

Predição do rendimento e do peso do filé da tilápia-do-Nilo

Aldrin Vieira Pires¹, Marcelo Mattos Pedreira^{1*}, Idalmo Garcia Pereira¹, Armando da Fonseca Júnior², Cláudio Vieira Araújo³ e Larissa Héli da Silva e Silva⁴

¹Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Rua da Glória, 187, 39100-000, Diamantina, Minas Gerais, Brasil. ²Bioalevinus, Vitória, Espírito Santo, Brasil. ³Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil. ⁴Faculdades Integradas Espírito-santenses, Vitória, Espírito Santo, Brasil. *Autor para correspondência: E-mail: marcelo_ufvjm@hotmail.com

RESUMO. A criação de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e o seu filé apresentam um mercado vigoroso e expansão no Brasil e no mundo. Portanto, um modelo de regressão obtido a partir de parâmetros corporais externos, de fácil observação, que prediga o rendimento e o peso do filé possibilita selecionar indivíduos com maior potencial produtivo. Objetivou-se com este trabalho obter um modelo que permita prever o rendimento e o peso do filé, baseado em medidas morfométricas e do peso. Foram avaliados 890 indivíduos dos quais os caracteres mensurados foram: comprimento total (CT), comprimento-padrão (CP), comprimento da cabeça (CC) e do tronco (CTR), altura da cabeça (AC1), altura lombar (AL), altura caudal (AC2), espessura lombar (EL) e caudal (EC), peso corporal (PESO), peso de filé (PF) e rendimento de filé (RF). Foram realizadas análises de regressão linear, com PF e RF como variáveis dependentes. O R^2 para o modelo do PF foi 0,80, demonstrando que as medidas corporais são confiáveis para se estimar o peso do filé. Já para o modelo do RF, o R^2 foi de 0,16, não sendo adequado para se estimar o rendimento do filé, devendo ser desenvolvidos novos estudos para se obter um modelo mais confiável.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*, relações morfométricas, seleção fenotípica.

ABSTRAC. Prediction of yield and weight of Nile tilapia fillet. The rearing of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its fillet have shown a vigorous market expansion in Brazil and worldwide. Therefore, a regression model obtained from external physical parameters, of easy observation, which can predict the yield and weight of fillet, making it possible to select individuals with higher yield potential. The objective of this work was to obtain a model that allows a prediction of fillet yield and weight, based on morphometric measurements and weight. Data were collected on 890 individuals and the measured characters were: total length (TL), standard length (CP), length of the head (CC) and the stem (CTR), height of the head (CA1), lumbar height (AL), height flow (CA2), lumbar thickness (EL) and throughput (EC), body weight (PESO), fillet weight (FW) and yield of fillet (RF). A linear regression analysis was performed, with PF and RF as dependent variables. The R^2 for the model of the FP was 0.80 – a satisfactory result – suggesting that the body measurements are reliable for estimating fillet weight. For the RF model, R^2 was 0.16, which is not adequate to estimate fillet yield, requiring further studies in order to obtain a reliable model.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, morphometric relationships, phenotypic selection.

Introdução

A tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* foi introduzida no Brasil em 1971, procedente da Costa do Marfim, África (CASTAGNOLLI, 1992; MAINARDES-PINTO et al., 1989), é considerada uma das principais espécies para alicerçar a expansão da piscicultura industrial nacional, visto sua facilidade de adaptação às condições climáticas do país (MAINARDES-PINTO et al., 1989). Outro fator que contribuiu para o crescimento da atividade foi as características relativas à carne, como o elevado

valor nutricional, pelos baixos teores de gordura, e a excelente textura e paladar (SOUZA; MARANHÃO, 2001).

A produção de tilápias aumentou de 35 mil t em 2001 para 68 mil t em 2005, tornando o Brasil o 6º produtor mundial (KUBITZA, 2007). O autor ainda observa que a produção mundial de tilápias cultivadas ultrapassou 2 milhões de t. Com a intensificação das criações de tilápia, houve procura por linhagens com melhor desempenho produtivo, caso da tilápia tailandesa (*O. niloticus*) introduzida no Brasil em 1996 (ZIMMERMANN, 2000).

A partir dos anos 80, a piscicultura nacional se tornou uma atividade economicamente estruturada, constituída principalmente por pequenos produtores, sendo muitas vezes uma atividade complementar da propriedade (SCORVO-FILHO et al., 2006).

Tendo a tilápia e o seu filé, aumentados em importância econômica, surge a necessidade de estimar o rendimento e o peso do filé de forma simples, barata e precisa.

De acordo com Queiroz et al. (2005), um índice deve ser mensurado o mais cedo na vida dos indivíduos, com facilidade, baixo custo, contribuindo assim para a seleção de animais. Uma alternativa prática para a formulação de um modelo que estime o rendimento e o peso do filé pode ser obtida por modelos estatísticos (SIMÕES et al., 2007). Estudos para selecionar peixes com melhor rendimento de filé são concentrados no uso de medidas corporais e, muitos destes trabalhos têm apresentado baixa relação linear entre rendimento do filé e as características corporais, mas alta relação com o peso do filé (RUTTEN et al., 2004).

Objetivou-se com este trabalho obter um modelo de regressão linear que permita prever o rendimento e o peso do filé de tilápias-do-Nilo, a partir de medidas morfométricas e do peso corporal.

Material e métodos

O experimento foi conduzido com tilápias-do-Nilo na empresa Bioalevinus, situada no distrito de Pedro Palácios, latitude 19°49' longitude 40°22', município de Ibiracú, Estado do Espírito Santo.

A região apresenta clima tropical e baixa altitude, 40 m acima do nível do mar.

Para elaboração dos modelos, 890 exemplares foram insensibilizados com gelo e abatidos, nos dias 13, 14, 15 e 16 de janeiro de 2007, obtidos de dois sistemas de criação, um intensivo (150 kg m⁻³) e outro semintensivo (2,5 peixes m⁻² de lâmina de água).

Foram avaliadas as características: peso, comprimento total (CT), comprimento da cabeça (CC), comprimento-padrão (CP), altura da cabeça (AC1), altura lombar (AL), altura caudal (AC), obtidas com um ictiômetro, com 1 cm de precisão e a espessura lombar (EL), espessura caudal (EC), com um paquímetro, de 0,02 mm de precisão. O comprimento do tronco foi obtido da subtração comprimento da cabeça do comprimento total (CTR = CP - CC) (Figura 1). Já o peso do corpo (PESO) foi mensurado com a utilização de balança, com 1 g de precisão, assim como o peso do filé (PF), após o beneficiamento dos exemplares. A partir do peso do filé e do peso do corpo, obteve-se o rendimento do filé (RF = (PF/PESO) x 100) (Tabela 1).

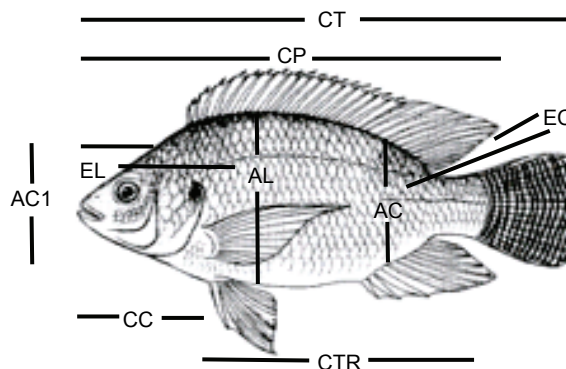


Figura 1. Medidas morfométricas da tilápia. Comprimento total (CT), comprimento-padrão (CP), comprimento da cabeça (CC), altura da cabeça (AC1), altura do corpo (AL), altura da caudal (AC), espessura da lombar (EL), espessura caudal (EC) e comprimento do tronco (CTR).

Tabela 1. Características morfométricas e de peso de 890 exemplares de tilápia-do-Nilo.

Característica	média ± desvio-padrão
Comprimento total (cm)	34,27 ± 2,14
Comprimento-padrão (cm)	27,93 ± 1,82
Comprimento da cabeça (cm)	8,45 ± 0,62
Altura da cabeça (cm)	9,01 ± 0,99
Altura do corpo (cm)	11,36 ± 0,91
Altura da caudal (cm)	10,51 ± 0,92
Espessura da lombar (cm)	4,46 ± 0,41
Espessura caudal (cm)	2,79 ± 0,38
Comprimento do tronco (cm)	19,47 ± 1,51
Peso do filé (g)	266,64 ± 47,87
Peso (g)	833,82 ± 140,51
Rendimento de filé (%)	32,03 ± 2,82

Na unidade de beneficiamento de tilápia no município de Muniz Freire, Estado do Espírito Santo, a filetagem foi realizada manualmente em cinco etapas, cada uma por uma fileteadeira, a fim de se minimizar variações na tomada das medidas. Inicialmente, eram retiradas as nadadeiras e a cabeça dos peixes, em seguida eram eviscerados e, posteriormente, a pele era removida. Nas duas últimas etapas, realizou-se a filetagem com a remoção da parte óssea seguida do toailete obtendo-se o filé.

Para o ajustamento das medidas corporais foi utilizado o modelo: $Y_{ij} = \mu + GC_i + \beta \cdot PESO_{ij} + \varepsilon_{ij}$, em que Y_{ij} representa as medidas morfométricas CT, CP, AC, AC1, CC, AL, EL e EC; μ é a constante inerente aos dados, GC_i é o efeito fixo de grupo contemporâneo ($GC_1 = 200$ indivíduos do sistema semintensivo, abatidos no dia 1, $GC_2 = 250$ indivíduos do sistema intensivo abatidos no dia 2, $GC_3 = 250$ indivíduos do sistema intensivo, abatidos no dia 3 e $GC_4 = 190$ indivíduos do sistema semintensivo, abatidos no dia 4), e β é o coeficiente de regressão de peso corporal, PESO é a covariável peso corporal, e ε_{ij} é o efeito residual.

O efeito do GC foi significativo ($p < 0,01$) sendo todas as características (CT, CC, CP, CTR, AC1, AL, AC, EL, EC, PF e PESO) ajustadas para este efeito. O RF foi calculado usando as características PF e PESO corrigidas.

Para a análise do peso e rendimento do filé foi utilizado o modelo $Y_{ij} = \mu + CG_i + \varepsilon_{ij}$, em que Y_{ij} é PF ou RF e μ , CG_i e ε_{ij} como previamente descritos.

Para a obtenção dos modelos de predição do peso e rendimento de filé foram usados modelos de regressão linear incluindo as medidas corporais (CT, CC, CP, CTR, AC1, AL, AC, EL e EC) como variáveis independentes e peso de filé (PF) e rendimento de filé (RF) como variáveis dependentes.

Os dados foram submetidos a análises de correlação e regressão múltipla utilizando-se o procedimento *stepwise* do programa SAS (2002).

Resultados e discussão

Os valores obtidos para o rendimento de filé ($32,03\% \pm 2,82$) estão de acordo com os encontrados na literatura. Souza e Maranhão (2001) relataram que o rendimento de filé está relacionado ao peso bruto do peixe, apresentando valores em torno de 25 a 42%. Porém, a maioria dos valores de rendimento de filé são inferiores a 40% (SOUZA et al., 2006).

Os valores de correlação entre a maioria das características corporais (CT, CP, CC, CTR, AC1 e PESO) e o RF, geralmente, assumiram negativos, embora baixos. Já AC, EL e EC apresentaram correlações positivas, embora baixas, com RF. Rutten et al. (2004) também observaram pouca relação entre medidas corporais e peso do filé com o rendimento do filé (Tabela 2).

Embora tenha apresentado baixas correlações, para as tilápias em peso de abate, espera-se que a seleção de animais com altura e comprimento menores da cabeça, juntamente com maiores valores de espessura lombar e caudal, proporcione maior rendimento de filé.

De fato, peixes com cabeça proporcionalmente menor tendem a apresentar maior volume de carne permitindo melhor aproveitamento do filé durante a filetagem. Apesar de que em valores absolutos do comprimento da cabeça há uma relação direta com o índice de massa de filé (SOUZA et al., 2005).

Dentre as características avaliadas, a que apresentou maior correlação com PF foi o PESO. A correlação de 0,87 entre esses dois caracteres indica que o aumento do peso total proporcionará incremento do peso do filé, destacando que 75,7% da variação do PF pode ser explicada pela variação do PESO.

Souza et al. (2000) observaram que o peso do filé foi influenciado pela categoria de peso, porém o tipo de corte da cabeça não interferiu nesses resultados. Rutten et al. (2004) também observaram uma forte e quase linear relação entre medidas corporais e peso do filé, porém estas relações apresentam pouca aderência com o rendimento do filé. Estes autores ainda concluem que o peso corporal é o melhor parâmetro para prever o rendimento do filé. Entretanto, a correlação negativa existente entre o PESO e o RF indica que quanto maior e mais pesado o peixe, menor será o RF, sendo necessários maiores estudos para o estabelecimento da faixa de peso ideal para o abate das tilápias.

Os ganhos do rendimento de filé estão fortemente associados aos tipos de filetagem. Por não existir um padrão de filetagem, há divergências quanto ao método que proporcionará melhores taxas de rendimento de filé, maior facilidade operacional e menor tempo de processamento (SOUZA et al., 2006). Essa variação está relacionada com a faixa de peso de abate, método de filetagem, destreza do filetador (SOUZA et al., 2000), anatomia do peixe, ajuste das máquinas filetadoras (SOUZA; MARANHÃO, 2001) e demais características inerentes ao pescado processado, às pessoas envolvidas na filetagem e aos equipamentos empregados.

A correlação entre PESO e PF é, geralmente, alta; já PESO e RF, geralmente, são pouco correlacionados (CIBERT et al., 1999).

Tabela 2. Correlações de Pearson entre as características de 890 exemplares de tilápia-do-Nilo.

	CC	CP	CTR	AC1	AL	AC	EL	EC	PESO	PFILE	RF
CT	0,4001	0,6248	0,4852	0,3445	-0,2709	-0,4232	-0,3617	-0,2146	-0,0395	-0,1811	-0,2803
CC		0,2679	-0,1209	0,4795	0,0392	-0,182	-0,1844	-0,2125	0,0328	-0,1353	-0,3261
CP			0,9240	0,1134	-0,3106	-0,3163	-0,3133	-0,1483	-0,0156	-0,1111	-0,1907
CTR				-0,0729	-0,3359	-0,2541	-0,2502	-0,0689	-0,0294	-0,0611	-0,0672
AC1					-0,0223	-0,2529	-0,2786	-0,0947	-0,0727	-0,2049	-0,2625
AL						0,4703	0,1929	0,0706	0,1177	0,1333	0,0419
AC							0,3284	0,1861	0,0827	0,1781	0,1864
EL								0,3563	0,1196	0,2186	0,2149
EC									0,0725	0,1733	0,2058
PESO										0,8742	-0,1212
PFILE											0,3685

Comprimento total (CT), comprimento da cabeça (CC), comprimento-padrão (CP), comprimento do tronco (CTR = CP-CC), altura da cabeça (AC1), altura lombar (AL), altura caudal (AC), espessura lombar (EL), espessura caudal (EC), peso corporal (PESO), peso do filé (PF) e rendimento do filé (RF).

Nas Tabelas 3 e 4 podem ser encontrados os resultados da análise de regressão utilizando o procedimento *stepwise* para as variáveis dependentes PF e RF.

Tabela 3. Modelo para peso de filé (PF): Intercepto, estimativas dos coeficientes de regressão (b), R² parcial, R² do modelo e nível de significância.

Parâmetro	Estimativa (b)	R ² parcial	R ² do modelo	Significância
INTERCEPTO	237,4430	**	**	0,0001
PESO	0,2462	0,7643	0,7643	0,0001
CC	-9,9097	0,0269	0,7912	0,0001
AC1	-3,1205	0,0020	0,7932	0,0028
CT	-1,8192	0,0078	0,8010	0,0001
CTR	-2,2232	0,0016	0,8026	0,0028

PESO = peso corporal; CC = comprimento da cabeça; AC1 = altura caudal; CT = comprimento total e CTR = comprimento do tronco.

Para PF, os parâmetros significativos para compor o modelo foram: PESO, CC, AC1, CT e CTR, resultando em um modelo satisfatório para a predição do PF ($PF = 237,4430 + 0,2462 \times PESO - 9,9097 \times CC - 3,1205 \times AC1 - 1,8192 \times CT - 2,2232 \times CTR$), com bons resultados em função do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,80$, Tabela 3), indicando uma correlação de 0,89 entre os valores observados e previstos. Semelhantemente, Rutten et al. (2004), usando modelos de regressão linear, encontraram $R^2 = 0,95$ para o modelo de predição do rendimento de filé.

A característica PESO apresentou a maior contribuição para o R² (R^2 parcial = 0,76), mostrando a elevada importância desta característica na seleção para melhoramento do PF. A estimativa de coeficiente de regressão para o PESO foi 0,2462, indicando que para cada 100 g do PESO são obtidos 24,62 g de PF.

Para RF, os parâmetros significativos para compor o modelo foram: CC, CT, PESO, AC1 e CTR. O valor do R² obtido para este modelo de predição do RF foi 0,16 (Tabela 4), indicando uma correlação de 0,40 entre os valores observados e previstos ($RF = 59,4165 - 1,1853 \times CC - 0,20292 \times CT - 0,0083 \times PESO - 0,3393 \times AC1 - 0,2636 \times CTR$). A característica CC foi a que mais contribuiu para o R² (R^2 parcial = 0,10). Este modelo de regressão linear para RF apresentou resultados pouco consistentes, sendo o valor do R² total baixo, sugerindo que a utilização deste não foi eficiente para prever o RF. Rutten et al. (2004) também encontraram baixo R² (0,15) para o modelo de predição do RF, corroborando os resultados obtidos no presente estudo. Rutten et al. (2004) afirmaram ainda que a utilização dos modelos de regressão não-linear não apresentou melhores resultados. O melhoramento do rendimento de filé por meio da resposta de seleção correlacionada às medidas corporais ainda requer um trabalho intenso (RUTTEN et al., 2004). Rutten et al. (2005) sugerem que para avaliar o potencial de seleção individual para filé, são necessários parâmetros

genéticos. A adoção da metodologia BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*) para aumentar o rendimento do filé pode ser uma boa opção.

Tabela 4. Modelo de predição do rendimento de filé (RF) de tilápia: Intercepto, estimativas dos coeficientes de regressão (b), R² parcial, R² do modelo e nível de significância.

Parâmetro	Estimativa (b)	R ² parcial	R ² do modelo	Significância
INTERCEPTO	59,4165	**	**	0,0001
CC	-1,1853	0,1063	0,1063	0,0001
CT	-0,2029	0,0267	0,1330	0,0001
PESO	-0,0083	0,0144	0,1474	0,0001
AC1	-0,3393	0,0066	0,1540	0,0083
CTR	-0,2636	0,0066	0,1606	0,0083

CC = comprimento da cabeça; CT = comprimento total; PESO = peso corporal; AC1 = altura caudal; e CTR = comprimento do tronco.

As informações das estimativas dos coeficientes de regressão demonstraram associação negativa entre as características avaliadas e o RF, evidenciando que, tilápias-do-Nilo abatidas nesta faixa de peso ($833,82 \pm 140,51$ g) apresentaram uma tendência de queda do RF com o aumento das demais características significativas no modelo.

Recentemente, estudos de crescimento alométrico têm sido realizados com tilápia-do-Nilo para se obter melhores taxas de rendimento de filé, sendo possível calcular o peso ideal para o abate dos animais (SANTOS et al., 2007; SOUZA et al., 2005). Portanto, a realização de trabalhos com peixes abatidos em distintas faixas de peso pode indicar o peso corporal ideal para se obter melhor rendimento de filé.

Conclusão

O modelo de regressão linear adotado apresentou um bom ajuste para a predição do peso de filé. Já para o rendimento de filé, as medidas corporais do modelo não foram adequadas.

Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste, Fapemig e CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992.
- CIBERT, C.; FERMON, Y.; VALLOD, D.; MEUNIER, F. J. Morphological screening of carp *Cyprinus carpio*: relationship between morphology and fillet yield. **Aquatic Living Resources**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 1999.
- KUBITZA, F. Produção de pescado no mundo e a aquicultura. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 100, p. 14-23, 2007.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; VERANI, J. R.; ANTONIUTTI, D. M. Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 6, n. 1-2, p. 19-27, 1989.

- QUEIROZ, S. A.; PELICIONI, L. C.; SILVA, B. F.; SESANA, J. C.; MARTINS, M. I. E. G.; SANCHES, A. Selection indices for a dual purpose breed caracu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 827-837, 2005.
- RUTTEN, M. J. M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Modeling fillet traits based on body measurements in three Nile tilapia strains (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v. 231, n. 1-4, p. 113-122, 2004.
- RUTTEN, M. J. M.; BOVENHUIS, H.; KOMEN, H. Genetic parameters for fillet traits and body measurements in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) **Aquaculture**, v. 246, n. 1-4, p. 125-132, 2005.
- SANTOS, V. B.; FREITAS, R. T. F.; SILVA, F. F.; SILVA, F. F.; FREATO, T. A. Avaliação de curvas de crescimento morfométrico de linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1486-1492, 2007.
- SAS-Statistical Analysis System. **Versão 9.0**. Cary: SAS Institute Inc., 2002.
- SCORVO-FILHO, J. D.; MAINARDES PINTO, C. S. R.; VERANI, J. R.; SILVA, A. L. Custo operacional de produção da criação de tilápias vermelha da flórida e tailandesa em tanques-rede de pequeno volume **Informações Econômicas**, v. 36, n. 10, p. 71-79, 2006.
- SIMÕES, M. R.; RIBEIRO, C. F. A.; RIBEIRO, S. C. A.; MURR, F. E. X. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 608-613, 2007.
- SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.
- SOUZA, M. L. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOBRAL, P. J. A.; KRONKA, S. N. Efeito do peso de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 51-59, 2005.
- SOUZA, M. L. R.; MARENGONI, N. G.; PINTO, A. A.; CAÇADOR, W. C. Rendimento do processamento da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): tipos de corte da cabeça em duas categorias de peso. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 701-706, 2000.
- SOUZA, M. L. R.; FARIA, R. H. S.; SANTOS, L. D.; MATSUHITA, M.; SOUZA, N.; VISENTAINER, J. V. Análise do rendimento de filé da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem supreme. **Revista Aquicultura e Pesca**, v. 4, n. 11, p. 12-17, 2006.
- ZIMMERMANN, S. O bom desempenho das chitraladas no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 10, n. 60, p. 15-19, 2000.

Received on August 7, 2010.

Accepted on November 30, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.