

**Excreción del total de nitrógeno como amonio
y amoníaco (TAN) según el peso de la tilapia
(*Oreochromis niloticus*).**

Edwin José Flores Hernández

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

**Excreción del total de nitrógeno como amonio
y amoníaco (TAN) según el peso de la tilapia
(*Oreochromis niloticus*).**

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

Presentado Por:
Edwin José Flores Hernández

Honduras
Diciembre, 2002

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.

Edwin José Flores Hernández

Honduras
Diciembre, 2002

Excreción del total de nitrógeno como amonio y amoníaco (TAN) según el peso de la tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Presentado por:

Edwin José Flores Hernández

Aprobado

Daniel Meyer, Ph. D.
Asesor Principal

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

Gerardo Murillo, Ing.
Asesor secundario

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph. D.
Coordinador de área temática

Mario Contreras, Ph. D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios mi piedra angular, a la Virgen del Camino y a Don Bosco.

A mi madre María Ethelvina y a mi padre Edwin Alfredo porque son mi apoyo, amor y consejo, en todos los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi hermano José Alfredo y a mi hermana Ethel María por ser mis mejores amigos, los quiero mucho.

A toda mi gran familia Hernández-Sánchez y Flores-Rodríguez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme lo que tengo y no tengo.

A mi madre María Ethelvina y a mi padre Edwin Alfredo por darme la gran oportunidad de estudiar y su incondicional apoyo. Y a mis hermanos por ser mi respaldo siempre.

Al Dr. Daniel Meyer por todo su maravilloso apoyo, confianza, gran paciencia y muy buenos consejos.

Al Ing. Gerardo Murillo por su excelente ayuda y paciencia en este trabajo.

A mis abuelos Mercedes, Blanca y León por apoyarme y estar pendiente de mi persona.

A Ela Maria por ser siempre una persona muy especial.

A Juana por sus atenciones, colaboraciones y buena amistad prestada.

A Luis Castro y Adonis por su colaboración en la toma de datos.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Agradezco a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (S.A.G.) de Honduras, por el financiamiento brindado en mis cuatros años de estudio.

Agradezco a la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.), por el financiamiento brindado en mis cuatros años de estudio.

Agradezco a mis padres, Edwin Alfredo y Ethelvina, por el financiamiento brindado en mis cuatro años de estudio.

Agradezco al Dr. Daniel Meyer por la ayuda económica en mi cuarto año de estudio.

RESUMEN

Flores, E. 2002. Excreción del total de nitrógeno como amonio y amoníaco (TAN) según el peso de la tilapia (*Oreochromis niloticus*). Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, El Zamorano, Honduras, 19 p.

La alimentación de peces en sistemas intensivos representa entre 50 a 75 % de los costos variables de producción. El amoníaco (NH_3^-) es el producto principal del metabolismo de proteína en un pez. El análisis de amoníaco en una muestra de agua da como resultado la concentración total de nitrógeno como amoníaco y amonio (NH_4^+), y esta determinación es denominada TAN. El objetivo de este estudio fue evaluar la excreción de TAN según el peso de la tilapia. Este ensayo se realizó en el laboratorio de la Sección de Acuicultura de Zamorano en Honduras. Se seleccionaron 40 tilapias machos con pesos entre 22 y 350 g. La prueba de excreción de TAN se hizo con peces individuales en un balde (18.9 L) tapado con una bolsa de plástico, durante 24 horas. Al momento de iniciar cada prueba se ofreció 1.25 g de alimento pelletizado (28 %PC) a cada pez. Se evaluó la concentración de TAN excretada por cada pez en intervalos de seis horas, durante 24 horas. Después de cada intervalo se cambió toda el agua en los recipientes. Las lecturas de pH, temperatura y oxígeno disuelto en el agua de los recipientes estuvieron adecuadas para la tilapia. Se encontró una relación positiva ($r^2 = 0.805$) entre la cantidad de alimento pelletizado consumido por un pez y su peso. También se encontró una relación inversa ($r^2 = -0.789$) entre la cantidad del alimento consumido como porcentaje de su biomasa y el peso del pez. Se encontró una relación positiva ($r^2 = 0.744$) entre la excreción de TAN en 24 horas y el consumo del alimento pelletizado. Hubo una relación positiva entre la cantidad acumulada de TAN excretada a las 12 horas ($r^2 = 0.626$) y 24 horas ($r^2 = 0.684$), y el peso de la tilapia. Según los resultados del estudio, los peces con pesos mayores a 151 g producían más TAN en ciclos de 24 horas que los peces pequeños (<50 g de peso). Se encontró una correlación inversa ($r^2 = -0.53$) entre la cantidad de TAN excretada por gramo de la biomasa del pez y su peso, a las 24 horas. Se observó una relación directa entre la cantidad de TAN excretada en 24 horas y la cantidad de alimento consumido por tilapia. Por lo tanto las tilapias pequeñas excretan mayor cantidad de TAN, con relación a su peso, que las tilapias grandes y más desarrolladas.

Palabras clave: Consumo, excreción, intervalos, proteína.

NOTA DE PRENSA

EL TAN Y SU RELACION CON LA TILAPIA

La alimentación es un parámetro de producción muy importante para los proyectos piscícolas. El costo del alimento representa entre el 50 y 75% de los costos totales de producción de tilapias. En producciones piscícolas, la alimentación se asigna como una relación porcentual del peso total de los peces en un estanque, o sea a la biomasa presente.

El elemento más importante en la dieta de las tilapias es la proteína. Aparte de ser importante metabólicamente para el pez, es el ingrediente más caro en las formulaciones. En tilapia se utiliza comúnmente un 28% de proteína cruda en la dieta, que está dentro de los rangos óptimos exigidos por el pez. Los peces al momento de aprovechar la proteína de la dieta y la presente en su organismo, tienen pérdidas que son excretadas en su mayoría por medio de las heces.

La proteína pasa por un proceso catabólico de desaminación de los aminoácidos, y de éstos proviene el amoníaco (NH_3^-). Este compuesto es muy tóxico para los peces, porque afecta principalmente su sistema respiratorio. El análisis de amoníaco en una muestra de agua da como resultado la concentración total de nitrógeno como amoníaco y amonio (NH_4^+), y esta determinación es denominada TAN.

En el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano se estudio la excreción de TAN en tilapias (*Oreochromis niloticus*) según su peso. Se encontró que al aumentar el peso y el tamaño del pez aumentaba la excreción de TAN. Pero que la relación de TAN excretado con relación al peso del pez, disminuía con tilapias más pesadas y más desarrolladas. También que existe una relación directa entre la cantidad de TAN excretada en 24 horas y la cantidad de alimento consumido por las tilapias. Se encontró que la cantidad acumulada de TAN excretada a las 12, y a las 24 horas, aumentó con el peso de la tilapia.

Con lo anterior podemos decir que el monitoreo de TAN, debería de ser más estricto con tilapias pequeñas en volúmenes reducidos de agua, porque peces pequeños excretan una mayor cantidad de TAN, con relación a su peso, que peces grandes y más desarrollados.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de Prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadro.....	x
Índice de figuras.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	3
2.2. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	3
2.3. LOS ANIMALES.....	3
2.4. EL AGUA.....	3
2.5. ANÁLISIS DEL AGUA.....	4
2.6. TRATAMIENTOS.....	4
2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
3.1. ANÁLISIS DEL AGUA.....	6
3.1.1. OXIGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y pH.....	7
3.1.2. ANALISIS DEL LOS TESTIGOS.....	7
3.1.2.1. TESTIGO CON ALIMENTO Y AGUA (T1).....	7
3.1.2.2. TESTIGO CON AGUA (T2).....	7
3.2. CONSUMO DE ALIMENTO.....	8
3.3. EXCRECIÓN DE TAN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	17
5. RECOMENDACIONES.....	18
6. BIBLIOGRAFÍA.....	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Concentración promedio de oxígeno disuelto, temperatura y pH en el agua (10 baldes de 18.9 L por seis repeticiones a lo largo del ensayo) utilizada en pruebas de excreción de amoníaco, después de seis horas en tilapias de 22 a 350 g..... 6
2. Concentración promedio de oxígeno disuelto, pH y TAN en el agua de los recipientes (dos baldes con 18.9 L de agua con seis repeticiones a lo largo de ensayo) utilizadas como testigos en las pruebas de excreción de amoníaco a las seis horas..... 7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Relación entre el consumo de alimento pelletizado y el peso de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.....	10
2.	Relación entre la cantidad de alimento consumido como porcentaje de la biomasa del pez y el peso de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.....	11
3.	Relación entre la excreción de TAN en 24 horas y el consumo de alimento pelletizado (28 %PC) de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.....	12
4.	Relación entre las excreciones acumuladas de TAN a las 12 horas y 24 horas, y el peso individual de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.....	13
5.	Relación entre las excreciones de TAN por periodos de 6 horas y las cantidades acumuladas de TAN excretadas por tilapias (60 peces, 22-350 g) manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.....	14
6.	Excreción de TAN en 24 horas según el peso de tilapias, manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.....	15
7.	Relación entre la cantidad de TAN excretada por gramo de biomasa De tilapia y su peso individual, manejadas en baldes (18.9 L) durante 24 horas, en Zamorano.....	16

1. INTRODUCCIÓN

La tilapia es una de las más importantes especies piscícolas del mundo. Este pez crece rápidamente, es resistente a enfermedades, tolera agua de pobre calidad y su carne es muy apreciada (Tave et al, 1989). La tilapia puede tolerar concentraciones tan bajas como 0.10 ppm de oxígeno disuelto en el agua, temperaturas mínimas de 20°C, y concentraciones máximas de 2.4 ppm de amoníaco (Lovell, 1989). El filete fresco de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Honduras forma parte importante de las exportaciones. En el año 2000 las exportaciones a los Estados Unidos fue de aproximadamente 6 millones de dólares (Fitzsimmons, 2000).

La alimentación de peces en sistemas intensivos representa entre 50 y 75 % de los costos variables de producción (Meyer, 2001). La cantidad de alimento a ofrecer a los peces está en función de la biomasa total de los peces en el estanque. Las necesidades de alimento para el mantenimiento y crecimiento se incrementan al aumentar la talla de los peces. En contraste las necesidades relativas de alimentación y los requerimientos por unidad de peso, se reducen cuando crecen los peces (Hepher y Pruginin, 1989).

Los concentrados utilizados para el cultivo de la tilapia usualmente contienen de 24 a 32 % de proteína cruda. Los peces y otros organismos acuáticos excretan amoníaco (NH₃) como producto principal del metabolismo de las proteínas. El amoníaco proviene del proceso catabólico de desaminación de los aminoácidos (Lim, 1989; Pillay, 1992; Cowey y Walton, 1989).

El amoníaco excretado por los peces puede dañar las membranas de sus branquias. Una permanencia prolongada en un medio alto en amoníaco afecta la susceptibilidad del pez a enfermedades en el cultivo. El análisis de amoníaco en una muestra de agua da como resultado la concentración total de nitrógeno como amoníaco y amonio, y ésta determinación es denominada TAN (Meyer, 2001).

La concentración de amoníaco en el agua, es un parámetro útil para medir el nivel de contaminación en aguas naturales. Su concentración es influenciada por la biomasa de organismos en el agua, entre otros factores. La presencia de amoníaco en el agua de fincas piscícolas es el resultado del uso de alimentos concentrados. El deterioro en la calidad del agua en producciones de tilapia está determinado por la biomasa de los peces y la cantidad de alimento suministrado en su engorde (Osorio, 1999).

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la excreción de TAN según el peso de la tilapia (*O. niloticus*).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el consumo del alimento según el peso de la tilapia (*O. niloticus*).

Observar la relación entre el alimento consumido y la excreción de amoníaco en periodos de 24 horas.

Observar la relación entre el peso de las tilapias y la excreción de amoníaco en periodos de 24 horas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Acuicultura de Zamorano, en el valle de Yeguaré a 32 Km de la ciudad de Tegucigalpa. Está a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1100 mm, y una temperatura promedio anual de 24°C.

2.2 DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El ensayo duró tres meses durante 2002. Incluyó un total de seis repeticiones en el tiempo, con intervalos de 15 días entre ellas, para preparar el agua y los peces para cada prueba.

2.3 LOS ANIMALES

Se seleccionaron 40 ejemplares machos de tilapia del nilo de diferentes pesos, entre 22 a 350 gramos.

2.4 LA ALIMENTACIÓN

Los peces se alimentaron con una dieta de pellets flotantes con 28 % de proteína cruda. Antes de que entraran en el ensayo, se les alimentó diariamente con una cantidad equivalente al 2 % de su biomasa. Al momento de iniciar el ensayo se les proporcionó a cada pez sin importar su peso, 25 pellets con un peso promedio de 0.05 gramos cada uno.

2.5 EL AGUA

Las pilas usadas para la preparación del agua para el ensayo se mantuvieron tapadas con una lámina de plástico negro para evitar la proliferación de algas. Se usó agua potable que se preparó en una pila de 6 m³ de capacidad con diez días de anticipación, con aireación continua para eliminar el cloro y aumentar el contenido de oxígeno disuelto.

Se ajustó el pH del agua a un rango de 5.5 a 6.5 pH, con adiciones de carbonato de calcio. Antes de agregar el agua a los recipientes, se tomaron lecturas de oxígeno disuelto, pH y temperatura. Se analizó la cantidad inicial de TAN en el agua previo a cada prueba.

2.6 ANÁLISIS DEL AGUA

Se determinó el pH del agua de cada recipiente que contenía un pez. Las mediciones de pH se hicieron con un metro de pH marca Fisher Scientific, modelo AB15. El oxígeno disuelto y la temperatura del agua se midieron a intervalos de seis horas en cada recipiente, con un oxigenómetro polarigráfico marca YSI, modelo 57.

La determinación de TAN se hizo por medio del método Nessler. El espectrofotómetro utilizado para la determinación de TAN fue de la marca Hach, Modelo DR/2000 (Hach Company, 1989).

2.7 TRATAMIENTOS

La evaluación de la excreción de TAN fue realizada en recipientes (baldes), con una capacidad de 18.9 litros. En cada recipiente se colocó un pez de peso predeterminado. Se tapó cada balde con una bolsa de polietileno sujeta por una cinta de caucho, que dejó herméticamente tapado el recipiente y evitó la fuga de amoníaco del agua en el balde.

Se les retiró el alimento a los peces antes de empezar el experimento, para motivar el consumo al momento de iniciar el ensayo. Para cada prueba de TAN se tomaron al azar diez peces de diferentes pesos de la pila, donde estaban las 40 tilapias seleccionadas previamente.

Al iniciar cada prueba, se le ofrecieron a cada tilapia 25 pellets que pesaban en total 1.25 gramos. Al concluir el primer intervalo de seis horas, se contó la cantidad de pellets rechazados o no consumidos por el pez, y se tomó una muestra de agua de cada recipiente de 18.9 litros. Después se hizo un recambio del 100 % del agua y se volvió a colocar el pez, sin agregar más alimento. En los siguientes intervalos de seis horas se volvió a repetir el mismo procedimiento.

Cada repetición de la prueba incluía diez recipientes con tilapias y dos testigos. El primer testigo (T1) consistió en un recipiente que contenía 1.25 g de alimento y agua. Este testigo sirvió para determinar el aporte de amonio no ionizado del alimento rechazado por los peces.

El segundo testigo (T2) consistió en un recipiente que solo contenía el agua. Éste sirvió para determinar el aporte de amonio no ionizado de los microorganismos presentes en el agua.

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos de TAN fueron evaluados por medio de un ANDEVA y una separación de medias con la prueba Duncan. Se utilizó un nivel de significancia de $P < 0.10$.

Se hizo una correlación de TAN con el consumo de alimento, y con el peso de los peces. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico “Statistical Analysis Systems” (SAS versión 8, 1998).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS DEL AGUA

3.1.1 OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y pH

La concentración de oxígeno disuelto en el agua de todas las pruebas al finalizar cada intervalo, se encontraron dentro de los rangos aceptables para la sobre vivencia de la tilapia (Cuadro 1). La tilapia es capaz de sobrevivir en forma prolongada, en aguas con concentraciones tan bajas como 0.10 ppm de oxígeno disuelto (Phillipart y Ruwet, 1982).

La temperatura del agua al finalizar cada intervalo del experimento estuvo dentro del rango aceptable para la tilapia y el agua probablemente no fue una fuente de variación en este ensayo (Cuadro 1). La tilapia resiste temperaturas desde los 11°C hasta los 40°C, aunque la temperatura que mejor favorece el crecimiento de la tilapia es de 28°C (Hepher y Pruginin, 1989; Gannan y Phillips, 1991).

El pH del agua al finalizar cada intervalo se mantuvo dentro de los valores aceptables para la tilapia y no fue una fuente importante de variación en este ensayo (Cuadro 1). La tilapia puede tolerar valores de pH en el agua de 5 a 11 hasta por 24 horas (Phillipart y Ruwet, 1982).

Cuadro 1. Concentración promedio de oxígeno disuelto, temperatura y pH en el agua (10 baldes de 18.9 L por seis repeticiones a lo largo del ensayo) utilizada en las pruebas de excreción de amoníaco, después de seis horas en tilapias de 22 a 350 g.

	Promedios (\pm DE)
Oxígeno disuelto (ppm)	2.37 \pm 0.56
pH	5.78 \pm 0.55
Temperatura (°C)	25.05 \pm 0.59

*Cada promedio es de 60 observaciones.

3.1.2 ANÁLISIS DEL LOS TESTIGOS

3.1.2.1 TESTIGO CON ALIMENTO Y AGUA (T1)

Los resultados de las repeticiones del T2 fueron muy uniformes en el tiempo. Para las seis repeticiones del T2, realizadas a lo largo de tres meses, el coeficiente de variación de la concentración promedio de oxígeno disuelto, el pH, y TAN fue de 4 %, 6 % y 14 % respectivamente (Cuadro 2).

Los 0.35 g de proteína cruda y el volumen de agua en cada balde (18.9 L) aportaban 0.07 ppm de TAN, equivalente a un total de 1.32 mg en seis horas. Según Boyd (1990), el amoníaco es tóxico para los peces en concentraciones entre 0.6 a 2.0 ppm.

3.1.4.2 TESTIGO CON AGUA (T2)

Los resultados de las repeticiones del T2 fueron muy uniformes en el tiempo. Para las seis repeticiones del T2, el coeficiente de variación de la concentración promedio de oxígeno disuelto, el pH, y TAN fue de 9 %, 9 % y 2 % respectivamente (Cuadro 2).

El agua en cada balde (18.9 L) aportó 0.02 ppm de TAN, equivalente a un total de 0.378 mg, en seis horas (Cuadro 2). Con valores mayores a 0.3 ppm de TAN en el agua se impide el desarrollo de peces y otros organismos acuáticos (Meyer, 2001). Con los valores de los T1 y T2, se estimó que cada pellet de alimento contribuía con 0.038 mg de TAN al agua del balde en seis horas de inmersión.

Cuadro 2. Concentración promedio de oxígeno disuelto, pH y TAN en el agua de los recipientes (dos baldes con 18.9 L de agua con seis repeticiones a lo largo de ensayo) utilizadas como testigos en las pruebas de excreción de amoníaco las seis horas.

	Testigos	
	Alimento + Agua (T1)	Agua (T2)
Oxígeno disuelto (ppm)	5.05 ±0.23	4.98 ±0.45
pH	5.28 ±0.32	5.36 ±0.48
TAN (ppm)	0.07 ±0.01	0.02 ±0.0005

*Cada promedio es de 24 observaciones.

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

Se encontró una relación positiva ($r^2 = 0.805$) entre la cantidad de alimento pelletizado consumido por un pez y su peso (Figura 1). El consumo máximo de alimento fue 1.2 g, que es menor al estándar. Según Lovell (1989), a una temperatura de 28°C en el agua las tilapias con un peso mayor a 100 g, deberían consumir aproximadamente 3 g de alimento diario.

También se encontró una relación inversa ($r^2 = -0.789$) entre la cantidad del alimento consumido como porcentaje de la biomasa del pez (Figura 2). El consumo de alimento de las tilapias con respecto a su biomasa fue bajo. Se asume que el poco espacio para cada pez en los recipientes, fue la causa. Según Lovell (1989), a una temperatura de 28°C en el agua las tilapias de 20 a 100 g deben recibir una cantidad diaria de alimento equivalente a 3 a 4 % de biomasa. La temperatura del agua en los tres meses de este ensayo fluctuó entre 24 a 26°C. Con temperaturas inferiores a 28°C en el agua disminuye el consumo de alimento por las tilapias (Meyer, 2001).

3.3 EXCRECIÓN DE TAN

Se encontró una relación positiva ($r^2=0.744$) entre la excreción de TAN en 24 horas y el consumo del alimento pelletizado por el pez (Figura 3). El tamaño del pez, la cantidad de proteína consumida y la temperatura del agua afectan la cantidad de TAN excretado por los peces (Ramseyer y Garling, 1997).

Hubo una relación positiva ($r^2=0.626$) entre la cantidad acumulada de TAN excretada a las 12 horas y el peso de la tilapia, así como ($r^2=0.684$) entre la cantidad acumulada de TAN excretada a las 24 horas y el peso de la tilapia (Figura 4). La cantidad promedio de TAN excretado fue de 36.26 mg por pez, con un peso promedio de 145 g (Figura 5). Es decir que por kilogramo de tilapia, se tuvo una producción aproximada de 250 mg TAN en 24 horas, que es un valor superior en 150 % del propuesto por Fitzsimmons¹.

En este trabajo las tilapias sólo consumieron pellets. Según Lovell (1989), tilapias manejados intensivamente y alimentadas con concentrado han mostrado tener arriba del 50 % del contenido estomacal como alimento natural.

No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de TAN excretada en 24 horas comparando tilapias de 151 a 200 g y de 301 a 350 g de peso), pero en cambio la producción del grupo entre 25 y 50 g fue menor ($P<0.1$; C.V.=41.25) que los grupos con pesos de 151 a 200 g, y 301 a 350 g (Figura 6). Lo que coincide con lo aportado por Cowey y Walton (1989), de que las excreciones de amoníaco en los peces están dictadas por el peso del pez y su metabolismo.

¹Fitzsimmons, K. 2002. Ammonia production and removal and tilapia (correo electrónico). Arizona, USA, University of Arizona.

Se encontró una correlación inversa ($r^2 = -0.53$) entre la cantidad de TAN excretados por gramo de la biomasa del pez y su peso (Figura 7). Los peces pequeños e inmaduros tienen mayores requerimientos de proteína y tasas metabólicas más aceleradas que peces grandes. Las necesidades relativas de alimentación y los requerimientos nutricionales por unidad de peso, se reducen al aumentar el peso del pez (Lovell, 1989; Hephher y Pruginin, 1989).

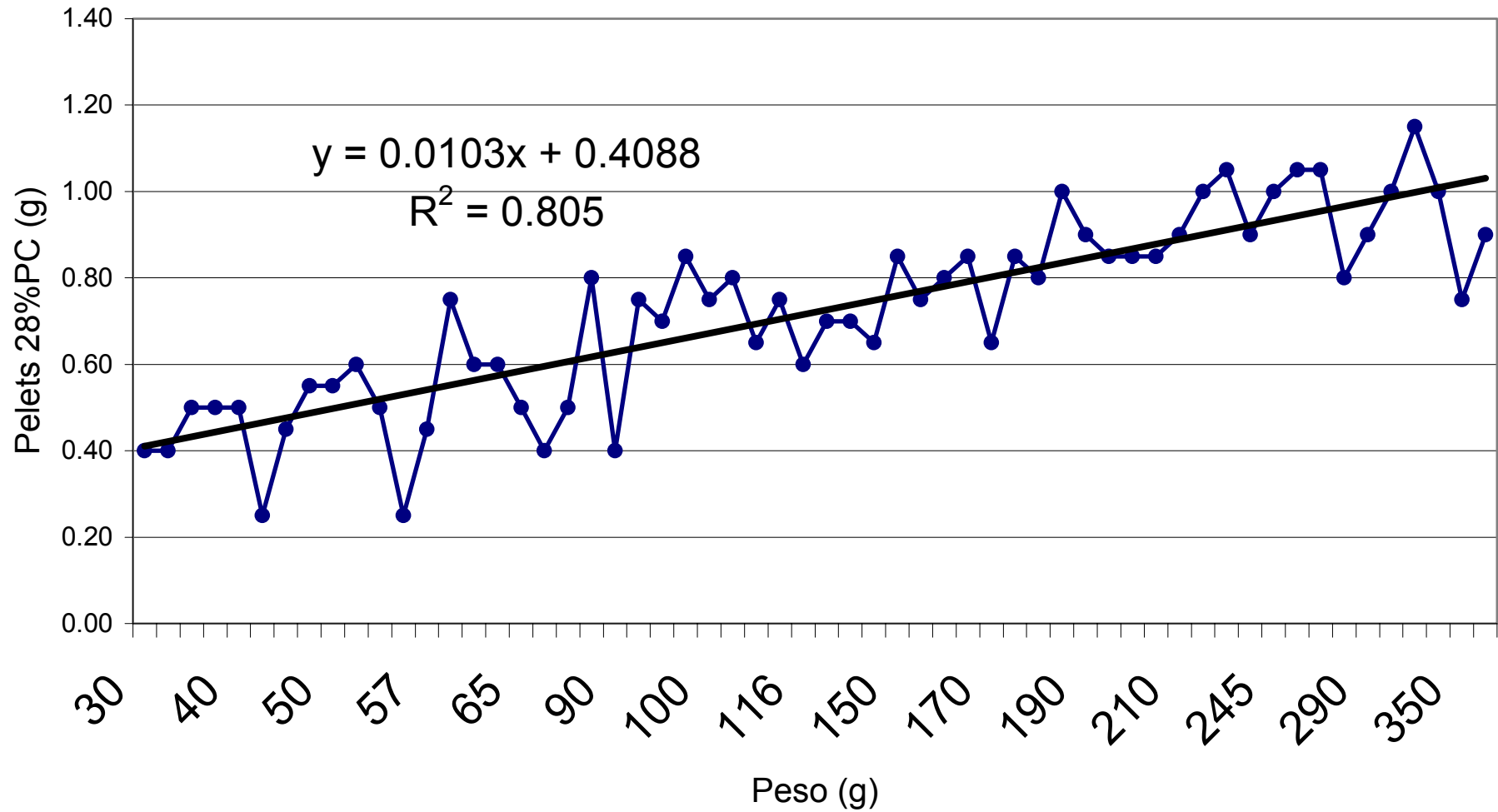


Figura 1. Relación entre el consumo de alimento pelletizado y el peso de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.

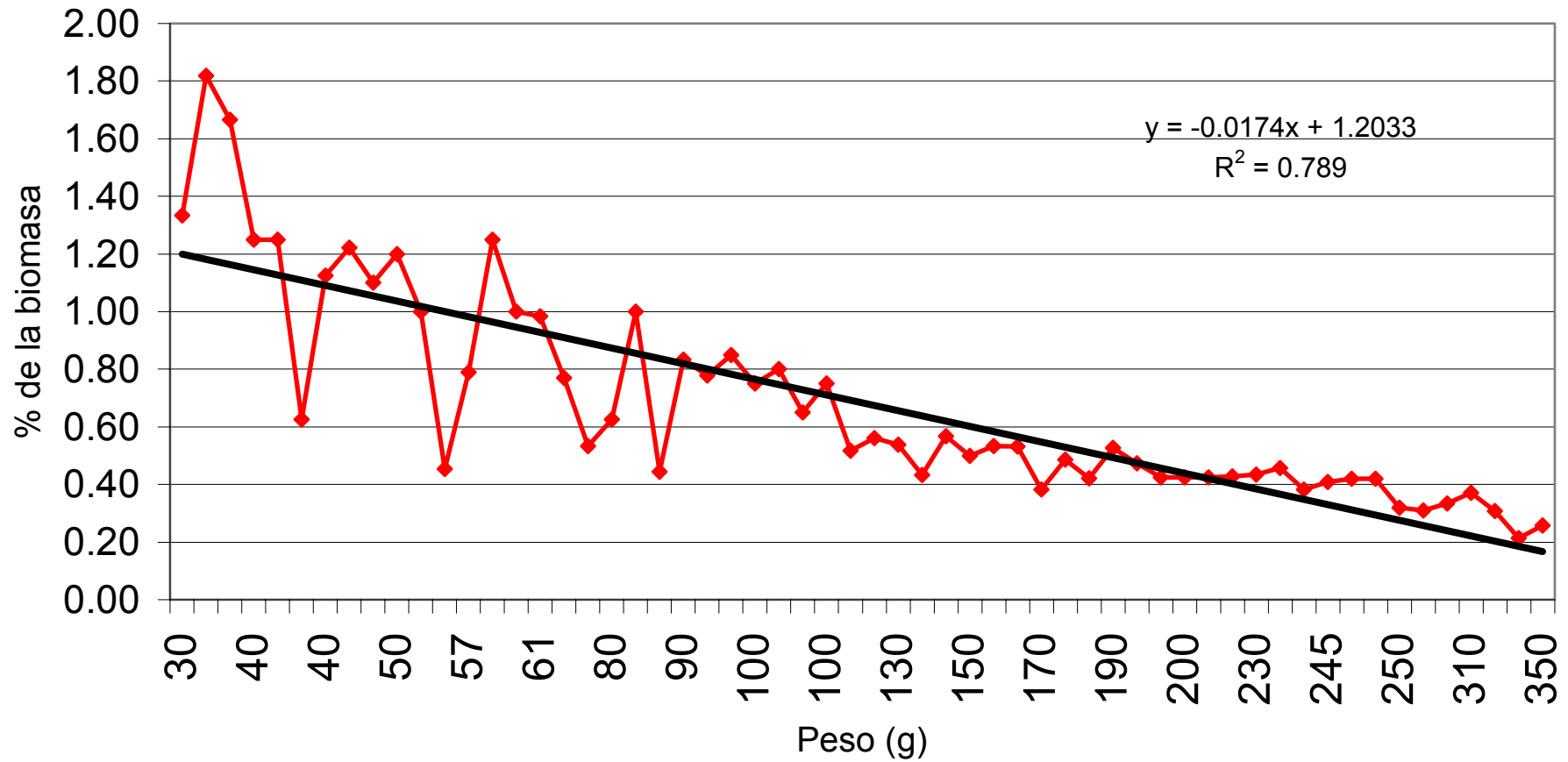


Figura 2. Relación entre la cantidad de alimento consumido como porcentaje de la biomasa del pez y el peso de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.

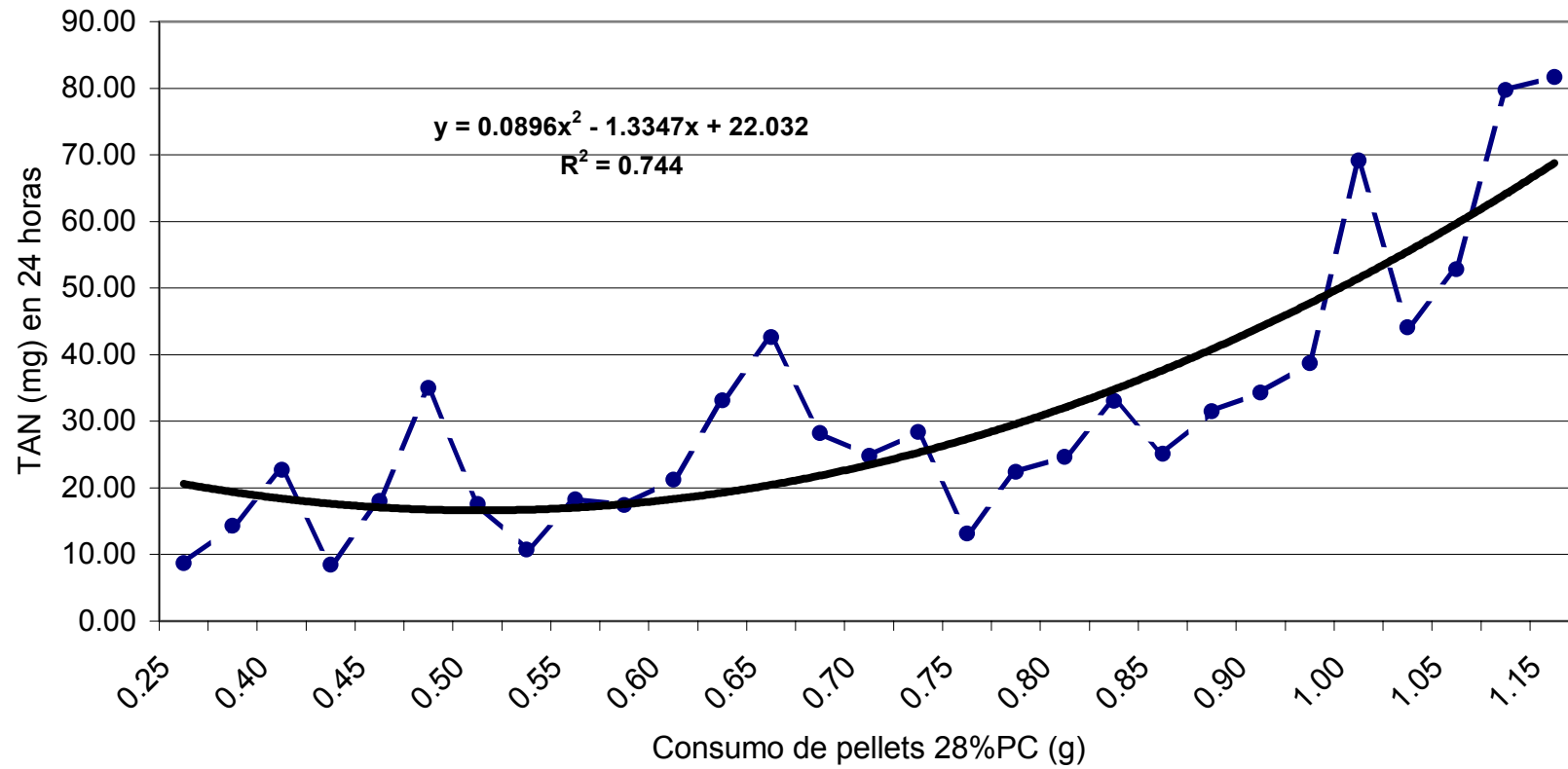


Figura 3. Relación entre la excreción de TAN en 24 horas y el consumo de alimento pelletizado (28%PC) de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.

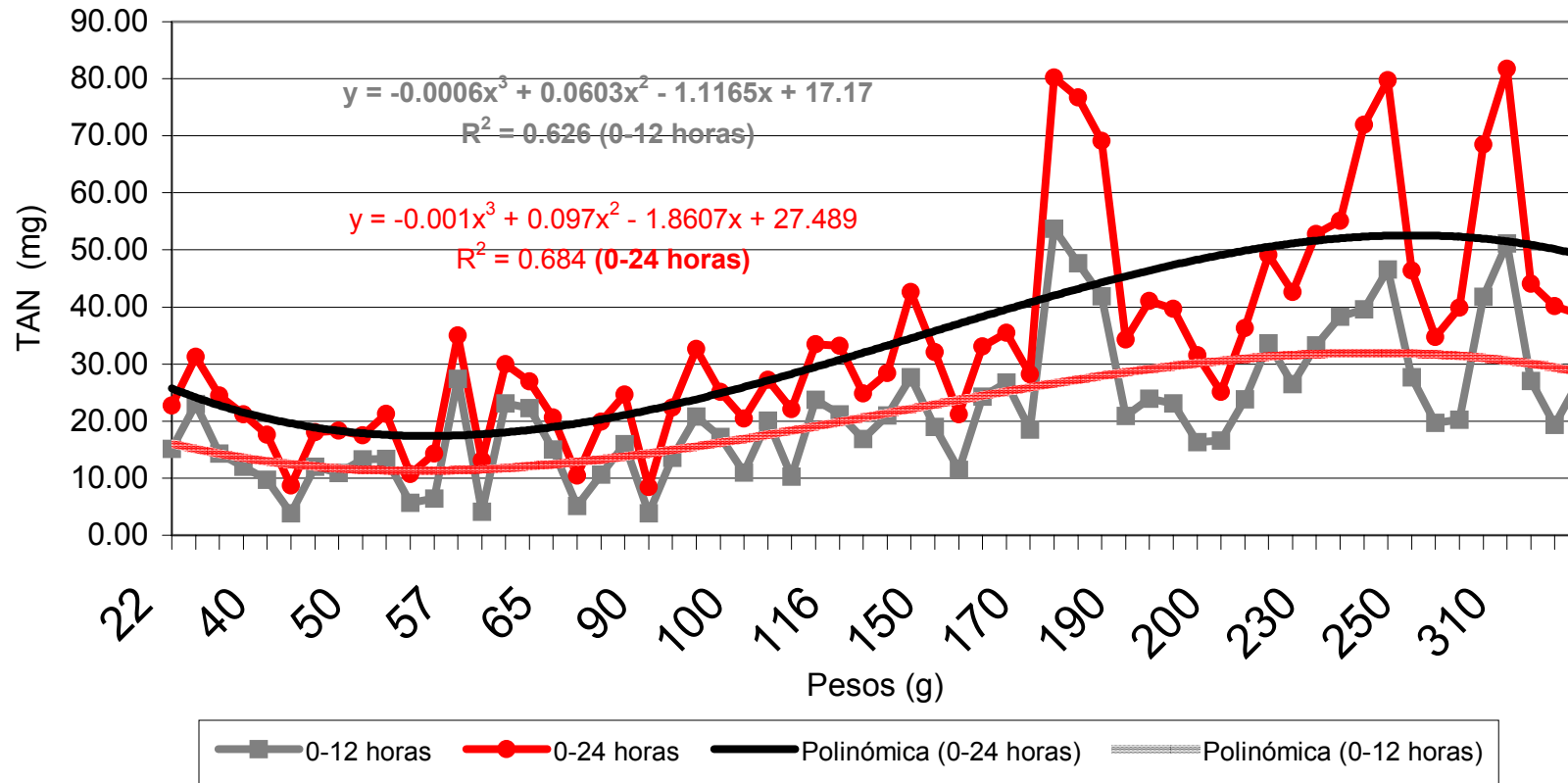


Figura 4. Relación entre las excreciones acumuladas de TAN a las 12 horas y 24 horas, y el peso de tilapias manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.

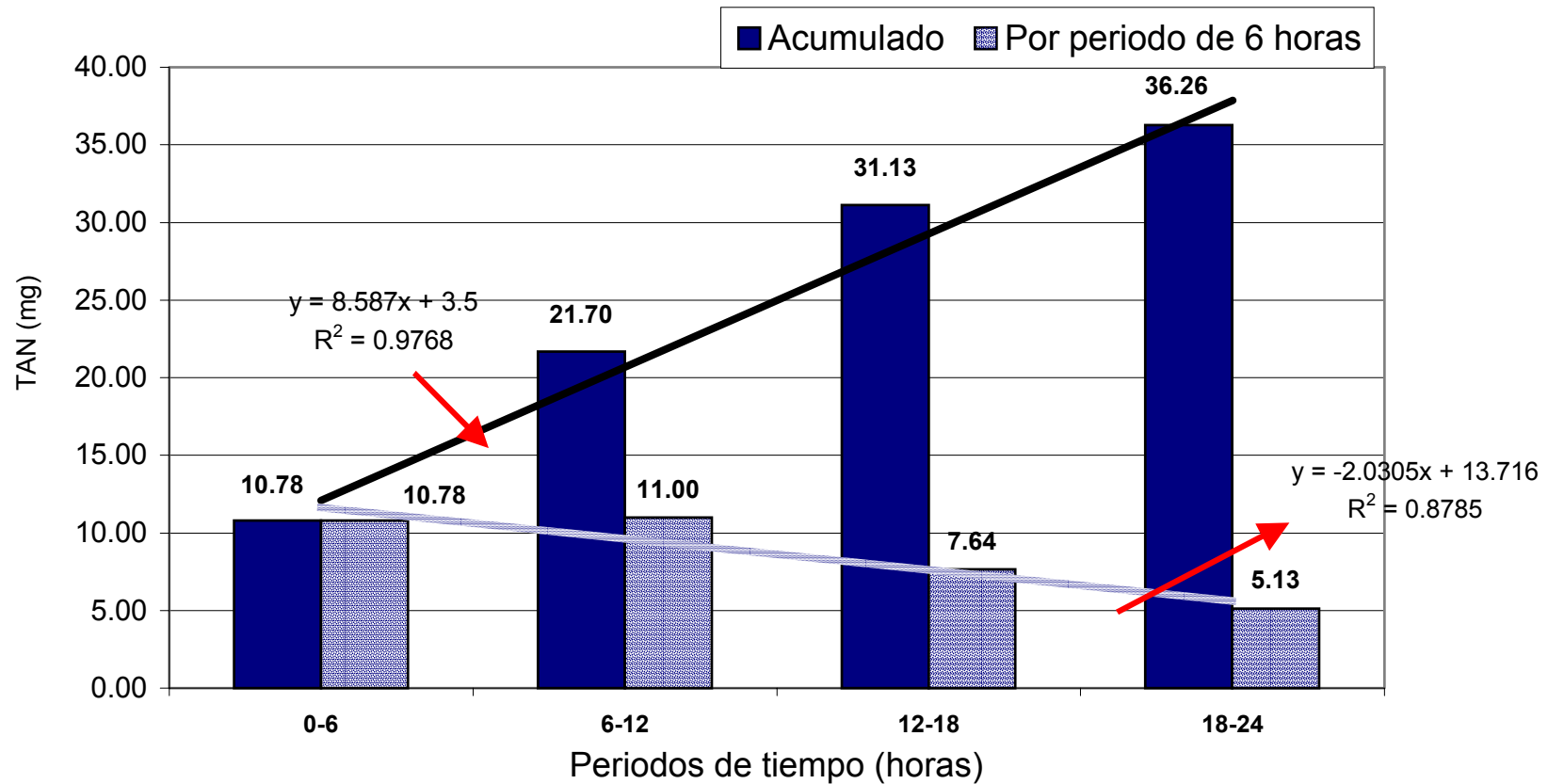


Figura 5. Relación entre las excreciones de TAN por periodos de 6 horas y las cantidades acumuladas de TAN excretadas por tilapias (60 peces, 22-350 g) manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.

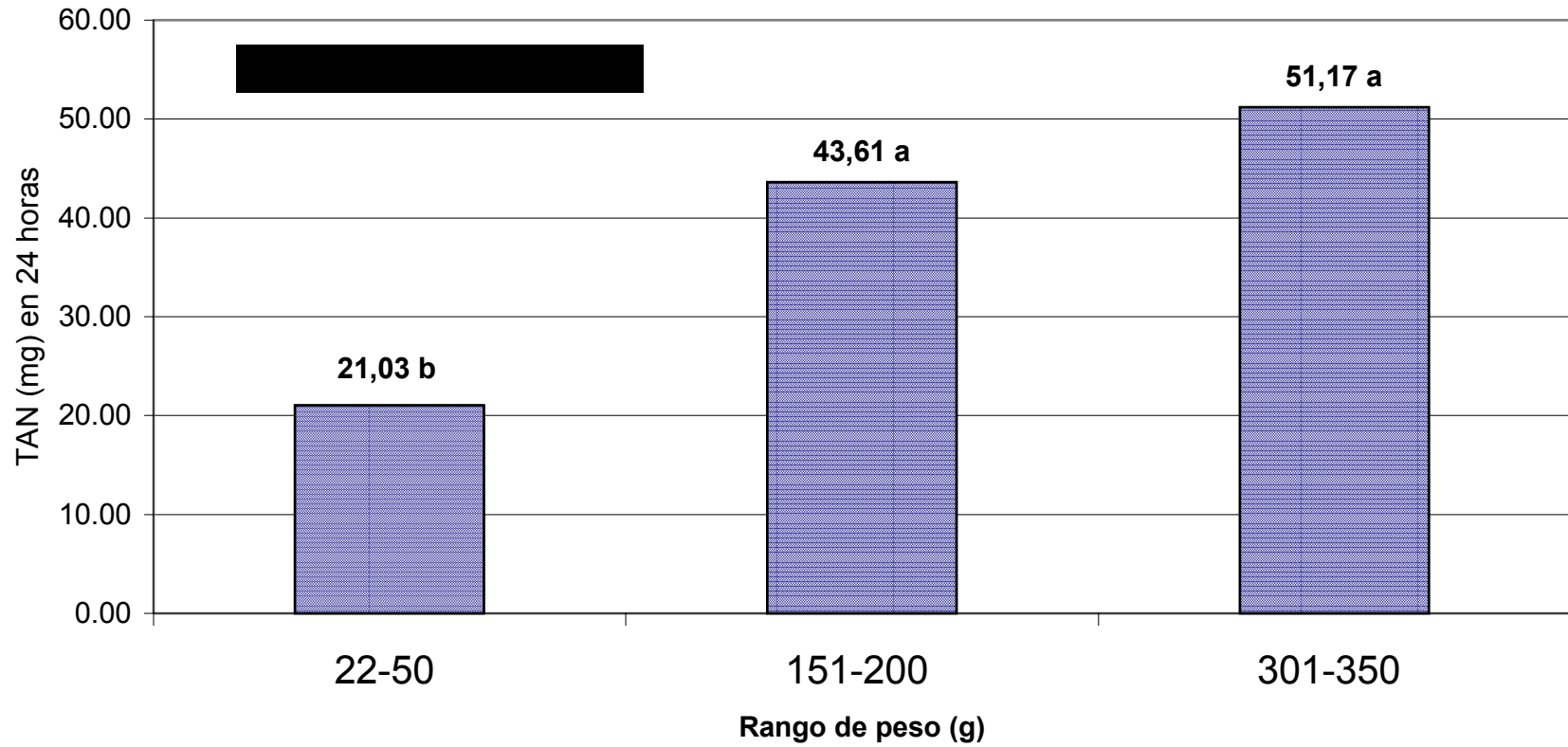


Figura 6. Excreción de TAN en 24 horas, comparando tres rangos de pesos de tilapias, manejadas en baldes (18.9 L) en Zamorano.

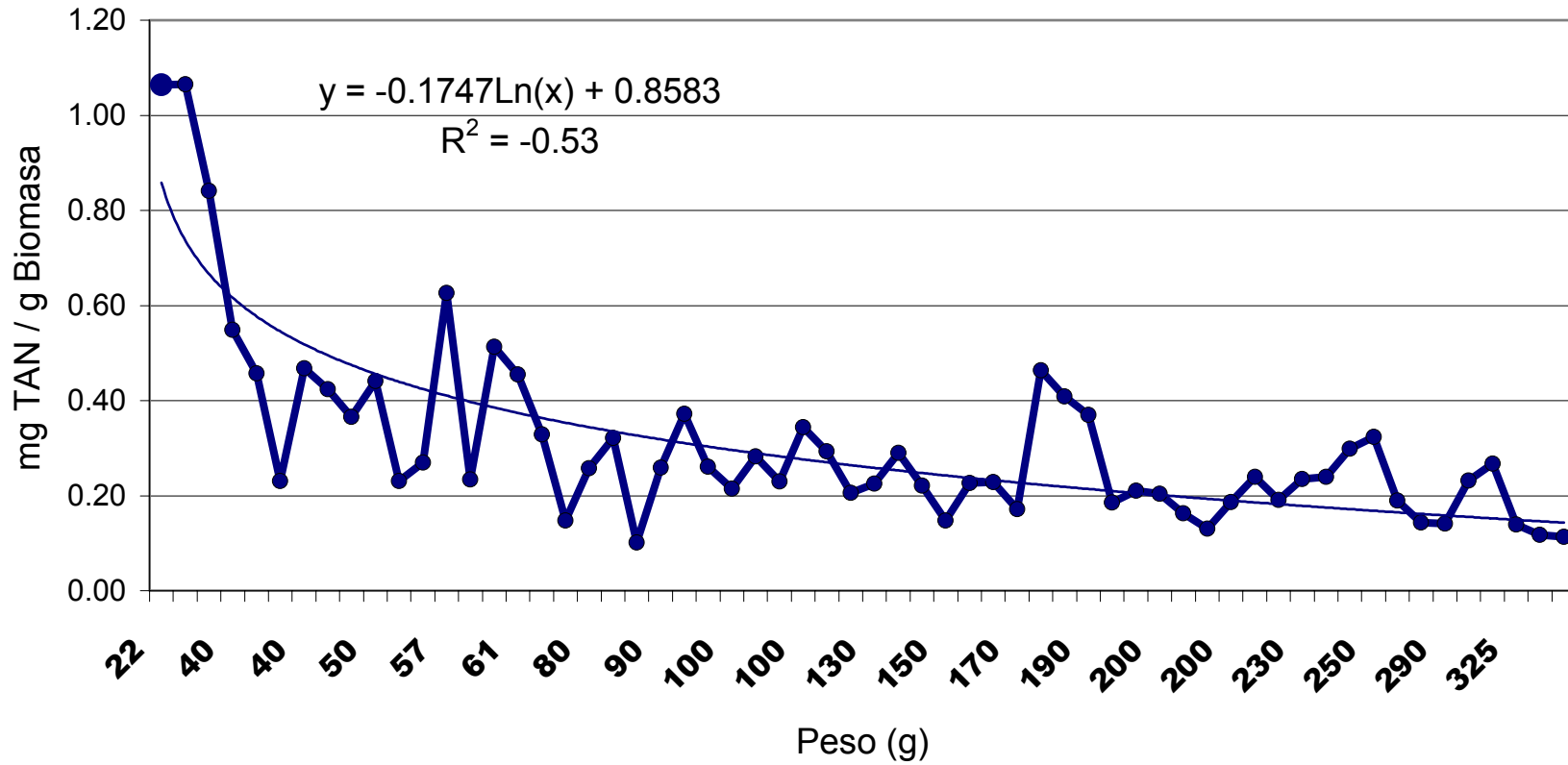


Figura 7. Relación entre los miligramos de TAN excretados por gramo de la biomasa de la tilapia y su peso individual, manejadas en baldes (18.9 L) durante 24 horas, en Zamorano.

4. CONCLUSIONES

Los peces con menor peso requieren una mayor cantidad de alimento con relación a su biomasa.

Hay una relación directa entre la cantidad de TAN excretada en 24 horas y la cantidad de alimento consumido por tilapias con pesos entre 22-350 g.

La cantidad de TAN excretada a las 12, y a las 24 horas, aumentó con el peso del pez.

Las tilapias pequeñas excretan una mayor cantidad de TAN, con relación a su peso, que las tilapias grandes.

5. RECOMENDACIONES

En futuros experimentos evaluar la cantidad de TAN excretado por grupo de peces, en lugar de evaluar individuos.

En futuros ensayos aumentar el número de tilapias.

6. BIBLIOGRAFÍA

BOYD, C. 1990. Water quality management for pond fish culture, Second Edition. Auburn University, Agricultural Experimental Station, Alabama, USA. 359 pp.

COWEY, C.; WALTON, M. 1989. Fish nutrition. Ed. by John Halver. 2nd ed. School of fisheries University of Washington. Seattle, Washington, USA. Academic Press. 798 pp.

FITZSIMMONS, K. 2000. American Tilapia Association. University of Arizona. Consultado 16 Septiembre de 2002. Disponible en <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/2000tilapia.htm>

HACH COMPANY. 1989. Water análisis handbook. Hach Chemical Company, Loveland, Colorado, USA.. 980 pp.

HEPHER, B.; PRUGININ, Y. 1989. Nutrición y alimentación. Segunda Edición, Editorial Limusa, México, D.F. pp 250-255.

GANNAN, A.; PHILLIPS, H. 1991. Effect of temperature on growth of *Oreochromis niloticus*. Pond Dynamics/Aquaculture collaborative Research Support Program. Corvallis, OR, USA. Ninth Annual Administrative Report. 33 pp.

RAMSEYER, A.; GARLING, A. 1997. Fish nutrition and aquaculture waste management, páginas 57-60, en: L. Swan (editor). Proceeding of the 1997 North Central Regional Aquaculture Conference, Feb 6-7, Indianapolis, Indiana. Illinois-Indiana Sea Grant Program. 148 pp.

LIM, C. 1989. Practical Feeding tilapias, in: p163-183. In T. Lovell, editor. 2nd Edition. Nutrition and feeding of fish. New York, Van Nostrand Reinhold, New York, USA. 163pp.

LOVELL, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold Publishers, New York, USA. 256 pp.

MEYER, D. 2001. 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.

PILLAY, T.V.R. 1992. Aquaculture and the environment. Halsted Press, New York, USA. 189 pp.

OSORIO, L. 1999. La calidad del agua en cultivos hiperintensivos de tilapia. Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras, EAP. 18 pp.

PHILIPPART, J-CL.; RUWET, J-CL. 1982. Ecology and distribution of tilapias, p 15-59, in R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds). The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Phillipines. 732 pp.

SAS (SAS Institute Inc, US). 1998. SAS/STAT user's guide, 8th edition. Statistical Analysis System Institute, Cary, North Carolina, USA.

TAVE, D.; REZK, M.; SMITHERMAN, O. 1989. Genetics of body color in *Tilapia mossambica*. Journal of the World Aquaculture Society. v 20, pp 214-222.