mayor temperatura, lo que aumentó el consumo de oxígeno y así la producción y acumulación de CO_2 en el agua, lo que causa una disminución de pH (Swann s.f.).

El agua de los peces no ayunados en la densidad de 20 g/L presentó el pH más alto (6.4; $P\leq 0.05$) y la de los peces ayunados a una densidad de 60 g/L, el pH más bajo (6.2), permaneciendo dentro de los valores normales de pH para el manejo de tilapia (Cuadro 4), ya que la tilapia puede tolerar valores de pH en el agua de 5 a 11 hasta por 24 horas (Phillippart y Ruwet 1982).

Cuadro 4. pH del agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.

Densidad	pH	
	No ayunados	Ayunados
20	6.4 ^a	6.2 ^{abc}
40	6.2 ^{bc}	6.2 ^{bc}
60	6.3 ^{ab}	6.2 ^c

^{abc} Medias con letra diferente difieren entre sí ($P\leq 0.05$) según la prueba Duncan.

TAN

El agua en las bolsas con los peces no ayunados tuvo una mayor concentración de TAN ($P\leq 0.05$) que el agua con los ayunados (Cuadro 7) debido a que los primeros fueron empacados con el intestino lleno y los desperdicios excretados aumentaron la producción de amonio en el agua. Se encontró una correlación positiva ($r^2= 0.90$) entre la densidad de la biomasa y la concentración de TAN en el agua (Cuadro 6). La concentración de amonio puede alcanzar más de 14 ppm durante el transporte de peces en bolsas plásticas (Swann s.f.).

El tratamiento con mejores resultados ($P\leq 0.05$) fue el de peces ayunados con la densidad de 20 g/L (9.9 mg/L), ya que presentó la menor acumulación de amonio en el agua (Cuadro 5).

Los alevines no ayunados a 40 g/L (27.5 mg/L) y los ayunados a 60 g/L (27.6 mg/L) no presentaron diferencia ($P>0.05$) en la acumulación de TAN en el agua (Cuadro 5). La temperatura del agua con peces ayunados fue mayor que con no ayunados y el aumento en la actividad metabólica incrementó la producción de TAN en el agua (Swann s.f.), lo que hizo que los niveles de TAN de los peces ayunados no presenten una variación más alta con respecto a los no ayunados. La alta excreción de amonio indica que los peces ingirieron proteína, esto puede dañar las membranas de sus branquias, por lo que una permanencia prolongada en un medio alto en amoniaco aumenta la susceptibilidad del pez a enfermedades (Meyer 2001a).

Cuadro 5. Concentración de amonio ionizado y no ionizado (TAN) en el agua de alevines ayunados y no ayunados según su densidad después de ocho horas de transporte.

Densidad	TAN (mg/L)	
	No ayunados	Ayunados
20	13.4 ± 0.8 ^a	9.9 ± 0.5 ^b
40	27.5 ± 3.0 ^c	18.6 ± 2.4 ^d
60	35.8 ± 2.5 ^e	27.6 ± 0.8 ^c

^{abcde} Medias con letra diferente difieren entre sí ($P \leq 0.05$) según la prueba Duncan.

SUPERVIVENCIA DESPUÉS DE OCHO HORAS DE TRANSPORTE

En general la supervivencia después de ocho horas de transporte no presentó diferencia ($P > 0.05$) entre alevines ayunados y no ayunados (Cuadro 7). La temperatura fue menor en peces no ayunados y esto disminuyó la actividad metabólica, el consumo de OD, la acumulación de CO₂ y de TAN en el agua. Bajos niveles de CO₂ mejoran la disponibilidad y absorción de oxígeno en los peces durante el transporte (Wurtus s.f.). Estos factores permitieron que la supervivencia de los peces no ayunados haya alcanzado los niveles de supervivencia de los ayunados. Comparando las densidades, se determinó una correlación inversa ($r^2 = -0.43$) entre la densidad de la biomasa y la supervivencia a las ocho horas (Cuadro 6), el TAN influyó ya que su concentración fue más baja en el agua que contenía la menor densidad.

Estos resultados indican que a densidades de 20 g/L se puede transportar alevines de tilapia ayunados y no ayunados, ya que habrá una baja acumulación de TAN en el agua y altos niveles de supervivencia (Figura 2). Igualmente es posible transportar alevines ayunados a 40 g/L de agua debido a su alta supervivencia, pero a esta densidad con alevines no ayunados, la alta concentración de TAN en el agua hace que el transporte sea riesgoso por el daño que pueden sufrir las branquias y el aumento de susceptibilidad a enfermedades.

Transportar altas densidades, como 60 g/L, no disminuye considerablemente la supervivencia a las ocho horas y dos días después del transporte, pero puede causar resultados desfavorables en el bienestar y desempeño de los alevines al ser colocados en el estanque de producción debido a la alta concentración de TAN en el agua durante el transporte.

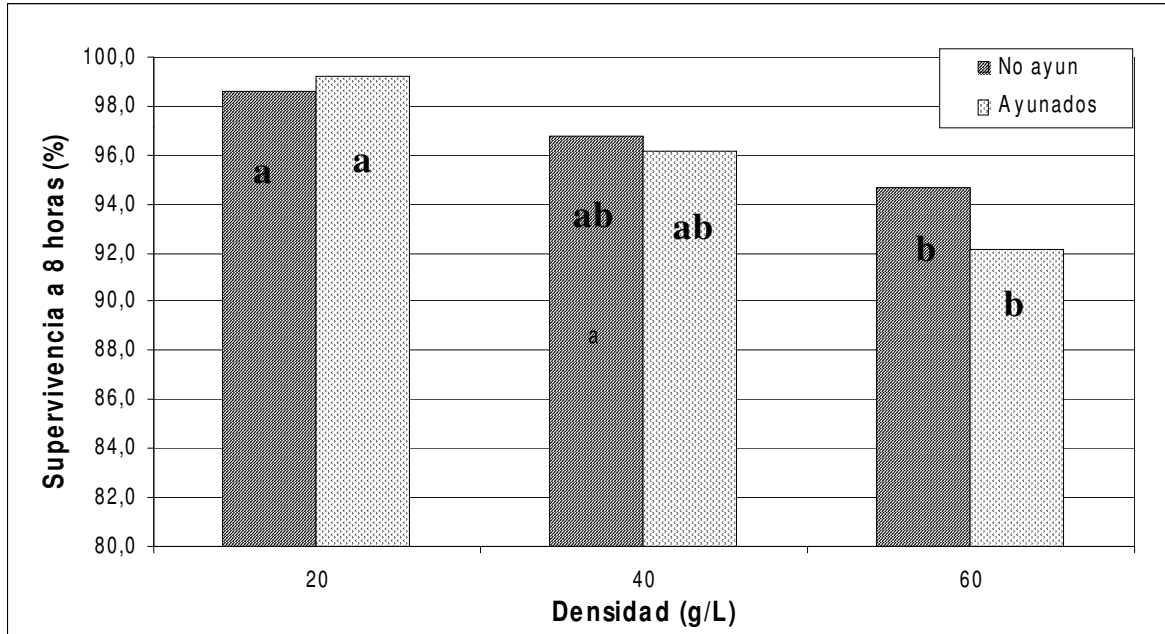


Figura 2. Porcentaje de supervivencia de alevines de tilapia ocho horas después de transporte en bolsas plásticas.

SUPERVIVENCIA DESPUÉS DE 48 HORAS DE LA PRIMERA EVALUACIÓN

A las 48 horas posteriores al transporte no se encontró diferencia ($P > 0.05$) en la supervivencia de alevines ayunados y no ayunados, ni entre densidades (cuadros 6 y 7).

La densidad de 20 g/L de peces no ayunados (100%) presentó los mejores resultados de supervivencia ($P \leq 0.05$) y no fue diferente a la densidad de 40 g/L de peces no ayunados y de 60 g/L de peces ayunados (Figura 3). Las mortalidades causadas por la manipulación y estrés al empacar los peces ocurrirán usualmente en un par de horas hasta varios días después (McGee y Cichra 2003). La supervivencia no descendió del 95% en ningún tratamiento por lo que se asume que no hubo estrés postransporte que cause mortalidad de los alevines.

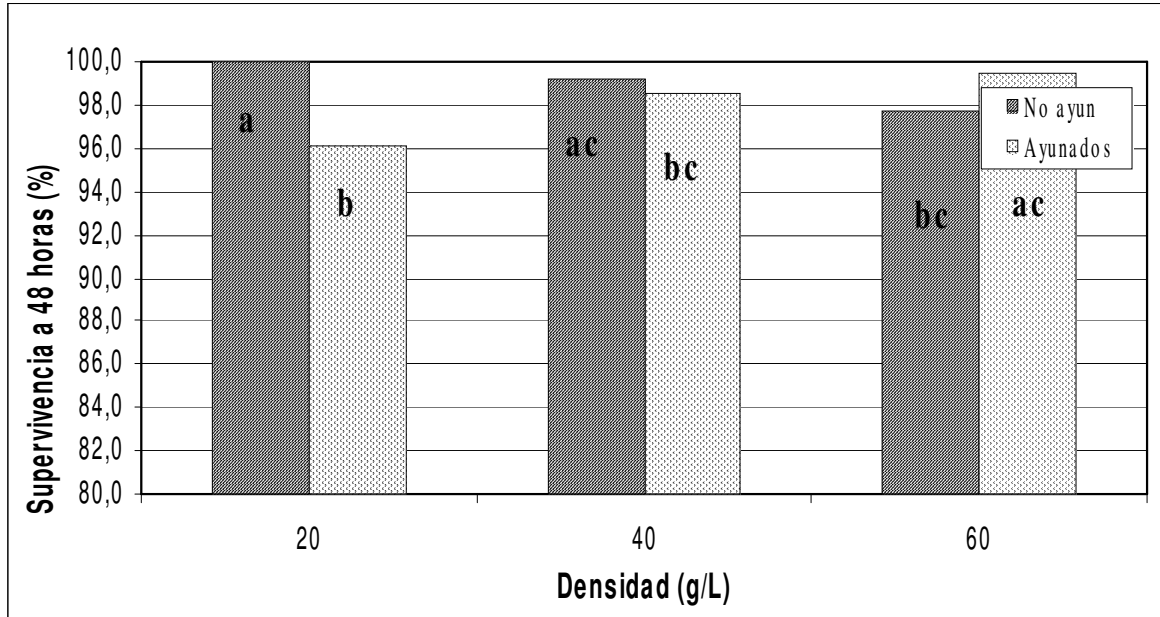


Figura 3. Porcentaje de supervivencia de alevines de tilapia 48 horas después de la primera evaluación de supervivencia.

Cuadro 6. Supervivencia y parámetros de calidad de agua totales y según la densidad de biomasa de alevines transportada.

Densidad (g/L)	Supervivencia (%)		Parámetros (8 h después de empaque)			
	8 horas	48 horas	Oxígeno	Temp.	pH	TAN
20	98.9 ^a	98.9 ^a	8.4 ± 1.9 ^a	29.4 ± 2.7 ^a	6.3 ^a	11.7 ± 2.0 ^a
40	96.4 ^b	98.9 ^a	4.5 ± 3.0 ^b	30.4 ± 2.6 ^a	6.2 ^a	23.1 ± 5.4 ^b
60	93.5 ^b	98.8 ^a	5.3 ± 2.9 ^b	30.4 ± 2.1 ^a	6.2 ^a	31.7 ± 4.8 ^c

^{abc} Medias en una misma columna con letra diferente difieren entre sí ($P \leq 0.05$) según la prueba Duncan.

Cuadro 7. Supervivencia y parámetros de calidad de agua totales según el manejo previo al transporte (ayunados y no ayunados).

Alimento	Supervivencia (%)		Parámetros (8 h después de empaque)			
	8 horas	48 horas	Oxígeno	Temp.	pH	TAN
No ayunados	96.9 ^a	99.3 ^a	7.6 ± 2.8 ^a	28.8 ± 2.7 ^a	6.3 ^a	25.6 ± 10.0 ^a
Ayunados	96.4 ^a	98.3 ^a	4.6 ± 2.6 ^b	31.3 ± 1.3 ^b	6.2 ^b	18.7 ± 7.8 ^b
Total	96.7	98.9	6.1 ± 2.1	30.0 ± 2.1	6.2	22.1 ± 2.0

^{ab} Medias en una misma columna con letra diferente difieren entre sí ($P \leq 0.05$) según la prueba Duncan.

CONCLUSIONES

La mejor densidad para transportar alevines durante 8 horas es de 20 g/L, pues dio los mejores resultados en cuanto a supervivencia.

El ayuno y la densidad influyeron en el TAN.

La temperatura, oxígeno y pH estuvieron dentro de niveles permisibles.

RECOMENDACIONES

Transportar alevines en bolsas de plástico cubiertas, evitando el contacto con luz solar, porque la calidad del agua disminuye a mayores temperaturas.

Experimentar el transporte de alevines durante 4 y 8 horas y hacer énfasis en las densidades de 20 g/L y 40 g/L. Probar distintos volúmenes de agua y oxígeno en las bolsas.

Para la evaluación de supervivencia días después del transporte, tomar muestras con un número mayor de peces y por más tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Boyd, C. 1981. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn University Agricultural Experiment Station. Alabama. 359 pp.

Departamento de Agricultura de Filipinas. 1999. Tilapia Hatchery Management and Fingerling Production (en línea). Consultado en 20 septiembre 2004. Disponible en <http://www.da.gov.ph/tips/tilapia/fingerlings2.html>.

Mc Gee, M; Cichra, C. 2003. Fish Fingerlings: Purchasing, Transporting and Stocking (en línea). University of Florida Cooperative Extension Service. Consultado 9 sep. 2004. Disponible en: http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_FA013.

Meyer, D. 2001a. Nutrition and feeding of tilapia, p 61-71, in B.W. Green, H.C. Clifford, M. McNamara and G. Montana (eds). Proceeding of the fifth Central American Aquaculture Symposium, 22-24 August, Tegucigalpa, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras and the Latin American Chapter of the World Aquaculture Society.

Meyer, D. 2001b. Technology for the successful small scale tilapia culture, p 97-106, in D.E. Meyer (ed). Proceeding of the fifth Central American Aquaculture Symposium, 22-24 August, Tegucigalpa, Honduras. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras and the Latin American Chapter of the World Aquaculture Society.

Philippart, J; Ruwet, J. 1982. Ecology and distribution of tilapias, p 15-59, in R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnel (eds). The biology and culture of tilapias.

SAS. 2000. User guide. Statistical analysis system inc., Cary Nc. Versión 6.12. 329p.

Swann s.f., L. Transport of fish in bags. Aquaculture extension. Sea Grant # I1-SG-FS-913. 1-4.

Wurtus, W. s.f. Pure oxygen and live fish in transport. Kentucky State University Cooperative Extension Program.