

ÍNDICE

A IMPORTÂNCIA DA ACTIVIDADE RUMINAÇÃO, NA ESTRATÉGIA ALIMENTAR DOS BOVINOS EM PASTOREIO LIVRE DA SERRA DA PENEDA J. CÔRTE-REAL SANTOS e R. A da GRAÇA PINHEIRO	1
PIGMENTAÇÃO EM PEIXES P.V. SILVA, L.M.P. VALENTE e E.F.S. GOMES	13
ESTIMATIVA DO DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÓMICO DE UM CONJUNTO MOTOMECANIZADO PARA FENAÇÃO S.A. RIBEIRO, H.S. JÚNIOR e D.S. ABLAS	27
A CONCENTRAÇÃO DE UREIA NO LEITE COMO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO NA ALIMENTAÇÃO DA VACA LEITEIRA– REVISÃO A.R.J. CABRITA e A.J.M. FONSECA	37
CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA DA RAÇA BOVINA MERTOLENGA N. CAROLINO, J. PAIS, P. VENTURA, N. HENRIQUES e L. GAMA	61
TAMAÑO DEL PIENSO EN LA CRÍA EN CAUTIVIDAD DE <i>RANA PEREZI</i> SEOANE, 1885 M. REAL, M. A. CANDELAS e R. ÁLVAREZ	79
PRINCIPAIS CONTAMINANTES MINERAIS NAS ESPÉCIES DE CEFALÓPODES MAIS COMERCIALIZADAS EM PORTUGAL (PRÉMIO APEZ-IACA, 2003) D. SILVA, L. NUNES, H. LOURENÇO e L. DAPKEVICIUS	89

THE IMPORTANCE OF THE RUMINATION ACTIVITY IN THE FEEDING STRATEGY OF FREE-GRAZING BOVINES FROM PENEDA'S MOUNTAIN

J. CÔRTE-REAL SANTOS* e R. A da GRAÇA PINHEIRO**

* Divisão Produção Animal (DRAEDM) - Quinta do Pinhó, 4800-875 S. Torcato.

jonascrs@hotmail.com ** Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 4990 Ponte de Lima

(Aceite para publicação em 9 de Janeiro de 2003)

ABSTRACT

The farming system of bovines from Peneda's mountain is based on 24 h free-grazing from February until November. From the works about feeding behaviour by Pinheiro (1999) and Santos and Pinheiro (2001) was shown the importance of the rumination in the feeding strategy of these bovines. The main goal of this paper is to study the importance of the rumination activity. Besides feeding behaviour, which methodology is already stated in a former paper by Santos and Pinheiro (2001) we have studied the following parameters related to rumination: time spent in each period of rumination (DPR), number of regurgitations (NR) by rumination period, per season of the year and per hour of the day; number of chewings in each regurgitation (NMR) per season of the year, and if the animal was laid down or standing up; the time of each regurgitation (TR). The direct observation of the bovines when they were grazing was made by the method "focal-animal sampling" proposed by Altmann (1973) in observational periods of 24 h. As results we present the patterns of activities per season of the year where we point out the importance of the rumination. We have statistical tested the effects SEASON OF THE YEAR, LIGHT (night – day) and HOUR OF THE DAY (am – pm) related to NR and besides these ones, we have also tested the POSITION OF THE ANIMAL (laid down – on foot) in NMR. We intend to present an evolution on the method proposed by Balent and Gibon (1986) to value the ingestion capacity of free-grazing bovines. Related to the ingestion capacity we present the correlations and regression lines between the parameters that we have studied in the rumination activity. As the main conclusion we may say that, although still needed more work to do on this matter, there is a correlation ($r = 0.7$) between the ingestion capacity (QI) and the time that is spent to ruminate (DPR). Because there is a high correlation ($r = 0.93$) between DPR and NR we can calculate the ingestion capacity of a free-grazing bovine from the Peneda's mountain through a regression line between NR and QI.

Key-words: bovines, focal-animal sampling, free-grazing, Peneda's mountain

A IMPORTÂNCIA DA ACTIVIDADE RUMINAÇÃO, NA ESTRATÉGIA ALIMENTAR DOS BOVINOS EM PASTOREIO LIVRE DA SERRA DA PENEDA

RESUMO

O sistema de criação de bovinos da Serra da Peneda assenta no regime de pastoreio livre de Fevereiro a Novembro. Dos estudos realizados sobre o comportamento alimentar dos bovinos da Serra da Peneda por Pinheiro (1999) e Santos e Pinheiro (2001) ressalta o papel importante da actividade *ruminação* na estratégia alimentar destes bovinos, pelo que o objectivo deste trabalho é o de estudar a importância efectiva desta actividade. Pretende-se também apresentar uma evolução do método proposto por Balent e Gibon (1986) para a quantificação da ingestão de bovinos em pastoreio, que permita facilitar a estimativa deste cálculo. Para além do comportamento alimentar, cuja metodologia foi descrita por Santos e Pinheiro (2001), são estudados os seguintes parâmetros relativos à *ruminação*: duração do período de ruminação (DPR), número de regurgitações (NR) por período de ruminação em função da época do ano e da hora do dia (DIA/NOITE e AM/PM); número de mastigações por regurgitação (NMR) em função da época do ano, da posição do animal (DEITADO/EM PÉ) e da hora do dia (DIA/NOITE e AM/PM); o tempo de cada regurgitação (TR). A observação directa dos bovinos em pastoreio foi feita com base no método "focal-animal sampling" (Altmann, 1973), em períodos de observação de 24 h. Nos resultados apresentam-se os padrões de actividade dos bovinos por períodos de 24 h onde se salienta através de uma comparação sequencial para cada época do ano, a importância desta actividade. Foram testados estatisticamente os efeitos ÉPOCA DO ANO, LUZ e HORA DO DIA relativamente ao parâmetro NR e o efeito POSIÇÃO DO ANIMAL relativo ao parâmetro NMR. No que diz respeito ao cálculo da ingestão de bovinos em pastoreio apresentam-se as correlações e equações de regressão entre os parâmetros analisados na *ruminação*. Como principal conclusão constata-se que existe uma correlação ($r=0,7$) entre a capacidade de ingestão de um bovino em pastoreio com o tempo que é gasto na *ruminação* (DPR). Devido a uma elevada correlação ($r=0,93$) entre DPR e NR pode-se inferir que com base neste último parâmetro é possível estimar, através de uma equação de regressão, a capacidade de ingestão de um bovino em pastoreio na Serra da Peneda.

Palavras-chave: bovinos, observação directa, pastoreio livre, Serra da Peneda

INTRODUÇÃO

O estudo dos sistemas alimentares de bovinos em pastoreio reveste alguns aspectos metodológicos que importa considerar. Assim, o regime de pastoreio

dos bovinos, as condições orográficas do terreno, o tipo de vegetação disponível e o tipo de bovino são factores determinantes para a escolha das metodologias a utilizar. O conhecimento do sistema alimentar a que um bovino está sujeito pressupõe à partida saber qual a capacidade de ingestão alimentar em quilogramas de matéria seca por dia destes animais. Quando os bovinos, como é o caso dos da Serra da Peneda, estão em pastoreio livre, 24 sobre 24 h desde Fevereiro até Novembro (cerca de 10% do efectivo da Serra da Peneda pastoreia livremente durante todo o ano) as metodologias disponíveis para o cálculo da ingestão alimentar não são muitas nem de fácil aplicação, já que a utilização de determinados materiais e equipamentos instalados no próprio animal, como os propostos por Chambers *et al.* (1981), Penning *et al.* (1984), Brun (1984), Decuq *et al.* (1996) ou Rutter *et al.* (1997) tornar-se-iam num grande insucesso como foi comprovado, na utilização de emissores para radio-tracking que resultou na perda de 8 num total de 12 emissores, devido ao coçar do pescoço em troncos de árvore e em grandes calhaus. Um dos objectivos deste trabalho foi estudar a actividade ruminação devido à sua importância relativa no comportamento alimentar (Santos e Pinheiro, 2001) destes bovinos. O segundo objectivo foi o de encontrar dentro dos parâmetros estudados na actividade ruminação, quais os que teriam melhor correlação com a quantidade de alimento ingerida (QI) por um bovino num período de 24 h. Se conseguíssemos encontrar esta correlação então seria possível estimar QI a partir do conhecimento de alguns dos parâmetros estudados na actividade ruminação e, assim, diminuir o esforço e poupar recursos necessários para a utilização do método proposto por Balent e Gibon (1986), pelo menos, o que melhor se adapta às condições da Serra da Peneda.

MATERIALE MÉTODOS

A Serra da Peneda é uma montanha do Noroeste de Portugal, com altitude máxima de 1400 m, que ocupa três freguesias (Cabreiro, Gavieira e Sistelo) do concelho dos Arcos de Valdevez. De clima chuvoso (média anual superior a 2000 mm) e grandes amplitudes térmicas ($\#T > 20^{\circ}\text{C}$) apresenta declives muito acentuados (cerca de 20% do território tem declives superiores a 30%). O coberto vegetal desta serra é constituído por gramíneas (39%), arbustivas (34%), dicotiledóneas (20%) e solo nú (7%). Este trabalho foi realizado entre o Outono de 1998 e a Primavera de 2000. As observações foram feitas apenas em animais adultos.

Para a quantificação da ingestão dos bovinos em pastoreio utilizámos o

método proposto por Balent e Gibon (1986), onde a fórmula para cálculo da ingestão em pastoreio é a seguinte:

$$QI = \sum nBPm_j \times Q_j \times D_j \quad (1)$$

onde,

QI representa a quantidade ingerida em quilogramas de matéria seca por animal e por dia, nBPm_j representa o número de bocadas de preensão por minuto, Q_j representa a quantidade em gramas de matéria seca ingerida por bocada de preensão e D_j representa a duração de pastoreio em minutos. Após ter sido ensaiado e comparado se o nBPm_j, seria mais correctamente medido por contagem directa em períodos de 1, 5 ou 10 minutos, concluiu-se que a melhor opção seria a sua contagem por períodos de 1 minuto. Assim, foram efectuadas 5 repetições em cada animal para obter o nBPm_j. A determinação da Q_j, foi feita com base na observação do animal e por cópia do seu comportamento, em dois locais distintos: um próximo do animal (S1) (por vezes, o animal foi obrigado a afastar-se do local) e um outro numa zona próxima (S0) (num raio de 2 m) que o observador identificou como idêntica ao local onde o animal se encontrava, ainda de acordo com o método de Balent e Gibon (1986). A D_j, foi obtida pelo método “focal-animal sampling” (amostragem e focalização da observação num único animal, representativo da manada onde está inserido).

Foi sempre escolhida uma vaca adulta não prenhe de final de gestação), de acordo com Altmann (1973), em períodos de observação de 24 h, realizadas por equipas de dois elementos em turnos de 6 h. De salientar a dificuldade da logística em zonas de serra, para a realização de períodos de 24 h de observação, que acresce às dificuldades inerentes à própria observação dos animais. A medição da D_j, foi acompanhada pela recolha de informação sobre a preferência alimentar do bovino observado, bem como sobre as suas diferentes actividades comportamentais exibidas. Assim, definimos que a designação de “pastoreio” se refere à actividade de ingestão de alimentos, ou seja, o período de tempo em que o animal ou estava a mastigar ou estava no acto de preensão de alimentos. Como “deslocação” definimos o período de tempo em que o animal estava em nítida locomoção sem o acto de mastigar. Actividade “social” foi definida como aquela em que se incluía desde as funções de urinar e defecar, todos os comportamentos de higiene (lamber, coçar) e de relacionamento do animal observado com outros animais. Foi definido como “ruminação” a actividade em que se considerou o período de tempo desde o início da primeira regurgitação até ao momento final

da última deglutição. A definição da actividade de “descanso” consiste no período de tempo em que o animal estava imóvel, geralmente deitado, sem mastigar e sem estar em estado de alerta. Considerámos como “vigia” a actividade em que o animal não estando a mastigar levantava a cabeça de repente em nítido estado de alerta. A observação directa exige uma localização do observador muito próxima do animal, tendo obrigado a um período (entre 30 a 60 minutos) de adaptação entre o observador e o animal. Utilizámos um cronómetro com precisão às centésimas de segundo para o registo da duração das várias actividades observadas.

Na análise do comportamento alimentar incluímos dois outros factos, que ainda que não tenham nada de comportamental, interferem directamente na estratégia alimentar destes bovinos. Designámos por “cortes” o período de tempo em que os animais pernoitam dentro de instalações e onde não foi feita qualquer observação do comportamento alimentar. “Nevoeiro” significa isso mesmo e neste caso diminuiu o nosso tempo de observação devido à intensidade e rapidez com que apareceu.

No estudo da actividade *ruminação*, para além da componente do comportamento alimentar onde se obteve o tempo gasto nesta actividade, foi recolhida informação sobre os seguintes parâmetros: o número de períodos de ruminação num espaço de tempo de 24 h (PR); a duração em segundos de cada período de ruminação (DPR); o número de regurgitações (NR) em cada período de ruminação; o número de mastigações por regurgitação (NMR) em cada período de ruminação e o tempo gasto em cada regurgitação (TR).

A análise estatística foi realizada através do programa informático JMP, versão 3.2.2. do SAS Institute Inc. de 1989. Realizou-se uma análise de variância pelo método de Tuckey-Kramer HSD e pelo método dos quadrados médios mínimos (standard least squares) no caso das interacções. Foram calculados coeficientes de correlação e respectivas equações de regressão como métodos de tratamento de dados. Como medidas de dispersão foram calculadas médias e desvios padrões.

RESULTADOS

Na Fig. 1 apresenta-se o padrão de actividades, num período de 24 h, em função da estação do ano. No Quadro I estão ilustrados os valores dos parâmetros estudados, relativo à actividade ruminação assim como a sua análise estatística.

Como dado adicional, o tempo médio em segundos, gasto em cada

mastigação após regurgitação é de um segundo independentemente da época do ano.

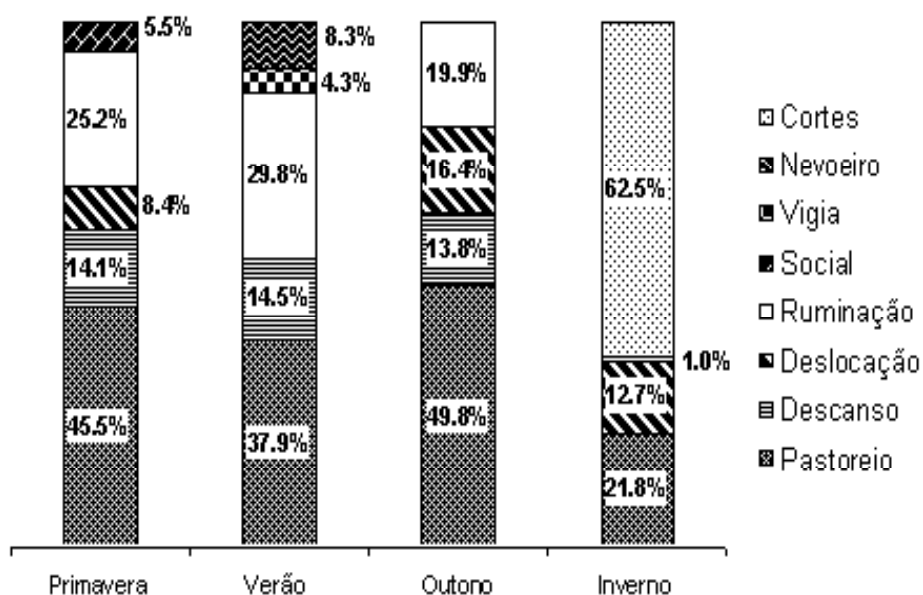
QUADRO I - ALGUNS DADOS (MÉDIA±DESVIO PADRÃO) CARACTERIZADORES DA RUMINAÇÃO.

□ POCA	n	PR	DPR *	NR ns	NMR *	TR **
Primavera	51	10	35,4 ± 6,51 a	35 ± 20,4	51 ± 9,9 a,b	49,9 ± 9,12 a,c
Verão	10	10	38,6 ± 23,40 a	34 ± 24,3	57 ± 5,0 a	57,4 ± 7,00 a,c
Outono	20	10	21,8 ± 1,38 b	22 ± 15,1	46 ± 7,7 b	47,4 ± 7,96 c
Inverno	1	1	14,7 ± 0,00 a,b	10	55 a,b	77,5 b

n- número de observações. PR – período de ruminação. DPR – duração de cada período de ruminação em minutos. NR – número de regurgitações. NMR – número de mastigações por regurgitação. TR – tempo de cada regurgitação em segundos. As médias na mesma coluna com a mesma letra não são estatisticamente diferentes para * p<0,05; ** p<0,01; ns – não significativo.

Para se saber quais as interligações que existem entre os vários parâmetros estudados relativos à actividade ruminação, apresentam-se no Quadro II os coeficientes de correlação obtidos.

No Quadro III estão ilustrados os resultados do efeito posição do animal (deitado/em pé) na actividade da ruminação.



NOTA: A legenda de "cortes" refere-se ao período em que os animais pernoveram dentro de estábulos, onde não se realizou qualquer observação.

Figura 1. Comportamento alimentar em função da época do ano.

QUADRO II – CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ESTUDADOS NA RUMINAÇÃO.

CORRELAÇÕES	DPR	NR	NMR	TR
DPR	1,00	0,93	0,20	-0,001
NR		1,00	0,07	-0,12
NMR			1,00	0,76
TR				1,00

DPR - duração de cada período de ruminação. NR – número de regurgitações. NMR – número de mastigações por regurgitação. TR – tempo de cada regurgitação em segundos.

QUADRO III – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO EFEITO POSIÇÃO DO ANIMAL.

EFEITO	DPR ***	NR ***	NMR ***	TR *
Deitado	48,1 ± 0,63 a	48 ± 0,5 a	53 ± 0,3 a	49,0 ± 0,38 a
Em pé	23,9 ± 1,23 b	26 ± 1,1 b	49 ± 0,7 b	47,1 ± 0,84 b

As médias na mesma coluna com a mesma letra não são estatisticamente diferentes para *** p< 0,001; * p<0,05. DPR - duração de cada período de ruminação em minutos. NR – número de regurgitações. NMR – número mastigações por regurgitação. TR – tempo de cada regurgitação em segundos.

No Quadro IV apresentam-se os resultados do efeito LUZ (noite/dia) na actividade ruminação.

QUADRO IV – ANÁLISE DE VARIÂNCIAS DO EFEITO LUZ.

EFEITO	DPR	NR	NMR
Dia	28,4 ± 0,74 a	37 ± 0,8 a	49 ± 0,4 a
Noite	48,1 ± 0,55 b	46 ± 0,5 b	53 ± 0,3 b

As médias na mesma coluna com a mesma letra não são estatisticamente diferentes para p<0,001. DPR - duração de cada período de ruminação em minutos. NR – número de regurgitações. NMR – número mastigações por regurgitação.

No Quadro V apresentam-se os resultados do efeito HORA do DIA (AM/PM) na actividade ruminação. Como os efeitos LUZ e HORA do DIA têm variações normais em função da estação do ano foram testadas estatisticamente as respectivas interacções, ou seja, ESTAÇÃO do ANO x LUZ e ESTAÇÃO do ANO x HORA do DIA cujos resultados estão ilustrados nos Quadros VI e VII. Nesta análise não foi incluída a estação do ano INVERNO, devido ao objectivo do trabalho pretender abordar as questões relativas ao pastoreio.

QUADRO V – ANÁLISE DE VARIÂNCIAS DO EFEITO HORA DO DIA.

HORA DO DIA	DPR ***	NR ***	NMR **	TR *
AM	35,2 ± 0,71 a	35 ± 0,7 a	53 ± 0,4 a	50 ± 0,44 a
PM	45,8 ± 0,62 b	48 ± 0,6 b	51 ± 0,3 b	49 ± 0,36 b

As médias na mesma coluna com a mesma letra não são estatisticamente diferentes para * p<0,05; ** p<0,01 e *** p<0,001. DPR - duração de cada período de ruminação em minutos. NR – número de regurgitações. NMR – número de mastigações por regurgitação. TR – tempo de cada regurgitação em segundos. AM – antes do meio dia. PM – depois do meio dia.

QUADRO VI – ANÁLISE DE VARIÂNCIAS (MENOR QUADRADO MÉDIO ± ERRO PADRÃO) DA INTERACÇÃO ESTAÇÃO DO ANO x LUZ (EA x LUZ).

EA x LUZ	DPR	NR	NMR	TR
PRIMAVERA-DIA	29,3 ± 0,80	40 ± 0,8	49 ± 0,5	49,6 ± 0,52
PRIMAVERA-NOITE	50,8 ± 0,61	48 ± 0,6	54 ± 0,4	48,3 ± 0,39
VERÇO-DIA	26,5 ± 2,15	19 ± 2,2	59 ± 1,6	59,2 ± 1,71
VERÇO-NOITE	67,5 ± 1,27	61 ± 1,3	55 ± 1,0	53,3 ± 0,99
OUTONO-DIA	27,1 ± 1,39	35 ± 1,4	47 ± 0,7	44,1 ± 0,71
OUTONO-NOITE	24,7 ± 1,10	26 ± 1,1	51 ± 0,7	52,5 ± 0,72

DPR - duração de cada período de ruminação em minutos. NR – número de regurgitações. NMR – número mastigações por regurgitação. TR – tempo de cada regurgitação em segundos. p<0,001.

QUADRO VII – ANÁLISE DE VARIÂNCIA (MENOR QUADRADO MÉDIO ± ERRO PADRÃO) DA INTERACÇÃO ESTAÇÃO DO ANO x HORA DO DIA (EA x HD).

EA x HD	DPR	NR
PRIMAVERA-AM	35,9 ± 0,74	37 ± 0,7
PRIMAVERA-PM	50,0 ± 0,74	54 ± 0,7
VERÇO-AM	47,1 ± 1,93	44 ± 1,8
VERÇO-PM	62,8 ± 1,50	55 ± 1,4
OUTONO-AM	22,8 ± 1,67	23 ± 1,6
OUTONO-PM	26,9 ± 1,13	32 ± 1,1

DPR - duração de cada período de ruminação em minutos. NR – número de regurgitações. p<0,001.

De acordo com a teoria de que a ingestão em ruminantes também é limitada pela repleção do rúmen (Faverdin e Bareille, 1998), ou seja, quanto maior for a quantidade de alimento ingerido maior é o tempo gasto pelo bovino a ruminar, num intervalo de tempo de 24 h, foi testado estatisticamente este princípio. Ainda que o coeficiente de correlação encontrado entre a quantidade de alimento ingerido (QI) e o tempo gasto na ruminação (DPR/24), num período de 24 h não seja muito elevado ($r = 0,65$), devido provavelmente ao número reduzido de observações ($n = 8$), apresentou-se a equação de regressão entre a quantidade de alimento ingerido (QI) em Kg de MS por dia (14,7 no Outono, 6,4 no Inverno, 13,7 na Primavera e 10,8 no Verão), de acordo com Santos e Pinheiro (2001) e a DPR/24, com um R^2 de 0,42.

$$QI = 7,05313 + 0,00021DPR/24$$

Contudo, esta correlação não trazia redução de recursos ou de esforço humano, já que se teria de obter o tempo gasto na actividade da ruminação num

período de 24 h, o que implicaria o esforço de observação do animal por aquele período de tempo. Assim, encontrou-se uma correlação entre o DPR/24 e o NR com um coeficiente de 0,93. Neste caso a equação de regressão que melhor se adapta é de grau 1 com um R^2 de 0,87.

$$\text{DPR}/24 = 938,284 + 59,345\text{NR}$$

Em seguida, procurou-se determinar até que número de períodos de ruminação seria necessário contar o número de regurgitações para que fosse estatisticamente significativo ($p < 0,05$) esta correlação. Verificou-se que com o NR de oito períodos de ruminação, independentemente da estação do ano, foi possível obter a seguinte equação de regressão de grau dois, com um coeficiente de correlação de 0,84 e um R^2 de 0,88.

$$\text{DPR}/24 = - 749,82 + 161,923\text{NR} - 0,27688\text{NR}^2$$

Assim, ainda que careça de confirmação experimental em estudos mais profundos, pode-se contudo avançar que com a contagem do número de regurgitações de oito períodos de ruminação é possível calcular o QI, ou seja, a quantidade de alimento ingerido por um bovino, num período de 24 h, em pastoreio na Serra da Peneda.

DISCUSSÃO

De uma forma geral, pode-se dizer que os animais passam cerca de 12 h em pastoreio, ou seja, em ingestão efectiva mais a necessária deslocação intercalada. Mandaluniz *et al.* (2000) e Balent e Gibon (1986), obtiveram períodos de pastoreio (ingestão mais deslocação) de cerca de 10 h, provavelmente, devido ao facto destes autores terem efectuado o registo apenas em período diurno e com uma metodologia diferente. A actividade ruminação (Fig. 1) representa cerca de 25% do tempo total das actividades desenvolvidas pelo animal ao longo de 24 h. A provável causa do maior período de ruminação na época do Verão poderá ser devida a um maior teor em MS da dieta do animal (37% de teor de MS das herbáceas no Verão contra 26% no Outono) (Faverdin e Bareille, 1998). De salientar que a época do Inverno é atípica, devido ao tempo de permanência nas cortes que condiciona toda a consequente estratégia alimentar destes bovinos.

Foram encontradas correlações importantes entre a DPR e o NR e o NMR e o TR. Por outro lado a correlação entre o NMR e o NR é muito baixa sendo as

correlações entre o TR com a DPR e com o NR, negativas.

O facto do efeito do ano não se manifestar no PR, assim como no NR, não é estranho, já que estes animais se encontram muito bem adaptados às condições edafo-climáticas existentes na Serra da Peneda, pelo que ajustam a sua estratégia alimentar de modo a maximizarem a sua eficiência em função da situação em que se encontram.

O efeito POSIÇÃO do ANIMAL manifesta-se apenas na DPR e no NR pois a posição em pé pode ser indicador de um estado de alerta, o que condiciona a actividade, enquanto o NMR e o TR sendo parâmetros mais condicionados fisiologicamente não sofrem este efeito.

O efeito LUZ manifesta-se naturalmente na DPR, sendo esta maior no período de noite do que de dia, pois a possibilidade de pastoreio é menor de noite devido a questões de visibilidade e de segurança (ataque do lobo), optando os animais por guardar este período para a ruminação. Como consequência, o NR e o NMR também são maiores no período de noite.

Por outro lado, o efeito HORA do DIA manifesta-se em todos os parâmetros por nós estudados na actividade ruminação, confirmando os efeitos ESTAÇÃO do ANO e LUZ.

No que diz respeito à influência do fotoperíodo (interacções ESTAÇÃO do ANO x HORA do DIA ($p < 0,001$) e ESTAÇÃO do ANO x LUZ ($p < 0,001$) resulta que o período de ruminação é maior no período PM em todas as estações do ano. O facto da diferença de tempo do período de ruminação entre AM e PM ser maior no Verão, confirma que provavelmente é devido ao maior teor de matéria seca do alimento já que o tempo gasto em pastoreio é menor neste período (Santos e Pinheiro, 2001).

Relativamente à evolução do método de Balent e Gibon (1986) que permite quantificar a ingestão de um bovino em pastoreio, julgámos que as indicações obtidas neste trabalho são animadoras, no sentido de realizar estudos mais detalhados para se obter maior certeza da validade deste método.

CONCLUSÕES

Uma questão que se tem colocado permanentemente é a escolha de metodologias exequíveis nas condições edafo-climáticas e de orografia da Serra, que permitam estudar o sistema alimentar deste tipo de bovinos com este regime de pastoreio, inseridos neste sistema de criação como foi referido por Santos (2000). A principal conclusão deste trabalho aponta para um estudo mais

aprofundado da ruminação pode ser decisivo para o conhecimento e entendimento da estratégia alimentar destes bovinos que pastoreiam livremente, 24 sobre 24 h durante 10 meses no ano na Serra da Peneda. A contagem do número de regurgitações de oito períodos de ruminação permite possível calcular o QI, ou seja, a quantidade de alimento ingerido por um bovino, num período de 24 h, em pastoreio na Serra da Peneda.

AGRADECIMENTOS

Sem a colaboração dos vários grupos de alunos da Escola Profissional de Agricultura Conde São Bento de Santo Tirso, na execução dos trabalhos de campo assim como da Associação de Criadores da Raça Minhota (APACRA) no apoio logístico não teria sido possível a realização deste trabalho. A eles o nosso muito obrigado.

BIBLIOGRAFIA

- ALTMANN, J., 1973. Observational study of behaviour: sampling methods. University of Chicago, Illinois. U.S.A., pp. 227- 265.
- BALENT, G. e GIBON, A ., 1986. Mesure de l'ingestion des Ovins et des Bovines au Pâturage Hors Domaine Expérimental dans les Pyrénées Centrales. Cahiers de la Recherche Développement n° 9-10, pp. 84-91.
- BRUN, J.P., PRACHE, S. e BECHET, G.,1984. A portable device for eating behaviour studies. Proceedings of the 5th European Grazing Workshop, Edinburg, UK.
- CHAMBERS, A.R.M., HODGSON, J. e MILNE, J.A.,1981. The development and use of equipment for the automatic recording of ingestive behaviour in sheep and cattle. Grass and Forage Science, 36: 97-105.
- DECUQ, F., MICOL, D. e DUBROEUCQ, H.,1996. Utilisation du système d'enregistrement automatique du comportement alimentaire "Ethosys" sur des troupeaux de bovins et de cheveaux. Renc. Rech. Ruminants, 3: 74.
- FAVERDIN, P. e BAREILLE, N., 1998. Lipostatic regulation of feed intake in ruminants. In: D. van der Heide, E. A Huisman, E. Kanis, J.W.M.Osse e M.W.A Verstegen (eds.), Regulation of feed intake. Cabi Publishing, Wageningen, pp. 89-102.
- MANDALUNIZ, N., ALDEZABAL, A. e OREGUI, L.M., 2000. Mountain grazing activity and diet selection of beef cattle in a natural park of the Basque Country, preliminary data. Livestock Farming Systems, Integrating animal science advances into the search for sustainability. EAAP Publication n° 97, pp. 179-182.
- PENNING, P.D., STEEL, G.L. e JOHNSON, R.H., 1984. Further development and use of an automatic recording system in sheep grazing studies. Grass and Forage Science, 39: 345-351.
- PINHEIRO, R., 1999. Avaliação do período de pastoreio de bovinos em zonas de montanha. Relatório final de curso em Engenharia Agro-Pecuária, Escola Superior Agrária de Ponte do Lima, 69 p.

- SANTOS, J. C-R., 2000. Sistema de criação dos bovinos na Serra da Peneda. In: Graça L.L., e Santos H.M.R.(editores), Cadernos da Montanha. Peneda I. PAMAF0036, pp. 106-119.
- SANTOS, J. C-R. e PINHEIRO, R.A.G., 2001. Bovinos em pastoreio na Serra da Peneda - estudo da estratégia alimentar. Revista Pastagens e Forragens, (em publicação).
- RUTTER, S.M., CHAMPION, R.A. e PENNING, P.D., 1997. An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. Appl. Anim Behaviour Science, pp. 185-194.

FISH PIGMENTATION

P.V. SILVA¹, L.M.P. VALENTE^{1,2} e E.F.S. GOMES^{1, 2}

¹ CIIMAR, R. dos Bragas, 177, 4050-123 Porto; ² ICBAS, Universidade do Porto, 4000-Porto

(Aceite para publicação em 18 de Fevereiro de 2003)

ABSTRACT

Fishes, like other animals, can't synthesize the carotenoids *de novo*, and they depend entirely on dietary supplement to achieve a natural pigmentation. Carotenoid pigments such as astaxanthin and canthaxanthin are widely used as dietary supplements in diets for salmonids as a method for inducing the typical wild red colour of the flesh. Astaxanthin is reduced to lutein and canthaxanthin to β -carotene by analogous metabolic routes. Both carotenoids are further metabolised into vitamin A. Carotenoid are mainly deposited in skin, gonads and flesh. Carotenoid absorption and retention are affected by fish specie, size, age and sexual maturation. The effect of carotenoid pigment deposition in the flesh also depends on genetic factors. The type of the pigment present in the diet and the diet composition may also affect the fish pigmentation. Furthermore, the absence of significant effects of water temperature and salinity on flesh pigmentation indicates that the data pertaining to strategies for pigmentation of fish in freshwater can be applied to fish held in the marine environment without making significant practical errors.

Key-words: astaxanthin, carotenoids, color, fish, pigmentation, salmonids

PIGMENTAÇÃO EM PEIXES

RESUMO

Os peixes, a exemplo de outros vertebrados superiores, são incapazes de sintetizar carotenóides "de novo", dependendo assim totalmente dos carotenóides da dieta para obterem a sua pigmentação natural. A astaxantina e a cantaxantina são os carotenóides mais utilizados nas dietas dos salmonídeos, de modo a produzirem uma pigmentação semelhante à dos peixes selvagens. A astaxantina é reduzida a luteína e a cantaxantina a β -caroteno através de rotas metabólicas semelhantes. Os dois carotenóides são depois convertidos em vitamina A. Estes pigmentos encontram-se depositados em diferentes órgãos com incidência na pele, nas gónadas e no músculo. A absorção e a retenção dos carotenóides variam com a espécie, tamanho, idade e maturidade sexual do peixe. A sua acumulação no músculo depende também de factores genéticos. O tipo de pigmento utilizado na dieta e a

composição da mesma podem ainda afectar a pigmentação dos peixes. Por outro lado, a influencia de factores ambientais não é significativa, o que sugere que as estratégias utilizadas na pigmentação em água doce podem ser aplicadas em água salgada.

Palavras - chave: astaxantina, carotenóides, cor, peixes, pigmentação, salmonídeos

INTRODUÇÃO

Os carotenóides são os pigmentos predominantes em muitos animais aquáticos. Nos peixes eles são depositados em diferentes órgãos mas principalmente na pele e nas gónadas, sendo a maioria dos compostos encontrados xantofilas dicíclicas (C40) (Goodwin, 1962; Simpson *et al.*, 1981). Na pele, ocorrem vulgarmente em células especializadas, os cromatóforos, desempenhando um papel muito importante na cor dos animais (Goodwin, 1962).

Os carotenóides nos peixes estão normalmente associados a situações de camuflagem ou de cortejamento (Christiansen *et al.*, 1995), no entanto, poderão ter outras funções. Foi já demonstrado que a astaxantina tem um efeito positivo no crescimento e sobrevivência do salmão, *Salmo salar* (Christiansen *et al.*, 1995) podendo dar origem à vitamina A, tanto nesta espécie (Thompson *et al.*, 1995) como na truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Guillou *et al.*, 1989). Embora os carotenóides estejam presentes no músculo de várias espécies de peixes (Simpson *et al.*, 1981), a cor vermelha deste tecido, resultante da fixação dos carotenóides, é um atributo característico de alguns géneros de salmonídeos. Estes peixes, tal como os outros animais são incapazes de sintetizar carotenóides “de novo” dependendo, assim, totalmente dos carotenóides da dieta para obterem a sua pigmentação natural. A cor vermelha apresentada pelo músculo é um dos critérios de qualidade mais importantes e mais apreciado pelos consumidores. A inexistência de pigmentação na carne destes peixes dificulta a sua aceitação no mercado, tornando fundamental o uso de carotenóides na sua alimentação artificial. Os trabalhos científicos desenvolvidos sobre a utilização de carotenóides na pigmentação dos peixes têm sido realizados essencialmente com salmonídeos, o que explica a falta de conhecimento da utilização destes pigmentos por outras espécies.

A astaxantina e a cantaxantina são os carotenóides mais utilizados nas dietas dos salmonídeos de modo a produzir uma pigmentação semelhante à dos peixes selvagens. Utiliza-se, preferencialmente, a astaxantina porque produz uma pigmentação idêntica à natural e é mais eficientemente depositada (Foss *et al.*, 1984; Storebakken *et al.*, 1987). As rotas metabólicas da astaxantina e da

cantaxantina conduzem à formação de xantofilas amarelas e carotenos. A astaxantina é reduzida a luteína via β - adonixantina, enquanto que a cantaxantina é reduzida a β - caroteno via equinenona (Fig. 1) (Storebakken e Liaaen-Jensen, 1987). Nos animais o β -caroteno pode originar por clivagem central da sua cadeia, duas moléculas de vitamina A, por acção da enzima 15, 15' β -caroteno dioxigenase (Goodwin, 1962). A truta arco-íris (Thompson *et al.*, 1995) e o salmão (Storebakken *et al.*, 1991) também conseguem converter cetocarotenóides em vitamina A₁ e em vitamina A₂.

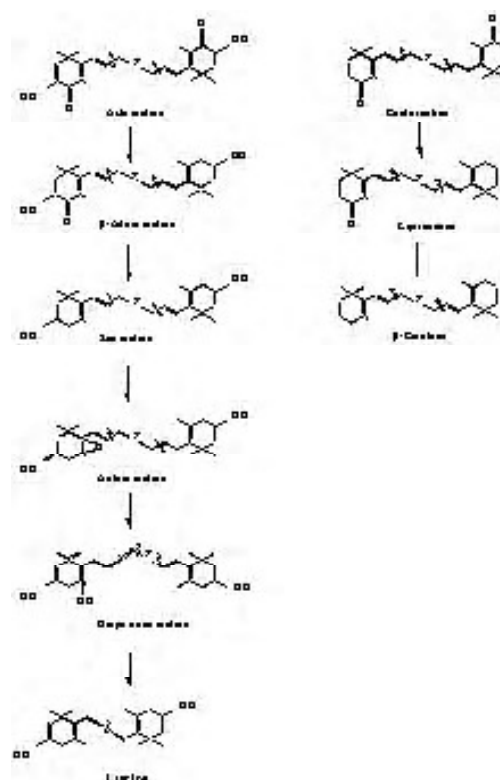


Figura 1. Metabolismo da astaxantina e da cantaxantina na pele da truta arco-íris (Schiedt *et al.*, 1985).

DISTRIBUIÇÃO DOS CAROTENÓIDES

Pele

Uma percentagem relativamente grande do total de carotenóides no corpo dos salmonídeos imaturos e dos machos sexualmente maduros encontra-se na pele (Schiedt *et al.*, 1988a, b; Bjerkeng *et al.*, 1992; Hatlen *et al.*, 1996), numa

banda avermelhada ao longo da linha lateral. Eles estão localizados em células especializadas, os cromatóforos (Goodwin, 1962).

Quando os peixes são alimentados com astaxantina, os carotenóides encontrados na pele são maioritariamente a astaxantina e os seus esteres. Quando são alimentados com cantaxantina, verificam-se níveis elevados de derivados metabólicos (Bjerkeng *et al.*, 1990, 1992; No e Storebakken, 1992). Aproximadamente 15% dos metabolitos resultantes da rota metabólica redutiva da astaxantina foram observados na pele da truta arco-íris após a ingestão de astaxantina marcada (Schiedt *et al.*, 1985), embora não seja conhecido o local onde ocorre o metabolismo redutivo (Hatlen, 1997). Contrariamente ao verificado em salmonídeos, ao fim de 6 semanas de alimentação, independentemente da dieta utilizada, verificou-se que a pele da dourada (*Sparus aurata*) era essencialmente constituída por ésteres de luteína e de epiluteína (Gomes *et al.*, 2002), o que confirma o que já foi observado em outros trabalhos, ou seja, que a maior parte dos carotenóides hidroxilados encontrados na pele estão na forma esterificada (Hata e Hata, 1975; Choubert e Luquet, 1983).

Gónadas

Os carotenóides foram encontrados nos ovários, óvulos e ovos fertilizados das fêmeas e nos testículos e líquido seminal dos machos (Czeczuga e Bartel, 1989). Nos salmonídeos os carotenóides são transferidos do músculo para as gónadas, quando os peixes estão sexualmente maduros. Segundo Storebakken e No (1992), nas fêmeas maduras do salmão a astaxantina é transportada do músculo ou do tracto gastrointestinal para os ovários, estando os carotenóides dos seus ovos associados a uma proteína da gema do ovo.

Músculo

O músculo dos salmonídeos apresenta tipicamente uma cor vermelha, devido à retenção de astaxantina e de cantaxantina livres neste tecido (Foss *et al.*, 1984; Storebakken *et al.*, 1986; Storebakken e Liaaen-Jensen, 1987). Com dietas suplementadas com astaxantina na forma esterificada observa-se no músculo da truta arco-íris, com um peso de 200-250 g, a presença de xantofilas amarelas (20-25%) como resultado do metabolismo da astaxantina. No entanto, não foi observada acumulação de xantofilas amarelas em trutas de maior tamanho (Schiedt *et al.*, 1986). A acumulação de zeaxantina e de outros metabolitos não é vulgarmente observada no músculo de trutas sexualmente maduras (Bjerkeng *et al.*, 1990). Tanto a astaxantina como a cantaxantina ligam-se à actomiosina do

músculo através de ligações hidrofóbicas fracas (Bjerkeng *et al.*, 1992). Na truta, a cantaxantina é apenas depositada no músculo branco dos peixes; o músculo vermelho não tem carotenóides na sua composição, o que pode estar relacionado com o facto de possuir uma actomiosina com composição diferente, ou apenas por se tratar de um tecido fisiologicamente distinto (Storebakken e No, 1992). A ligação ao músculo não é específica para a astaxantina e cantaxantina, o que segundo Storebakken e No (1992) se deve ao facto do anel β -ionona se ligar na superfície da actomiosina no sítio de ligação hidrofóbica, enquanto que os grupos ceto e hidroxilo contribuem apenas para a estabilidade do complexo, através de ligações de hidrogénio fracas. A astaxantina estabelece duas ligações hidrofóbicas por anel ficando, assim, mais fortemente ligada à actomiosina do que os outros carotenóides. Trabalhos recentes com dourada demonstraram, no entanto, que este peixe, dito de carne branca, praticamente não acumulava pigmentos no músculo, ao contrário do verificado na sua pele (Gomes *et al.*, 2002).

FACTORES QUE AFECTAM A PIGMENTAÇÃO DOS PEIXES

Espécie, tamanho, idade e maturidade sexual do peixe

A absorção e retenção dos carotenóides varia com a espécie de peixe considerada. Entre os salmonídeos, o salmão pigmenta menos do que a truta arco-íris (Foss *et al.*, 1984; Storebakken *et al.*, 1986), o que na prática permite que a truta seja pigmentada em menos tempo ou com dietas com níveis inferiores de carotenóides. Quando a pigmentação está relacionada com o período de alimentação, a truta arco-íris sendo de crescimento rápido é a que pigmenta com maior facilidade. A truta marisca (*Salmo trutta*) cresce mais lentamente, mas pigmenta melhor do que a truta arco-íris, quando a pigmentação está relacionada com o crescimento. O salmão, que ocupa uma posição intermédia em termos de crescimento, é o que pigmenta menos nas duas situações descritas (Storebakken *et al.*, 1986). Esta diferença na pigmentação expressa as desigualdades que existem entre as espécies na retenção dos carotenóides.

A determinação química dos níveis de pigmentação fornece uma informação mais precisa da taxa de retenção de carotenóides do que a avaliação visual, embora esta seja importante como parâmetro de qualidade da carne dos peixes. Existe, contudo, uma boa correlação entre a avaliação visual da pigmentação e a sua determinação química até uma concentração de 6-7 mg de carotenóides por Kg de peixe (Foss *et al.*, 1984; Skrede *et al.*, 1990; Bjerkeng *et al.*, 1992). O tempo necessário para que a concentração de carotenóides no músculo seja

QUADRO I - TEMPO REQUERIDO PARA ATINGIR A CONCENTRAÇÃO DE 6 MG/KG DE CAROTENÓIDES NO MÚSCULO DE PEIXE.

Espécie	Peso Inicial (kg)	Ganho de peso (Kg)	Temp. (°C)		Duração (Sem.)	Fonte de carotenóides	Concentração de carotenóides na dieta (mg/kg)	Concentração de carotenóides músculo (mg/Kg)	Referência
			Temp.	Fonte					
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0,45	0,45	7-14	Água salgada	16	Ax	25	6,5	Bjerkeng <i>et al.</i> (1990)
	0,45	0,45	7-14	Água salgada	16	Cx	50	9,8	
	0,45	0,45	7-14	Água salgada	16	Cx	50	8,0	
	0,73	0,39	8	Água doce	12	Ax	50	6,2	Nc e Storebakken (1992)
	0,73	0,38	8	Água doce	12	Cx	100	6,4	
	0,73	0,41	8	Água salgada	12	Ax	50	7,1	
	0,73	-	8	Água salgada	12	Cx	100	7,3	
<i>Salmo salar</i>	1,16	1,12	-	Água salgada	24	Ax ₁	63	5,2	Storebakken e Goswami (1996)
	1,10	1,38	-	Água salgada	24	Ax ₂	63	7,0	
<i>Salvelinus alpinus</i>	0,60	0,939	10,5	-	15	Ax	65	5,56	Shahidi <i>et al.</i> , (1993)
	0,60	0,878	10,5	-	15	Cx	60	5,78	
	0,02	0,18	8,5	Água doce	25	Ax	114	5,7	Haiten <i>et al.</i> , (1995)
	0,25	0,45	8,5	Água doce	25	Ax	63	6,7	
	0,25	0,45	8,5	Água doce	25	Ax	114	7,9	
	0,50	0,5	8,5	Água doce	25	Ax	63	7,0	
	0,50	0,25	8,5	Água doce	25	Ax	114	6,7	

Ax - Astaxantina; Cx - Cantaxantina

Ax₁ - Peixes previamente não pigmentados; Ax₂ - Peixes previamente pigmentados

igual a 6 mg/Kg varia com o tamanho do peixe e com a taxa de crescimento, mas também com a fonte de carotenóides (Quadro I). Peixes com um peso entre 0,5 e 1,0 Kg atingem um nível satisfatório de pigmentação se aumentarem entre 30 a 50 % o seu peso corporal. Níveis de carotenóides de 20-25 mg/Kg são encontrados em salmonídeos com peso superior a 1,5 Kg (Storebakken e No, 1992). Os limites legais de inclusão de carotenóides na dieta pela União Europeia são de 80mg/kg alimento para a cantaxantina e de 100 mg/kg de alimento para a astaxantina (Choubert, 1994).

O processo de maturidade sexual dos salmonídeos envolve mudanças significativas no metabolismo dos carotenóides. Os alevins acumulam os carotenóides principalmente na pele, enquanto que os peixes de maior tamanho quando se encontram numa fase rápida de crescimento depositam os carotenóides no músculo (Hatlen *et al.*, 1995; Christiansen e Torrissen, 1996). Durante o processo de maturidade sexual há geralmente uma redução drástica da quantidade dos carotenóides no músculo (Choubert e Blanc, 1993) sendo transferidos selectivamente para a pele e para as gónadas (Choubert, 1994; Storebakken e No, 1992).

Factores genéticos

A acumulação de carotenóides no músculo dos peixes depende também de factores genéticos (Hudon, 1994). Até agora praticamente nada é conhecido sobre os genes e as proteínas que estão envolvidas na pigmentação com carotenóides. Choubert e Blanc (1989) verificaram que o músculo da truta arco-íris diplóide pigmenta de uma forma semelhante ao da truta triplóide. No entanto, a selecção genética representa uma forte possibilidade de melhorar a pigmentação nos salmonídeos. A variação genética na pigmentação do músculo demonstra a importância da utilização de lotes genéticos correctamente definidos, de modo a melhorar a estratégia da pigmentação de forma a obter a cor do músculo desejada.

Tipo de pigmento utilizado na dieta

No caso dos salmonídeos, os pigmentos mais utilizados nas dietas são normalmente, a astaxantina sintética, a cantaxantina sintética e as fontes naturais destes dois pigmentos.

Os crustáceos marinhos foram, tradicionalmente, utilizados como fonte de astaxantina em dietas para salmonídeos. No entanto, a baixa concentração de carotenóides e os níveis elevados de quitina e carbonato de cálcio são factores limitantes ao uso destes animais como alimentos para peixes (Hatlen, 1997).

Além disso, nos crustáceos, a astaxantina ocorre na forma esterificada (Menasveta *et al.*, 1993), menos eficientemente utilizada na pigmentação do músculo do que a forma livre e do que a cantaxantina (Foss *et al.*, 1987; Storebakken *et al.*, 1987).

Vários produtos naturais têm sido testados na pigmentação dos salmonídeos, como fontes alternativas aos pigmentos sintéticos. Um dos organismos que tem merecido muita atenção é a levedura *Phaffia rhodozyma*, que produz como pigmento principal a astaxantina (Choubert *et al.*, 1995). No entanto, a astaxantina sintética é utilizada mais eficientemente do que a astaxantina presente em *P. rhodozyma* (Choubert *et al.*, 1995). Algumas microalgas como a *Chlorella vulgaris* (Gouveia *et al.*, 1998) e a *Haematococcus pluvialis* (Sommer *et al.*, 1992; Choubert e Heinrich, 1993) parecem ser fontes alternativas de carotenóides promissoras, apesar de serem menos eficientes na pigmentação comparativamente aos pigmentos sintéticos. Na pele da dourada, verificou-se, contudo, não existirem diferenças significativas na concentração de carotenóides quando comparadas dietas ricas em *Haematococcus pluvialis* com dietas contendo astaxantina sintética (Gomes *et al.*, 2002).

Os salmonídeos utilizam melhor a astaxantina livre do que a cantaxantina na pigmentação do músculo (Choubert e Storebakken, 1989; Choubert, 1994). Por outro lado, o diéster de astaxantina é utilizado menos eficientemente do que a astaxantina livre e do que a cantaxantina (Foss *et al.*, 1987; Storebakken *et al.*, 1987). Vários estudos mostram que a truta arco-íris utiliza a astaxantina com uma eficiência 1,3 a 1,5 vezes superior à cantaxantina (Foss *et al.*, 1984, 1987; Choubert e Storebakken, 1989). Estas variações parecem estar relacionadas não só com diferenças existentes na digestibilidade dos pigmentos (Choubert e Storebakken, 1996) mas também com a sua capacidade de ligação às proteínas do músculo (Storebakken e No, 1992; Hatlen, 1997). No entanto, o mesmo pode não ser verdade para outras espécies de peixes. Na dourada, uma dieta suplementada com cantaxantina contribuiu mais para a pigmentação da pele do peixe do que uma dieta rica em astaxantina (Gomes *et al.*, 2002). Por outro lado, diferentes fontes de astaxantina não produziram diferenças significativas no conteúdo total de carotenóides na pele e no músculo dorsal deste peixe (Gomes *et al.*, 2002).

A cor dos peixes pigmentados com astaxantina é diferente da cor dos peixes que são alimentados com cantaxantina. A truta arco-íris quando pigmentada com astaxantina apresenta um músculo com uma tonalidade mais vermelha do que quando pigmentada com cantaxantina (Skrede *et al.*, 1990; No e Storebakken,

1992). Por outro lado, a avaliação instrumental da cor tem maior precisão quando a truta é pigmentada com astaxantina (Skrede *et al.*, 1990).

A estabilidade dos carotenóides depositados no músculo durante o transporte, o armazenamento e a preparação culinária dos peixes são factores importantes para garantir uma boa aceitação destes produtos pelo consumidor. A astaxantina e a cantaxantina são igualmente estáveis durante o congelamento. Em filetes de truta arco-íris, congelados em vácuo a -20 °C, registou-se uma perda de 5% de carotenóides após 6 meses de congelamento (No e Storebakken, 1991b). Gobantes *et al.* (1998) demonstraram que estes filetes armazenados em vácuo à temperatura de refrigeração apresentam maiores perdas de cantaxantina (49%) do que astaxantina (25%).

Composição da dieta

Vários estudos com salmonídeos, mostraram que a acumulação de carotenóides no músculo aumenta proporcionalmente à concentração de carotenóides na dieta, até uma concentração igual a 50 mg por Kg de alimento, valor onde se atinge um patamar (Choubert e Storebakken, 1989; Bjerkeng *et al.*, 1990; Hatlen *et al.*, 1995). Estes resultados foram observados, tanto para a astaxantina, como para a cantaxantina, o que sugere que a digestibilidade destes carotenóides diminui quando aumenta a sua concentração na dieta (Choubert e Storebakken, 1996). A quantidade de astaxantina da dieta que é utilizada para a pigmentação do músculo raramente excede os 15% no salmão e os 18% na truta arco íris. O que pode ser explicado por uma pequena passagem dos pigmentos no tracto intestinal (as perdas fecais normalmente rondam os 30-70% da astaxantina da dieta) e por uma pobre retenção da astaxantina absorvida no músculo (Storebakken e No, 1992, Choubert e Storebakken, 1996).

A acumulação de carotenóides no músculo dos salmonídeos é afectado pela composição da dieta. Os carotenóides são liposolúveis, pelo que um aumento no teor em lípidos no alimento poderá favorecer a pigmentação dos peixes. Vários estudos relatam um efeito positivo do teor em lípidos da dieta na retenção de astaxantina pelo músculo dos salmonídeos (Bjerkeng *et al.*, 1997). Mas se por um lado as gorduras podem ser favoráveis à absorção dos carotenóides, por outro são desfavoráveis à estabilidade dos mesmos no alimento, pelo facto de serem agentes oxidantes (Choubert, 1994). O uso de diferentes tipos de gordura na dieta pode influenciar a acumulação de astaxantina no músculo do salmão, o que pode ser utilizado para melhorar a pigmentação ou reduzir os níveis de astaxantina na dieta (Bjerkeng *et al.*, 1999a).

A quantidade de carotenóides depositada no músculo do salmão alimentado com baixos teores em vitamina E, não é influenciada pelo nível de ácidos gordos polinsaturados (PUFA, 17 % de lípidos) da dieta. No entanto, com níveis de vitamina E da dieta mais elevados, quanto maior for a concentração dos PUFA da dieta, maior é a concentração dos carotenóides no músculo do salmão (Christiansen *et al.*, 1991). Bjerkeng *et al.* (1999b) estudaram a influência da quantidade da vitamina E da dieta na pigmentação deste peixe, tendo observado que com uma dieta com 30 mg/Kg de astaxantina, era possível aumentar em 14% a acumulação deste pigmento aumentando os níveis de vitamina E de 200 para 800 mg/Kg. A quantidade de vitamina A da dieta parece ter um efeito oposto ao da vitamina E, já que elevados teores de vitamina A podem ter um efeito negativo na pigmentação dos salmonídeos (Choubert, 1994).

As proteínas vegetais, tais como a farinha de soja ou a farinha de colza, contêm factores antinutricionais (Storebakken e No, 1992). No entanto, Hatlen *et al.* (1992) não encontrou qualquer efeito adverso da utilização de diversas fontes vegetais na pigmentação do salmão. Skomberg *et al.* (1998) também não observou qualquer relação negativa entre a ingestão de glúten de milho e de trigo na pigmentação da truta arco-íris.

Factores ambientais

No e Storebakken (1991a) estudaram o efeito da temperatura da água (5 e 15 °C) na pigmentação da truta arco-íris, utilizando uma dieta suplementada com 57 mg/Kg de astaxantina. Observaram que quando o peso do peixe duplicava (0,5-1 Kg), o que aconteceu passadas 6 semanas a 15 °C e após 18 semanas a 5 °C, os peixes absorviam os carotenóides com maior eficiência à temperatura mais alta. No entanto, concluíram que a temperatura da água não afectava significativamente a retenção de carotenóides, uma vez que a concentração e a retenção de pigmentos às duas temperaturas foi praticamente a mesma.

Alguns salmonídeos podem ser criados tanto em água doce como em água salgada. Storebakken e Choubert (1991) observaram uma maior concentração de carotenóides no músculo das trutas de água doce em relação às de água salgada, no entanto as diferenças não foram significativas. Estes resultados foram confirmados por No e Storebakken (1992).

A grande maioria dos estudos sobre a pigmentação dos salmonídeos, foram realizados em água doce. A ausência de efeitos significativos da temperatura e salinidade da água na pigmentação dos salmonídeos indica que as estratégias utilizadas na pigmentação em água doce podem ser aplicadas em água salgada.

BIBLIOGRAFIA

- BJERKENG, B., STOREBAKKEN, T. e LIAAEN-JENSEN, S., 1990. Response to carotenoids by rainbow trout in the sea: resorption and metabolism of dietary astaxanthin and canthaxanthin. *Aquaculture*, 91: 153-162.
- BJERKENG, B., STOREBAKKEN, T. e LIAAEN-JENSEN, S., 1992. Pigmentation of rainbow trout from start feeding to sexual maturation. *Aquaculture*, 108: 333-346.
- BJERKENG, B., REFSTIE, S., FJALESTAD, K.T., STOREBAKKEN, T., ROBBOTTEN, M. e ROEM, A.J., 1997. Quality parameters of the flesh of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by dietary fat content and full-fat soybean meal as a partial substitute for fish meal in the diet. *Aquaculture*, 157: 297-309.
- BJERKENG, B., HATLEN, B. e WATHNE, E., 1999a. Deposition of astaxanthin in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with herring, capelin, sandeel, or peruvian high PUFA oils. *Aquaculture*, 180: 307-319.
- BJERKENG, B., HAMRE, K., HATLEN, B. e WATHNE, E., 1999b. Astaxanthin deposition in fillets of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed two dietary levels of astaxanthin in combination with three levels of α -tocopheryl acetate. *Aquaculture Research*, 30: 637-646.
- CHOUBERT, G., 1994. La pigmentation des salmonidés. *La Pisciculture Française* 118: 4-11.
- CHOUBERT, G. e BLANC, J. M., 1989. Dynamics of dietary canthaxanthin utilization in sexually maturing female rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) compared to triploids. *Aquaculture*, 83: 359-366.
- CHOUBERT, G. e BLANC, J. M., 1993. Muscle pigmentation changes during and after spawning in male and female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, fed dietary carotenoids. *Aquat. Living Resou.*, 6: 163-168.
- CHOUBERT, G. e HEINRICH, O., 1993. Carotenoid pigments of the green alga *Haematococcus pluvialis*: assay on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, pigmentation in comparison with synthetic astaxanthin and canthaxanthin. *Aquaculture*, 112: 217-226.
- CHOUBERT, G. e LUQUET, P., 1983. Utilization of shrimp meal for rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) pigmentation. Influence of fat content of the diet. *Aquaculture*, 32: 19-26.
- CHOUBERT, G. e STOREBAKKEN, T., 1989. Dose response to astaxanthin and canthaxanthin pigmentation of rainbow trout fed various dietary carotenoid concentrations. *Aquaculture*, 81: 69-77.
- CHOUBERT, G. e STOREBAKKEN, T., 1996. Digestibility of astaxanthin and canthaxanthin in rainbow trout as affected by dietary concentration, feeding rate and water salinity. *Ann. Zootech.*, 45: 445-453.
- CHOUBERT, G., MILICUA, J. C. G., GOMEZ, R., SANCÉ, S., PETIT, H., NÈGRE-SADARGUES, G., CASTILLO, R. e TRILLES, J. P., 1995. Utilization of carotenoids from various sources by rainbow trout: muscle colour, carotenoid digestibility and retention. *Aquaculture International*, 3: 205-216.
- CHRISTIANSEN, R., WAAGBO, R. e TORRISSEN, O. J., 1991. Effects of polyunsaturated fatty acids and vitamin E on flesh pigmentation in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish Nutrition in Practice*, 61: 24-27.

- CHRISTIANSEN, R., LIE, O. e TORRISSEN, O. J., 1995. Growth and survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed different dietary levels of astaxanthin. First-feeding fry. *Aquaculture Nutrition*, 1: 189-198.
- CHRISTIANSEN, R. e TORRISSEN, O. J., 1996. Growth and survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. fed different dietary levels of astaxanthin. Juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 2: 55-62.
- CZECZUGA, B. e BARTEL, R., 1989. Studies on carotenoids in spawning *Salmo trutta morpha lacustris* L. *Acta Ichthyologica et Piscatorial*, 19(1): 49-58.
- FOSS, P., STOREBAKKEN, T., SCHIEDT, K., LIAAEN-JENSEN, S., AUSTRENG, E. e STREIFF, K., 1984. Carotenoids in diets for salmonids I. Pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of astaxanthin in comparison with canthaxanthin. *Aquaculture*, 41: 213-226.
- FOSS, P., STOREBAKKEN, T., AUSTRENG, E. e LIAAEN-JENSEN, S., 1987. Carotenoids in diets for salmonids V. Pigmentation of rainbow trout and sea trout with astaxanthin and astaxanthin dipalmitate in comparison with canthaxanthin. *Aquaculture*, 65: 293-305.
- GOBANTES, I., CHOUBERT, G. e GÓMEZ, R., 1998. Quality of pigmented (astaxanthin and canthaxanthin) rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets stored under vacuum packaging during chilled storage. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 4358-4362.
- GOMES, E., DIAS, J., SILVA, P., VALENTE, L., EMPIS, J., GOUVEIA, L., BOWEN, J. e YOUNG, A., 2002. Utilization of natural and synthetic sources of carotenoids in the skin pigmentation of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *European Food Research and Technology*, 214: 287-293.
- GOODWIN, T. W., 1962. Carotenoids: Structure, Distribution and Function. In: *Comparative Biochemistry*. M. Florkin and H. S. Mason (Eds.), Vol. IV. Academic Press, New York and London, pp. 643-675.
- GOUVEIA, L., CHOUBERT, G., GOMES, E., REMA, P. e EMPIS, J., 1998. Use of *Chlorella vulgaris* as a carotenoid source for rainbow trout: effect of dietary lipid content on pigmentation, digestibility and retention in the muscle tissue. *Aquaculture International*, 6: 269-279.
- GUILLOU, A., CHOUBERT, G., STOREBAKKEN, T., NOUT, J. e KAUSHIK, S., 1989. Bioconversion pathway of astaxanthin into retinol 2 in mature rainbow trout (*Salmo gairdneri* rich.). *Comp. Biochem. Physiol.*, 94B: 481-485.
- HATA, M. e HATA, M., 1975. Carotenoid pigments in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* irideus. *Tohoku J. Agr. Res.*, 26: 35-40.
- HATLEN, B., 1997. Muscle pigmentation of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). Ph D. Thesis, Norwegian College of Fishery Science. University of Tromsø, Tromsø, Norway.
- HATLEN, B., STOREBAKKEN, T., NO, H. K. e KROGDAHL, A., 1992. Carotenoid accumulation in Atlantic salmon fed diets with maize gluten, pea or rapeseed. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Ern.*, 5(2): 67-75.
- HATLEN, B., AAS, G. H., JORGENSEN, E. H., STOREBAKKEN, T. e GOSWAMI, U. C., 1995. Pigmentation of 1, 2 and 3 year old Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fed two different dietary astaxanthin concentrations. *Aquaculture*, 138: 303-312.
- HATLEN, B., ARNESEN, A. M. e JOBLING, M., 1996. Muscle carotenoid concentrations in sexually maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Aquaculture Nutrition*, 2: 207-212.

- HUDON, J., 1994. Biotechnological applications of research on animal pigmentation. *Biotech. Adv.*, 12: 49-69.
- MENASVETA, P., WORAWATTANAMATEEKUL, W., LATSCHA, T. e CLARK, J. S., 1993. Correction of black tiger prawn (*Penaeus monodon Fabricius*) coloration by astaxanthin. *Aquacultural Engineering*, 12: 203-213.
- NO, H. K. e STOREBAKKEN, T., 1991a. Pigmentation of rainbow trout with astaxanthin at different water temperatures. *Aquaculture*, 97: 203-216.
- NO, H. K. e STOREBAKKEN, T., 1991b. Color stability of rainbow trout fillets during frozen storage. *J. Food Sci.*, 56(4): 969-972.
- NO, H. K. e STOREBAKKEN, T., 1992. Pigmentation of rainbow trout with astaxanthin and canthaxanthin in freshwater and saltwater. *Aquaculture*, 101: 123-134.
- SCHIEDT, K., LEUENBERGER, VECCHI, M. e GLINZ, E., 1985. Absorption, retention and metabolic transformation of carotenoids in rainbow trout, salmon and chicken. *Pure Appl. Chem.*, 57: 685-692.
- SCHIEDT, K., VECCHI, M. e GLINZ, E., 1986. Astaxanthin and its metabolites in wild rainbow trout (*Salmo Gairdneri* R.). *Comp. Biochem. Physiol.*, 83B: 9-12.
- SCHIEDT, K., VECCHI, M., GLINZ, E. e STOREBAKKEN, T., 1988a. Metabolism of carotenóides in salmonids, 3. Metabolites of astaxanthin and canthaxanthin in the skin of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.). *Helvetica Chimica Acta*, 71: 887-895.
- SCHIEDT, K., MAYER, H., VECCHI, M., GLINZ, E. e STOREBAKKEN, T., 1988b. Distribution and absolute configuration of idoxanthin in various organs and tissues of one atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) fed with astaxanthin. *Helvetica Chimica Acta*, 71: 881-886.
- SHAHIDI, F., SYNOWIECKI, J. e PENNEY, R. W., 1993. Pigmentation of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) by dietary carotenóides. *J. Aquatic Food Product Technology*, 2 (1): 99-115.
- SIMPSON, K. L., KATAYAMA, T. e CHICHESTER, C., 1981. Carotenoids is fish feeds. In J.C. Bauernfeind (Ed), *Carotenoids as Colorants and Vitamin A Precursors. Technological and Nutritional Applications*. Academic Press, New York, pp. 463-538.
- SKONBERG, D. I., HARDY, R. W., BARROWS, F. T. e DONG, F. M., 1998. Color and flavor analyses of fillets from farm-raised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-phosphorus feeds containing corn or wheat gluten. *Aquaculture*, 166: 269-277.
- SKREDE, G., STOREBAKKEN, T. e NAES, T., 1990. Color evaluation in raw, baked and smoked flesh of rainbow trout (*Onchorhycus mykiss*) fed astaxanthin or canthaxathin. *J. Food Sci.*, 55(6): 1574-1578.
- SOMMER, T. R., SOUZA, F. M. L. e MORRISSY, N. M., 1992. Pigmentation of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, using the green alga *Haematococcus pluvialis*. *Aquaculture*, 106: 63-74.
- STOREBAKKEN, T., FOSS, P., HUSE, I., WANDSVIK, A. e LEA, T. B., 1986. Carotenoids in diets for salmonids III. Utilization of canthaxanthin from dry and wet diets by Atlantic salmon, Rainbow trout and Sea trout. *Aquaculture*, 51: 245-255.
- STOREBAKKEN, T. e CHOUBERT, G., 1991. Flesh pigmentation of rainbow trout fed astaxanthin at different feeding rates in freshwater and saltwater. *Aquaculture*, 95: 289-295.
- STOREBAKKEN, T. e GOSWAMI, U. C., 1996. Plasma carotenoid concentration indicates the availability of dietary astaxanthin for Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 146: 147-153.

- STOREBAKKEN, T. e LIAAEN-JENSEN, S., 1987. Carotenoids in salmon. A report from the Royal Norwegian Council Research, Oslo.
- STOREBAKKEN, T. e NO, H. K., 1992. Pigmentation of rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 209-229.
- STOREBAKKEN, T., FOSS, P., SCHIEDT, K., AUSTRENG, E., LIAAEN-JENSEN, S e MANZ, U., 1987. Carotenoids in diets for salmonids IV. Pigmentation of Atlantic salmon with astaxanthin, astaxanthin dipalmitate and canthaxanthin. *Aquaculture*, 65: 279-292.
- STOREBAKKEN, T., NO, H. K., e CHOUBERT, G., 1991. Interrelationship between astaxanthin and vitamin A in Atlantic salmon. *Fish Nutrition in Practice*, 61: 340-347.
- THOMPSON, I., CHOUBERT, G., HOULIHAN, D. F. e SECOMBES, C. J., 1995. The effect of dietary vitamin A and astaxanthin on the immunocompetence of rainbow trout. *Aquaculture*, 133: 91-102.

EVALUATION OF OPERATIONAL AND ECONOMICAL PERFORMANCE OF MACHINES FOR HAY PRODUCTION

S.A. RIBEIRO, H.S. JÚNIOR e D.S. ABLAS

FZEA-USP, C.P. 23, CEP. 13635-900, Pirassununga-SP, Brasil,
fone (+55 19) 3565-4205, fax (+55 19) 3565-4114,
e-mail. sergio@usp.br.

(Aceite para publicação em 19 de Março de 2003)

ABSTRACT

This trial was done to evaluate the operational performance and cost of the following machines: rotary drum mower PEZAG "CM164", rake PEZAG-PZ "HAYBOB STRELA 300" and hay baler NOGUEIRA "AP41N" (rectangular bale), as an equipment for "coastcross" (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) hay production. It was observed that in the field conditions (plane topography) of the present experiment, with the systematic management of the equipment, the hay operations were well done and contributed to the success of the hay elaboration.

key-words: costs, hay production, machines, performance

ESTIMATIVA DO DESEMPENHO OPERACIONAL E ECONÓMICO DE UM CONJUNTO MOTOMECANIZADO PARA FENAÇÃO

RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade estimar o desempenho operacional e económico das máquinas: gadanhira de tambores PEZAG CM164, virador juntador de feno PEZAG-PZ Haybob Strela 300 e enfardadeira NOGUEIRA AP41N (fardos rectangulares de pequenas dimensões), como equipamento para a produção de feno da gramínea "coastcross" (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Observou-se que nas condições de campo (topografia plana) da presente experiência, adoptando-se um manejo sistemático do equipamento, as operações de fenação foram bem feitas e contribuíram para o sucesso da elaboração de feno.

Palavras-chave: custos, desempenho, fenação, máquinas

INTRODUÇÃO

A falta de pastagem de boa qualidade durante a seca é, indiscutivelmente, um dos mais importantes problemas enfrentados pelos técnicos. No entanto, existem diversos processos para suprir a insuficiência de alimentos para o rebanho nesta época, destacando-se, entre eles, a fenação.

A qualidade do feno, além de estar relacionada com a cultura e estado de desenvolvimento das plantas depende também, além de outros factores, do processo de fenação. Por outro lado, as exigências de maior produtividade na agropecuária, devido à globalização, fizeram com que indústria de máquinas e equipamentos agrícolas desenvolvessem novas tecnologias e/ou iniciassem a importação de máquinas destinadas à produção e tratamento de forragens, tornando a fenação mecanizada uma tarefa simplificada.

Actualmente, vários estabelecimentos rurais dedicam-se à produção de feno, tanto para suprir suas necessidades, como para consumo dos animais em propriedades de terceiros, sendo desta forma uma fonte alternativa de receita para os produtores. Como o uso inadequado da maquinaria agrícola pode sobrecarregar as empresas agrícolas e consumir os seus lucros, além da necessidade de se conhecer o desempenho operacional dessas máquinas no campo, torna-se necessário avaliar o desempenho económico do conjunto motomecanizado utilizado.

Mialhe (1974) define desempenho económico de um conjunto tractorizado como a relação entre o trabalho executado ou produção e as despesas efectuadas.

Duarte *et al.* (1988) incluem o custo de oportunidade do factor de produção como forma de determinar os custos dos recursos empregues. Segundo estes autores, os custos das operações mecanizadas dependem tanto das características das máquinas e equipamentos, como do ambiente de trabalho e da natureza das operações executadas.

Um trabalho experimental realizado na Tailândia sobre o desempenho de enfardadeiras para fardos cilíndricos de grandes dimensões (fardos com peso médio de 371 Kg) e rectangulares de pequenas dimensões (fardos com peso médio de 16,04 Kg), refere que as capacidades de enfardamento são menores do que as esperadas, devido às condições do terreno, que não permitem o deslocamento do tractor com a velocidade desejada (Molina, 1991). Considerando que estas e outras observações assumem um papel expressivo no campo da Zootecnia, e que existem poucos estudos na área de mecanização agrícola sobre operações de fenação, os objectivos do presente trabalho centram-se na estimativa do desempenho operacional e económico das máquinas gadanheira de tambores PEZAG CM 164, virador juntador de feno PEZAG-PZ Haybob Strela 300 e enfardadeira Nogueira AP41N (fardos rectangulares de pequenas dimensões), como equipamento para a produção de feno. Por outro lado, pretende apresentar detalhes sobre a metodologia utilizada que servirão para orientar os utilizadores de máquinas agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo no *campus* de Pirassununga - SP, Brasil, numa área de topografia plana, utilizada com a gramínea “coastcross” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), que foi subdividida em parcelas experimentais de 3.672 m² (72m x 51 m) de área útil, sendo os resultados provenientes da média de duas repetições. O tamanho escolhido para as parcelas experimentais foi considerado adequado para um estudo em escala real, próximo das condições de campo utilizadas pelos agricultores no Brasil.

O material utilizado para a realização do ensaio foi o seguinte: trator agrícola 4x2 Massey Ferguson 275 com potência de 55 kW (75 cv); gadanhadeira de dois tambores PEZAG CM164; virador juntador de feno PEZAG-PZ Haybob Strela 300; enfardadeira Nogueira AP41N (fardos retangulares de pequenas, dimensões); fita métrica, estacas, balança, cronómetro, microcomputador (folhas de cálculo do programa MS-Excel).

O delineamento experimental teve por base diversos factores, designadamente, as características de cada máquina ou equipamento, observando-se as suas regulagens em função da cultura instalada, caracterizando-se o material antes e após o enfardamento (humidade, altura das plantas e tamanho do fardo).

As velocidades de deslocamento do conjunto motomecanizado foram pré-estabelecidas em função das condições do terreno, cultura e operação em questão (corte, espalhamento, encordoamento, enfardamento), para avaliar a qualidade das operações de fenação.

Durante as operações de campo foram registadas as condições climáticas: temperatura do ar (t °C) e humidade relativa do ar (UR %), uma vez que são parâmetros importantes para sistemas de produção de feno de boa qualidade. Estas operações foram realizadas sob condições de céu límpido e podem ser observadas nas Fotos de 1 a 4. O corte da gramínea foi realizado às 9 h (t = 21 °C e UR = 88%). Após 24 h procedeu-se o primeiro espalhamento da cultura (t = 26 °C e UR = 65%), e, às 15 h do mesmo dia, o segundo espalhamento (t = 32 °C e UR = 41%). No dia seguinte, a partir das 14 h (t = 32 °C e UR = 41%), foram realizados o encordoamento e enfardamento do material (feno). A altura das plantas, na época do corte, era em média 47,5 cm. A largura efectiva de corte, 1,65 m. Nestas condições, a cultura apresentou uma produção de 7,96 toneladas de matéria verde por hectare (7 toneladas de MS por ha).



Foto 1. Corte da gramínea.



Foto 2. Espalhamento (revolvimento da gramínea).



Foto 3. Vista parcial da cultura durante o encordoamento.



Foto 4. Enfardamento.

Nas operações de espalhamento (dois revolvimentos da gramínea no campo), a largura efetiva de trabalho foi, em média, 2,51 m. Na operação de encordoamento, observou-se que os cordões apresentavam, em média, 0,70 m de largura e 0,55 m de altura, com espaçamento entre cordões de 2,07 m.

Utilizando-se como fonte de potência um tractor agrícola 4 x 2 (tracção somente traseira) com potência de 55 kW (75 cv) adoptaram-se as seguintes velocidades de deslocamento do conjunto conforme a operação: corte ($v = 6$ km/h); espalhamento ($v = 7,5$ km/h); encordoamento ($v = 6$ km/h) e enfardamento ($v = 3,5$ km/h). Foram determinadas a capacidade de trabalho efectiva (CtE), a capacidade de produção efectiva (CpE), bem como o consumo de combustível (gasóleo) em L/h e os custos operacionais para cada operação realizada. A determinação do consumo de combustível foi realizada com o auxílio de uma bomba eléctrica com marcador em litros. Procedeu-se ao abastecimento com gasóleo até o respiro do nível do tanque, antes e após cada operação de campo executada, anotando-se também os valores registados no tractor. Os tempos de início e fim das operações foram determinados através de um cronómetro.

Em relação à cultura processada, as amostras de feno foram colectadas para a realização de análises bromatológicas, segundo o método da AOAC (1990).

A análise económica utilizou a classificação dos custos de produção em fixos e variáveis (Souza *et al.*, 1990). Os custos fixos incluem todas as formas associadas à depreciação dos equipamentos, custo de oportunidade do capital investido, alojamento e seguro das máquinas. Foram utilizados os seguintes elementos de custos fixos:

- ↑ Depreciação: linear, com valor residual desprezível dos equipamentos no final da vida útil. A vida útil adoptada foi de 10000 h de trabalho para o tractor, 2000 h para a gadanheira e 2500 h para o virador juntador de feno e enfardadeira.
- ↑ Custo de oportunidade: taxa de juros igual a 12% ao ano, correspondente a uma eventual alternativa, para empate do capital utilizado na compra dos equipamentos. Neste cálculo, utilizou-se o valor médio de cada equipamento, ao longo da sua vida útil.
- ↑ Alojamento e seguro: o equivalente a 1% do preço de compra do equipamento, por ano, para cada um destes elementos de custo.

QUADRO I - METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS CUSTOS FIXOS DAS MÁQUINAS.

	A	B	C	D	E
1	Máquinas	Trator agrícola (75 CV)	Gadanheira CM 164	Virador juntador Haybob 300	Enfardadeira AP 41N
2	Valor novo (US\$)	B2	C2	D2	E2
3	Valor residual (US\$)	B3	C3	D3	E3
4	Vida útil (anos)	B4	C4	D4	E4
5	Vida útil (h)	B5	C5	D5	E5
6	Utilização (h/ano)	=B5/B4	=C5/C4	=D5/D4	=E5/E4
7	Taxa de juros (% a.a.)	B7	=B7	=B7	=B7
8	Depreciação (US\$/h)	=(B2 - B3)/B5	=(C2 - C3)/C5	=(D2 - D3)/D5	=(E2 - E3)/E5
9	Custo de oportunidade (US\$/ano)	=B7*(B2 + B3)/2	=B7*(C2 + C3)/2	=B7*(D2 + D3)/2	=B7*(E2 + E3)/2
10	Custo de oportunidade (US\$/h)	=B9/B6	=C9/C6	=D9/D6	=E9/E6
11	Custo de alojamento (US\$/h)	=0,01*B2/B6	=0,01*C2/C6	=0,01*D2/D6	=0,01*E2/E6
12	Custo de seguro (US\$/ano)	=0,01*B2	=0,01*C2	=0,01*D2	=0,01*E2
13	Custo de seguro (US\$/h)	=B12/B6	=C12/C6	=D12/D6	=E12/E6
14	Custo fixo (US\$/h)	=(B8 + B10 + B11 + B13)	=(C8 + C10 + C11 + C13)	=(D8 + D10 + D11 + D13)	=(E8 + E10 + E11 + E13)

Os custos variáveis, proporcionais à utilização, equivalem à soma dos custos com combustível, mão-de-obra do tractorista e manutenção dos equipamentos. O custo da mão-de-obra teve em conta o salário efectivamente pago, acrescido dos encargos de trabalho (50% do salário), e considerou-se 20 dias por mês e jornada diária de 8 h. No caso da manutenção, utilizou-se uma taxa de 8% sobre o valor do equipamento novo e o número de horas de uso por ano, de acordo com Saad (1983). Os valores foram todos transformados em dólar americano, de acordo com a cotação média do câmbio paralelo em 12/08/99, relativamente à moeda brasileira (R\$, reais): US\$ 1,00 = R\$ 1,85.

O estudo económico das operações de fenação deste trabalho não inclui os custos de implantação e manutenção da cultura de “coastcross”, uma vez que o objecto de estudo é o de estimar o desempenho e o custo operacional do conjunto motomecanizado utilizado.

QUADRO II - METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS CUSTOS VARIÁVEIS E TOTAIS DAS OPERAÇÕES DE FENAÇÃO.

	F	G	H	I	J	K
	Operações	Corte	1 ^o	2 ^o	Encordoamento	Enfardamento
1	Máquinas utilizadas	Tractor + gadanheira	Espalhamento Tractor + virador juntador	Espalhamento Tractor + virador juntador	Tractor + virador juntador	Tractor + enfardadeira
2	Preço do gasóleo (US\$/L)	G3	=G3	=G3	=G3	=G3
3	Consumo de gasóleo (L/h)	G4	H4	I4	J4	K4
4	Custo do gasóleo (US\$/h)	=G3*G4	=G3*H4	=G3*I4	=G3*J4	=G3*K4
5	Capacidade trabalho efectiva (ha/h)	G6	H6	I6	J6	-
6	Capacidade produção efectiva (fardos/h)	-	-	-	-	K7
7	Mão-de-obra do tractorista (US\$/h)	G8	=G8	=G8	=G8	=G8
8	Custo de manutenção (US\$/h)	=0,08*(B2/B6 + C2/C6)	=0,08*(B2/B6 + D2/D6)	=0,08*(B2/B6 + D2/D6)	=0,08*(B2/B6 + D2/D6)	=0,08*(B2/B6 + E2/E6)
9	Custo variável (US\$/h)	=(G5 + G8 + G9)	=(H5 + G8 + H9)	=(I5 + G8 + I9)	=(J5 + G8 + J9)	=(K5 + G8 + K9)
10	Custo variável (US\$/ha)	=G10/G6	=H10/H6	=I10/I6	=J10/J6	-
11	Custo variável (US\$/fardo)	-	-	-	-	=K10/K7
12	Custo total (US\$/h)	=(B14 + C14 + G10)	=(B14 + D14 + H10)	=(B14 + D14 + I10)	=(B14 + D14 + J10)	=(B14 + E14 + K10)
13	Custo total (US\$/ha)	=G13/G6	=H13/H6	=I13/I6	=J13/J6	-
14	Custo total (US\$/fardo)	-	-	-	-	=K13/K7

Os custos fixos das máquinas utilizadas foram expressos em dólares americanos por hora (US\$/h), e os custos envolvidos nas operações de fenação em dólares americanos por ha (US\$/ha), que podem ser observados por meio da metodologia expressa nos Quadros I e II.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das máquinas utilizadas e os resultados das operações realizadas podem ser observados respectivamente nos Quadros III e IV.

QUADRO III - DADOS DAS MÁQUINAS E CUSTOS FIXOS CORRESPONDENTES.

	A	B	C	D	E
1	Máquinas	Tractor agrícola (75 CV)	Gadanheira CM 164	Virador juntador Haybob 300	Enfardadeira AP 41N
2	Valor novo (US\$)	14.594,59	3.850,00	3.800,00	5.405,41
3	Valor residual (US\$)	0	0	0	0
4	Vida útil (anos)	10	10	10	10
5	Vida útil (h)	10000	2000	2500	2500
6	Utilização (h/ano)	1000	200	250	250
7	Taxa de juros (% a.a.)	12	12	12	12
8	Depreciação (US\$/h)	1,46	1,93	1,52	2,16
9	Custo de oportunidade (US\$/ano)	875,68	231,00	228,00	324,32
10	Custo de oportunidade (US\$/h)	0,88	1,16	0,91	1,30
11	Custo de alojamento (US\$/h)	0,15	0,19	0,15	0,22
12	Custo de seguro (US\$/ano)	145,95	38,50	38,00	54,05
13	Custo de seguro (US\$/h)	0,15	0,19	0,15	0,22
14	Custo fixo (US\$/h)	2,63	3,47	2,74	3,89

Na operação corte da gramínea, o conjunto tractor + gadanheira apresentou uma capacidade de trabalho efectiva (CtE) de 0,43 ha/h, com consumo de combustível de 3,94 L/h. Para a operação espalhamento, o conjunto tractor + virador juntador apresentou uma CtE de 1,19 ha/h e consumo de 2,6 L/h de combustível, e na operação encordoamento uma CtE de 1,05 ha/h e consumo de combustível de 2,29 L/h.

Na operação enfardamento, a capacidade de produção efectiva da enfardadeira foi de 349 fardos/h, observando-se um consumo de combustível de 3,38 L/h para o conjunto tractor + enfardadeira.

As dimensões do fardo (médias) foram as seguintes: comprimento (74 cm), largura (40 cm) e altura (30 cm). O peso médio do fardo foi de 12,88 kg e a densidade 145 kg/m³.

Observou-se que as operações de corte e enfardamento da gramínea exigem maior tempo e quantidade de energia, isto em função das velocidades de deslocamento das máquinas, quantidade e altura da massa verde a ser cortada, largura e altura dos cordões a serem recolhidos pela enfardadeira, de modo a não deixar restos de forragens no campo. O enfardamento de forragens em áreas planas e de grande extensão reduzem o número de manobras do conjunto motomecanizado e o tempo de operação, proporcionando maior rendimento das máquinas.

QUADRO IV - CUSTOS VARIÁVEIS E TOTAIS DAS OPERAÇÕES DE FENAÇÃO.

	F	G	H	I	J	K
	Operações	Corte	1 ^o Espalhamento	2 ^o Espalhamento	Encordoamento	Enfardamento
	Máquinas	Tractor +	Tractor +	Tractor +	Tractor +	Tractor +
	utilizadas	gadanheira	virador juntador	virador juntador	virador juntador	enfardadeira
3	Preço do gasóleo (US\$/L)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
4	Consumo de gasóleo (L/h)	3,94	2,60	2,60	2,29	3,38
5	Custo do gasóleo (US\$/h)	1,30	0,86	0,86	0,76	1,11
6	Capacidade de trabalho efectiva (ha/h)	0,43	1,19	1,19	1,05	-
7	Capacidade produção efectiva (fardos/h)	-	-	-	-	349
8	Mão-de-obra do tratorista (US\$/h)	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
9	Custo de manutenção (US\$/h)	2,71	2,38	2,38	2,38	2,90
10	Custo variável (US\$/h)	6,03	5,27	5,27	5,17	6,04
11	Custo variável (US\$/ha)	14,03	4,43	4,43	4,92	10,69
12	Custo variável (US\$/fardo)	-	-	-	-	0,017
13	Custo total (US\$/h)	12,13	10,63	10,63	10,53	12,56
14	Custo total (US\$/ha)	28,20	8,93	8,93	10,03	22,24
15	Custo total (US\$/fardo)	-	-	-	-	0,036

Ressaltamos que, a cultura de “coastcross” já havia sido instalada no campo experimental antes da realização do ensaio com as máquinas. Portanto, apenas a título de informação, apresentamos no Quadro V, os resultados das análises bromatológicas do feno de “coastcross” produzido, que demonstram ser satisfatórios, embora seja possível produzir feno de melhor qualidade através de um manejo sistemático da fertilidade do solo.

QUADRO V - RESULTADO DE ANÁLISES BROMATOLÓGICAS NA MATÉRIA SECA (105 °C) DO FENO DE “COASTCROSS” PRODUZIDO.

Amostra	MS (%)	PB (%)	FB (%)	EE (%)	MM (%)	ENN (%)	Ca (%)	P (%)
Feno	88,01	8,36	32,10	1,41	6,18	39,96	0,40	0,15

A análise económica das operações estudadas está sintetizada na Figura 1. Observou-se a participação elevada dos custos de corte (36% dos custos totais) e de enfardamento (28% dos custos totais).

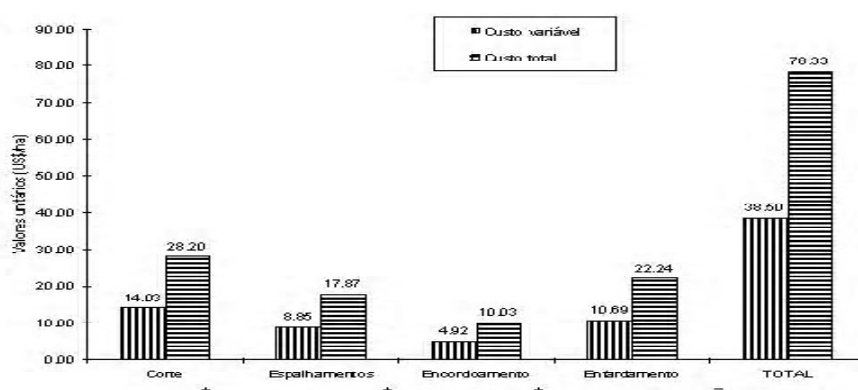


Figura 1. Custos envolvidos nas operações de fenação.

Os custos fixos (diferença entre custos totais e variáveis) foram elevados, principalmente, em resultado da depreciação e do custo de oportunidade considerados para as máquinas utilizadas.

Os custos variáveis da mão-de-obra (tractorista) e da manutenção das máquinas são significativos. Com vista a otimizar o uso destes factores de produção, deve ser dada prioridade ao controlo destes dois itens, pois tiveram um peso elevado nos custos.

Dentro dos critérios previamente apresentados, atingiu-se a produção de 618 fardos de 12,88 kg por ha, o que resultou no custo total aproximado de US\$

0,036/fardo, para o enfardamento, e de US\$ 0,127/fardo, para o conjunto de operações.

CONCLUSÕES

Nas condições de campo (topografia plana) da presente experiência, adoptando-se um maneio sistemático do equipamento por um operador habilitado, observou-se que as operações de fenação foram bem feitas e contribuíram para o sucesso da elaboração de feno. O corte e o enfardamento foram os que mais aumentaram a fenação mecanizada, a qual atingiu custo total equivalente a US\$ 9,86 por tonelada de feno. Os custos de carga, transporte e armazenamento não foram considerados neste trabalho.

Actualmente, existem opções que reduzem a necessidade de mão-de-obra para esses serviços, pois o dispositivo como elevador de fardos (acoplado na parte traseira da enfardadeira) permite a descarga de feno em carretas agrícolas, as quais realizam o transporte para o local de armazenamento. Desta forma, a mecanização total do campo de feno poderá reduzir a dependência de condições climáticas adversas (precipitações pluviométricas inesperadas), o que irá influenciar a qualidade do produto final.

Considerando que o mercado mundial apresenta modernos conjuntos de fenação e que os produtores procuram soluções alternativas no uso destes equipamentos, concluímos que há necessidade de se obter maior quantidade de dados sobre fenação mecanizada.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1990. Official Methods of Analysis. 15th. Ed. Virginia, 1298 p.
- DUARTE, L.P., MATTOS, Z.P.B. e NORONHA, J.F., 1988. Custo dos Serviços de Máquinas e Implementos Agrícolas. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Economia e Sociologia Rural, 32 p.
- MIALHE, L.G., 1974. Desempenho Operacional da Maquinaria Agrícola. In: Manual de Mecanização Agrícola. São Paulo, Ceres, pp.117-126.
- MOLINA JR, W.F., 1991. Enfardamento de Resíduo de Colheita de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp.*): Avaliação dos desempenhos operacional e económico. Tese de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" - USP, 128 p.
- SAAD, O., 1983. Seleção do Equipamento Agrícola. 4.ed. São Paulo, Nobel, 126 p.
- SOUZA, R., GUIMARÃES, J.M.P. e VIEIRA, G., 1990. A Administração da Fazenda. Coleção do Agricultor, Economia, Publicações Globo Rural, 3.ed. São Paulo.

MILK UREA CONCENTRATION AS A DIAGNOSTIC TOOL IN FEEDING DAIRY COW – A REVIEW

A.R.J. CABRITA^{1,2*} e A.J.M. FONSECA^{1,3}

¹Centro de Estudos de Ciência Animal do ICETA da Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, Rua Padre Armando Quintas, 4485-661 Vairão-VC; ²Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, Rua Padre Armando Quintas, 4485-661 Vairão-VC; ³Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, Rua Padre Armando Quintas, 4485-661 Vairão-VC; *Tel. +351-252-660400; Fax: +351-252-661780; Email: rita.cabrira@mail.icav.up.pt

(Aceite para publicação em 28 de Maio de 2003)

ABSTRACT

This paper argues the utilization of milk urea concentration as a diagnostic tool in dairy cow feeding. The literature reviewed shows that although milk urea concentration is affected by several factors related to the milk sampling procedure, to the animal and to the diet, the protein/energy ratio is the dietary factor closer related with milk urea concentration. It is also recognised that milk urea concentration, as an on-farm index of dairy cow feeding, must be included in the routine analysis of milk composition. Additionally, all factors that can potentially affect its concentration must also be considered. Finally, it is concluded that the potential of the milk urea concentration as a diagnostic tool is largely dependent on how the information is obtained and treated.

Key-words: Dairy cow feeding, diagnostic tool, milk urea

A CONCENTRAÇÃO DE UREIA NO LEITE COMO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO NA ALIMENTAÇÃO DA VACA LEITEIRA – REVISÃO

RESUMO

Nesta revisão discute-se a utilização da concentração de ureia em amostras de leite como método de diagnóstico na alimentação da vaca leiteira. Recolhe-se evidência experimental que demonstra a influência dos vários factores na concentração de ureia no leite relacionados com a recolha da amostra de leite, com o animal e com a dieta. Reconhece-se que a relação entre a proteína e a energia da dieta é o parâmetro alimentar que mais se relaciona com a concentração de ureia no leite. Mas, reconhece-se também que a utilização da concentração de ureia no leite como indicador metabólico ao nível da exploração deve ser feita através da inclusão desta determinação nos programas de análise de rotina da composição do leite e de

forma a que todos os factores intervenientes sejam considerados. Conclui-se por fim que o valor deste parâmetro enquanto método de diagnóstico está muito dependente das formas de obtenção e de tratamento dos dados.

Palavras-chave: Alimentação da vaca leiteira, método de diagnóstico, ureia no leite

INTRODUÇÃO

Os possíveis efeitos da nutrição azotada no desempenho produtivo e reprodutivo da vaca leiteira, na poluição ambiental e nos custos com a alimentação fazem com que a utilização dum indicador do equilíbrio entre a ingestão de azoto (N) e as necessidades da vaca neste nutriente seja de extrema utilidade. Mas, para que um dado parâmetro possa ser utilizado como indicador metabólico deve ser de simples determinação, deve fornecer resultados consistentes, deve reflectir diferenças entre vacas alimentadas com diferentes dietas e a amostra deve ser de fácil recolha na exploração.

A concentração de ureia em amostras de leite surge, neste contexto, como meio potencial de diagnóstico do equilíbrio entre a ingestão de N e as necessidades da vaca leiteira neste nutriente. Com efeito, a ureia que é excretada no leite – ca 50% do total do N não proteico do leite – provém dos produtos finais da digestão das proteínas e dos compostos de N não proteico ingeridos, do catabolismo dos aminoácidos no fígado e, numa pequena fracção, do catabolismo da arginina na glândula mamária (DePeters e Ferguson, 1992). A concentração de ureia no leite representa, assim, a eficiência dos processos relacionados com o metabolismo proteico (Hof *et al.*, 1997), uma vez que o amoníaco que se forma no rúmen e que não é utilizado para a síntese de proteína microbiana é absorvido e convertido em ureia no fígado e que os aminoácidos absorvidos que não são utilizados para a síntese de proteínas são catabolizados, sendo a cadeia carbonada utilizada como fonte de energia e o grupo amina convertido em ureia (Broderick e Clayton, 1997). Embora parte desta ureia possa ser reciclada para o rúmen via saliva ou directamente através das paredes deste compartimento, a maior parte é excretada na urina e, nas fêmeas lactantes, também no leite, representando o N excretado um desperdício e um indicador do equilíbrio entre a ingestão de N e as necessidades do animal neste nutriente.

A concentração de ureia no leite, como método de diagnóstico, apresenta, ainda, a vantagem de ser passível de ser aplicado ao nível da exploração, pois as amostras de leite são, facilmente, obtidas sem provocar qualquer *stress* ao animal, ao contrário, por exemplo, da recolha de amostras de sangue. Neste trabalho, passam-se, primeiro, em revista os factores que afectam a concentração de ureia

no leite para, depois, se discutir a utilidade da sua utilização como método de diagnóstico na alimentação da vaca leiteira.

CONCENTRAÇÕES DE UREIA NO SANGUE, NO PLASMA E NO LEITE

A utilização da concentração de ureia em amostras de leite como método de diagnóstico é possível porque existe evidência experimental que demonstra a existência de relações estreitas entre as concentrações de ureia em amostras de leite, de plasma e de sangue (QUADRO I). Daqui decorre que a comparação de estudos em que a concentração de ureia foi determinada em amostras diferentes (leite, sangue e plasma) é viável. Com efeito, como a ureia é uma molécula pequena e neutra difunde-se rapidamente através das membranas celulares para o interior e para o exterior da glândula mamária, equilibrando-se com e sendo proporcional à concentração de ureia no sangue (Roseler *et al.*, 1993).

QUADRO I – RELAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE UREIA EM AMOSTRAS DE LEITE, DE PLASMA E DE SANGUE.

Equação	r	Referência
[Ureia leite] (mmol l ⁻¹) = -0,09+0,908 [Ureia plasma] (mmol l ⁻¹)	0,98	[1]
[Ureia leite] (mmol l ⁻¹) = 1,56 + 0,75 [Ureia plasma] (mmol l ⁻¹)	0,91	[2]
[Ureia leite] § [Ureia plasma]	0,88	[3]a
[Ureia leite] (mg N dl ⁻¹) = -1,32 +0,88 [Ureia plasma] (mg N dl ⁻¹)	0,89	[4]
[Ureia leite] (mg N dl ⁻¹) = 0,443+0,768 [Ureia plasma] (mg N dl ⁻¹)	0,83	[6]
[Ureia leite] (mg N dl ⁻¹) [†] = 6,001+0,608 [Ureia plasma] (mg N dl ⁻¹)	0,73	[6]
[Ureia leite] (mg N dl ⁻¹) = 3,328 +0,688 [Ureia plasma] (mg N dl ⁻¹)	0,86	[6]
[Ureia leite]§ [Ureia plasma]	0,51	[8] ²
[Ureia leite]§ [Ureia plasma]	0,64	[8] ³
[Ureia leite]§ [Ureia plasma]	0,06	[8] ⁴
[Ureia leite] (mg N dl ⁻¹) = - 1,96+0,89 [Ureia plasma] (mg N dl ⁻¹)	0,92	[9]
[Ureia plasma] (mg N dl ⁻¹) = 3,20 + 0,85 [Ureia leite] (mg N dl ⁻¹)	0,96	[5]
[Ureia leite] (mg N dl ⁻¹) = 4,75 + 0,620 [Ureia sangue] (mg N dl ⁻¹)	0,92	[6]
[Ureia leite]§ [Ureia sangue]	0,95	[7] ⁵
[Ureia plasma] (mg N dl ⁻¹) = 0,399 + 1,021 [Ureia sangue] (mg N dl ⁻¹)	0,96	[6]
[Ureia plasma]§ [Ureia sangue]	0,98	[6]

†Amostras de leite da ordenha da manhã e de plasma recolhido de manhã; §Amostras de plasma e de leite recolhidas antes da refeição da manhã; §Amostras de leite da ordenha da manhã; ¹Amostras de leite da ordenha da tarde; ²Amostras de leite recolhidas directamente do úbere antes da ordenha completa; ³Amostras de leite representativas de toda a ordenha; ⁴Amostras de leite recolhidas directamente do úbere após ordenha completa; ⁵Amostras do leite do tanque e concentração sanguínea média da exploração.

[1] Oltner e Wiktorsson (1983); [2] Oltner *et al.* (1985); [3] Ropstad *et al.* (1989); [4] Roseler *et al.* (1993); [5] Baker *et al.* (1995); [6] Broderick e Clayton (1997); [7] Wittwer *et al.* (1999); [8] Godden *et al.* (2000); [9] Kauffman e ST-Pierre (2001).

Conquanto as concentrações de ureia no leite e no plasma estejam altamente correlacionadas, nos estudos de Oltner e Wiktorsen (1983) e de Roseler *et al.* (1993) foram observados valores de concentração de ureia no plasma ligeiramente superiores aos obtidos em amostras de leite, enquanto no trabalho de Rodriguez *et al.* (1997) foi observado o oposto. Esta discrepância pode, provavelmente, ficar a dever-se a diferenças no tratamento das amostras e no método analítico utilizado, bem como no momento de recolha da amostra. Com efeito, como a ureia se move na água livre, a concentração de sólidos no leite pode afectar os valores obtidos; e, de facto, enquanto no estudo de Rodriguez *et al.* (1997) a ureia foi analisada no leite inteiro, no de Roseler *et al.* (1993) foi analisada em amostras de leite com extracção prévia da proteína e da gordura.

O tratamento da amostra para análise pode, também, explicar a variação entre resultados, em particular, quando as amostras são analisadas por espectrofotometria do infra-vermelho. Isto porque este método, para quantificar a concentração de ureia na amostra, mede a quantidade de luz absorvida num dado comprimento de onda que detecta o N da ureia, mas que detecta, também, outros componentes do leite, como a gordura, a lactose, a proteína verdadeira, o citrato e as células somáticas que absorvem alguma luz nesse comprimento de onda. Assim sendo, torna-se necessário descontar a contribuição desses compostos, medindo-os a outros comprimentos de onda, para, após ajustamento matemático, se obter uma estimativa indirecta da concentração de N de ureia. O problema coloca-se, então, porque as concentrações de cada um desses compostos variam entre vacas e entre amostras de leite recolhidas em diferentes períodos da ordenha (Godden *et al.*, 2000).

O momento de recolha da amostra de leite (directamente do úbere antes ou imediatamente após a ordenha completa) é outro aspecto que pode ajudar a interpretar as diferenças entre as concentrações de ureia no leite, no plasma e no sangue. Com efeito, no estudo realizado por Rodriguez *et al.* (1997) a concentração de ureia no leite seguiu estreitamente o padrão de concentração de ureia no plasma (Figura 1), tendo a concentração plasmática de ureia aumentado após a refeição devido, pelo menos parcialmente, ao aumento da concentração de amoníaco no rúmen. Todavia, Gustafsson e Palmquist (1993) observaram que o pico de ureia no soro ocorreu 1,5 a 2 horas após o pico de amoníaco no rúmen que é atingido, em geral, 1 hora após a refeição e observaram que a concentração de ureia no leite se equilibrou com a concentração de ureia no soro após um tempo *lag* de 1 a 2 horas, quando a taxa de alteração no soro foi de 0,5 a 1 mM h⁻¹ (diferença média entre as concentrações de ureia no leite e no soro de 0,8 mM). O tempo *lag* parece ser superior no leite das cisternas da glândula e do teto do que no leite dos alvéolos, dado a alteração na concentração de ureia do soro

ser seguida mais estreitamente no leite total, isto é, proveniente de uma ordenha completa de todos ou, apenas, dum quarto ao invés de amostras retiradas dum quarto todas as horas. Isto porque, provavelmente, a difusão de ureia deve equilibrar-se com um reservatório maior de leite no quarto em que só foram removidas pequenas amostras. Os resultados deste estudo indicam um equilíbrio relativamente rápido entre a ureia no soro e no leite da cisterna da glândula, o que é explicado pela difusão da ureia através dos ductos mamários e da mucosa dos alvéolos. Mas, o tempo *lag* aparente entre iguais concentrações de ureia no soro e no leite foi superior após o pico de ureia no soro do que antes do pico, podendo esta diferença ser devida ao amortecimento causado pela síntese de ureia na glândula mamária. Note-se, porém, que apesar da ureia ser sintetizada na glândula mamária, o principal factor que influencia a sua concentração no leite é a sua concentração no soro (Gustafsson e Palmquist, 1993).

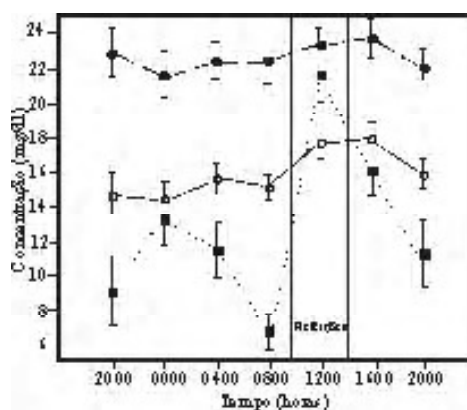


Figura 1. Efeito da hora de recolha da amostra do leite nas concentrações de amoníaco no rúmen (□), de ureia no plasma (O) e no leite (•). Adaptado de Rodriguez *et al.* (1997).

No trabalho supramencionado, os picos de concentração de ureia no soro variaram entre vacas. As vacas de elevada produção apresentaram elevadas ingestões e elevadas taxas de desaparecimento de amoníaco no rúmen, bem como maiores picos de concentração de ureia no soro. Já as vacas de baixa produção ingeriram a dieta mais lentamente, tendo deixado ca 10% de refugo e, conseqüentemente, apresentando picos mais baixos de concentração de ureia no soro. Estes resultados sugerem que as variações diurnas das concentrações de ureia no soro e no leite podem ser uma grande fonte de erro quando a concentração de ureia no leite é usada como indicador da nutrição azotada.

Por outro lado, apesar da excreção de ureia ser proporcional à sua

concentração sanguínea, a concentração de ureia na urina não é proporcional à concentração de ureia no plasma, visto que quando o volume de urina é baixo, apesar da quantidade de sangue que é filtrado ser igual, a concentração de ureia é superior (Swenson e Reece, 1993) e que quando a concentração sanguínea de ureia é superior há, comparativamente, uma maior quantidade de ureia que é removida por minuto do que quando a concentração sanguínea é menor, embora a quantidade total de sangue filtrado permaneça similar (Jonker *et al.*, 1998).

FACTORES QUE AFECTAM A CONCENTRAÇÃO DE UREIA NO LEITE

Recolha da amostra de leite

Apesar das concentrações de ureia no leite recolhido na ordenha da manhã e da tarde se encontrarem altamente correlacionadas ($r = 0,95$; Oltner e Wiktorsson, 1983; $r = 0,90$; Schepers e Meijer, 1998), alguns trabalhos sugerem que, mesmo com intervalos de ordenha iguais, a concentração de ureia no leite é inferior na ordenha da manhã (Oltner e Wiktorsson, 1983; Broderick e Clayton, 1997; Vagnoni e Broderick, 1997; Godden *et al.*, 2001; van der Merwe *et al.*, 2001a). Esta observação é suportada pelo facto do pico de concentração de ureia no sangue ocorrer, quando as vacas são alimentadas com duas refeições diárias, 2 a 4 horas após a refeição (Gustafsson e Palmquist, 1993). No mesmo sentido vão as observações de Carlsson e Bergstrom (1994) que obtiveram os valores superiores de concentração de ureia no leite 3 a 5 horas após a refeição da manhã e os inferiores (menos de 60% dos primeiros) à noite. Normalmente existe maior intervalo entre a recolha da tarde e a da manhã o que pode explicar a menor concentração de ureia no leite nas amostras recolhidas na ordenha da manhã (Godden *et al.*, 2001).

Igualmente, a concentração de ureia na urina, superior à do leite, é respectivamente, 38 e 32 vezes mais elevada na urina recolhida de manhã e de tarde do que no leite recolhido de manhã e de tarde (Broderick e Clayton, 1997). No estudo de Vagnoni e Broderick (1997) foram medidos o volume total de urina e a concentração de ureia na urina durante períodos de 12 horas correspondentes à análise da concentração de ureia no leite das ordenhas da manhã e da tarde (QUADRO II). O volume de urina excretado durante as 12 horas antes da ordenha da manhã foi superior ao volume excretado no período de 12 horas precedente à ordenha da tarde, sendo o inverso para a produção de leite. As concentrações de ureia na urina e no leite seguiram padrões similares, pois foram ambas superiores nas amostras da tarde.

QUADRO II – CONCENTRAÇÃO E EXCREÇÃO DE UREIA NA URINA E NO LEITE AO LONGO DE PERÍODOS DE 12 HORAS COM FINAL ÀS 04:00 E ÀS 16:00 HORAS¹.

	Período com final às		SEM ²
	04:00 h	16:00 h	
Volume de urina, L 12 h ⁻¹	20,4	14,7	0,4
UUN, mg N dl ⁻¹	460,1	510,5	15,0
Ureia na urina, g N 12 h ⁻¹	92,5	73,4	2,6
Volume de leite, L 12 h ⁻¹	13,5	15,1	0,3
MUN, mg dl ⁻¹	11,99	16,04	0,37
Ureia no leite, g N 12 h ⁻¹	1,60	2,41	0,07
Ureia total, g N 12 h ⁻¹	94,1	75,8	2,6
Ureia no leite/Ureia total, %	1,78	3,29	0,17

¹UUN = Ureia na urina; MUN = Azoto ureico no leite.

²Cada comparação 04:00 h *versus* 16:00 h diferente (P<0,001).

Adaptado de Vagnoni e Broderick (1997).

Broderick e Clayton (1997), ao obterem relações mais estreitas entre as concentrações de ureia no sangue e no leite recolhido na ordenha da manhã ($r = 0,83$), sugeriram que a média dos valores de concentração de ureia no leite ou a determinação da concentração de ureia em amostras de leite compostas fornecem informação mais rigorosa, como indicadores da concentração de ureia no sangue, do que a concentração em amostras de leite recolhidas em ordenhas individuais. Estes autores sugerem que, para estimar a concentração média de ureia no leite, devem ser analisadas amostras diárias e compostas de leite de 4 a 16 vacas. Por outro lado, Trevaskis e Fulkerson (1999) não encontraram diferenças entre a concentração de ureia no leite recolhido de manhã ou de tarde e Eicher *et al.* (1999) obtiveram concentrações de ureia no leite superiores quando este foi recolhido de manhã.

Gustafsson e Palmquist (1993) partilham a opinião de que uma pequena amostra de leite dum quarto saudável pode fornecer informação tão rigorosa como a informação obtida numa ordenha completa. Neste caso, é importante, porém, considerar o momento de recolha em relação ao horário da refeição, bem como a variação diurna da concentração de ureia no leite. Estes autores aconselham a recolha da amostra no final da ordenha de modo a minimizar o efeito *lag* entre a concentração de ureia no soro e a concentração de ureia no leite, mas referem, também, que se o objectivo for a estimativa do pico de concentração de ureia no soro a partir da concentração de ureia no leite, a amostra de leite deve ser recolhida 3 a 4 horas após o início da refeição, podendo a menor concentração de ureia no

soro durante 24 horas ser estimada a partir da concentração de ureia em amostras de leite recolhidas o mais afastadas possível da hora da refeição, isto é, antes das refeições da manhã e da tarde.

Broderick e Clayton (1997) consideram que a amostragem de leite do tanque tem, provavelmente, pouco valor, a não ser quando usada em conjunto com uma alteração da dieta que afecte todas as vacas ordenhadas. Já Trevaskis e Fulkerson (1999) obtiveram uma relação mais estreita entre a relação N/hidratos de carbono solúveis da dieta e a concentração de ureia em amostras de leite recolhidas do tanque ($r = 0,55$) do que de animais individuais ($r = 0,33$), observação que é secundada pelos resultados de Schepers e Meijer (1998). Nesta matéria, Oltner *et al.* (1985) referem, mesmo, não ser possível a partir duma única determinação de ureia no leite, estimar com rigor o estado nutricional duma vaca individual, mas que as inferências directas em relação ao equilíbrio da dieta são possíveis quando a concentração de ureia no leite é determinada em grupos de animais duma exploração ou em amostras de leite de todos os animais em ordenha.

A discussão realizada mostra, claramente, que o tipo e a hora de recolha das amostras de leite influenciam a concentração de ureia no leite. Assim sendo, para que este método possa ser aplicado em rotina numa exploração, os produtores devem, primeiro, estabelecer um padrão de concentração de ureia no leite para a exploração e, depois, realizar a amostragem de forma consistente.

Peso vivo

A relação entre a concentração de ureia no leite e o peso vivo dos animais é contraditória. Alguns estudos referem a existência de uma relação negativa (Oltner *et al.*, 1985; Jonker *et al.*, 1998), pois quando a mesma quantidade de ureia é formada no fígado, um animal maior terá mais sangue do que um animal mais pequeno, e, conseqüentemente, devido a um efeito de diluição simples, a concentração de ureia no sangue será menor. Por outro lado, as vacas maiores tendem a apresentar taxas de desaparecimento renal de ureia superiores (Swenson e Reece, 1993). Mas, o efeito do peso vivo na concentração de ureia no leite, enquanto diluição simples, dependerá, também, da quantidade absoluta de ureia a ser distribuída no organismo, como bem demonstra o trabalho de Oltner *et al.* (1985). Estes autores verificaram que, quando as vacas consumiram uma dieta com teor em proteína além das suas necessidades, o efeito estimado do peso vivo foi superior ($-0,9 \text{ mmol L}^{-1} 100 \text{ kg}^{-1}$ peso vivo) do que quando as vacas

foram alimentadas de acordo com as suas necessidades ($-0,6 \text{ mmol L}^{-1} 100 \text{ kg}^{-1}$ peso vivo). Já as concentrações objectivo de ureia no leite estabelecidas por Jonker *et al.* (1999) foram insensíveis às alterações no peso vivo, tendo Broderick e Clayton (1997) encontrado, mesmo, uma relação positiva entre o peso vivo e a concentração de ureia no leite.

Raça

Rodriguez *et al.* (1997) observaram que a concentração de ureia em amostras de leite recolhidas em vacas *Holstein* era superior à das amostras recolhidas em vacas *Jersey* e Ferguson *et al.* (1997) observaram precisamente o contrário. Estas discrepâncias podem ter sido causadas, segundo Jonker *et al.* (1999), por factores como o peso vivo, a produção de leite, os teores em gordura e em proteína do leite, a ingestão de N, bem como a diferença na taxa de desaparecimento renal e no volume urinário de animais de diferente tamanho. Kauffman e ST-Pierre (2001) não observaram, porém, diferenças na concentração de ureia no leite entre vacas *Holstein* e *Jersey*, referindo que as diferenças observadas entre raças no estudo de Rodriguez *et al.* (1997) ficaram exclusivamente a dever-se à forma da expressão da concentração de ureia no leite porque se esta for expressa, como no estudo original, em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de N total do leite as vacas *Holstein* apresentam concentrações de ureia no leite ca 40% superiores, mas se a concentração de ureia no leite for recalculada como mg dl^{-1} a diferença passa a ser apenas de ca 10%.

Produção e composição do leite

Os resultados da relação entre a produção de leite e a concentração de ureia no leite variam desde positivos (Oltner *et al.*, 1985; Carlsson *et al.*, 1995; Godden *et al.*, 2001), sem relação (Gustafsson e Carlsson, 1993; Baker *et al.*, 1995) a negativos (Broderick e Clayton, 1997; Trevaskis e Fulkerson, 1999). A relação positiva entre a concentração de ureia no leite e a produção de leite pode atribuir-se ao aumento da produção de leite resultante de maiores níveis de proteína na dieta (Godden *et al.*, 2001) e/ou de maior ingestão de matéria seca, dado estes se relacionarem positivamente com a concentração de ureia no leite (Broderick e Clayton, 1997); explicação que é corroborada pelo facto da concentração de ureia no leite de vacas de elevado mérito genético ser significativamente superior à de vacas de mais baixo mérito genético (42 vs 38 mg dl^{-1} , Trevaskis e Fulkerson, 1999).

Já a conversão do amoníaco em ureia pelo fígado, ao representar para o animal um custo estimado em 12 kcal g⁻¹ de N excretado em excesso (Van Soest, 1993), sugere que a conversão de quantidades de amoníaco em excesso em ureia pode contribuir para diminuir a produção de leite (Nelson, 1996). A relação negativa entre a produção de leite e a concentração de ureia no leite pode simplesmente ser resultado dum efeito de diluição (Trevaskis e Fulkerson, 1999) ou de situações em que a elevada produção de leite é atingida pela mobilização de reservas corporais.

As percentagens de gordura (Broderick e Clayton, 1997) e de proteína do leite (Godden *et al.*, 2001) relacionam-se de forma não linear e negativa com a concentração de ureia no leite. Contudo, as diferenças observadas, apesar de poderem ser estatisticamente significativas, não têm, em geral, significado biológico e, tão pouco, económico (Godden *et al.*, 2001).

Estádio e número de lactação

A concentração de ureia no leite varia com o estágio de lactação (Carlsson *et al.*, 1995; Trevaskis e Fulkerson, 1999; Godden *et al.*, 2001). Segundo Jonker *et al.* (1999), as concentrações objectivo de ureia variam de forma semelhante à curva de produção de leite (Figura 2), isto é, quando a produção de leite aumenta e as vacas são alimentadas de acordo com as recomendações, as concentrações de ureia no leite aumentam linearmente com a maior ingestão de N. A ingestão de matéria seca, a adaptação dos micróbios do rúmen e a capacidade do rúmen para absorver amoníaco podem, contudo, contribuir para as diferenças observadas na concentração de ureia no leite (Godden *et al.*, 2001). Os menores valores observados no início da lactação podem ficar a dever-se à presença dum mecanismo de conservação de N no início da lactação, isto é, a uma maior eficiente utilização do N da dieta para fins produtivos (Oldham, 1984) e/ou serem consequência de maior síntese de leite a partir da mobilização de reservas corporais (Trevaskis e Fulkerson, 1999).

A concentração de ureia no leite é, geralmente, inferior nas vacas na primeira lactação (Oltner *et al.*, 1985; Broderick e Clayton, 1997; Godden *et al.*, 2001), o que se compreende porque estes animais, ao estarem, ainda, em crescimento, utilizam de forma mais eficiente os aminoácidos, ocorrendo menor desaminação de aminoácidos e menor formação de ureia no fígado (Oltner *et al.*, 1985).

Godden *et al.* (2001) observaram uma interacção significativa entre o número de lactação e os dias em lactação, sendo a taxa de diminuição da ureia no leite do meio para o final da lactação superior nos animais na segunda ou

maior lactação, podendo as diferenças ser causadas por alterações na composição da dieta, na estratégia de alimentação e/ou por diferenças comportamentais e fisiológicas.

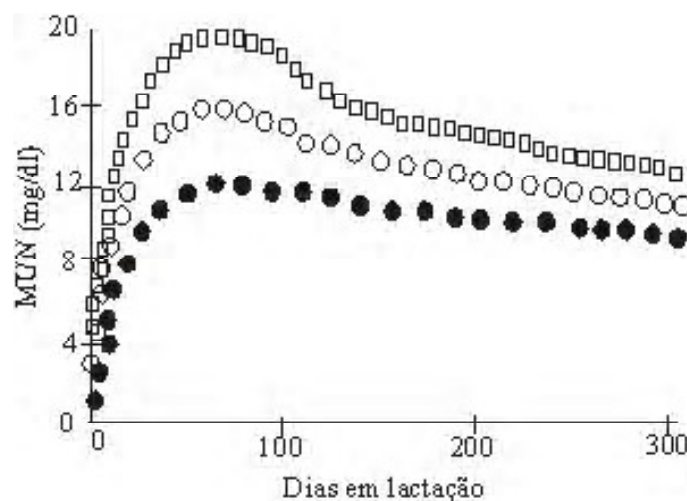


Figura 2. Concentração estimada de ureia no leite (MUN; mg dl⁻¹) ao longo de lactações de 305 dias de 12000 kg (□), 10000 kg (○) e 8000 kg (•). Adaptado de Jonker *et al.* (1998).

Características da dieta

Teor em proteína

Vários são os trabalhos que mostram que a concentração de ureia no leite se relaciona positivamente com o teor em proteína bruta (PB) da dieta (QUADRO III), sendo a quantidade de proteína oferecida em relação às necessidades da vaca, segundo Jonker *et al.* (1999), o factor nutricional que maior efeito tem na concentração de ureia em amostras de leite. Com efeito, Roseler *et al.* (1993) verificaram, num estudo com vacas *Holstein* alimentadas *ad libitum* com dietas com diferentes relações proteína degradável/proteína não degradável relativamente às necessidades estimadas pelo NRC (1989), que a ureia no plasma aumentou quer com o aumento da ingestão de proteína degradável quer com o aumento da ingestão de proteína não degradável, tendo a ingestão de proteína não degradável elevado as concentrações de ureia no plasma e no leite numa extensão similar à ingestão de proteína degradável (QUADRO IV). Gustafsson e Palmquist (1993) obtiveram, também, uma relação positiva entre a concentração de ureia no leite e o teor em proteína degradável da dieta.

QUADRO III – RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE UREIA EM AMOSTRAS DE LEITE E O TEOR EM PROTEÍNA DA DIETA.

Relação	Equação	r	Ref.
Ureia (tanque de leite)ª - PBV e PVª	$y = 0,003 \times PBV - 0,013 \times PV + 11,37$	0,93	[1]
Ureia (tanque de leite)ª - PBV		0,40	[1]
Ureia (tanque de leite)ª Š PB digestível		0,41	[1]
Ureia (tanque de leite)ª Š PB digestível/MJ		0,43	[1]
PB dieta (%MS)-Ureia leite	$y = 13,7 + 0,269 \times$	0,92	[2]
Excesso de ingestão de N (g N dia ⁻¹)-Ureia leite	$y = 313 + 11 \times$	0,88	[2]
Ureia leite -Ingestão de PB		0,90	[3]
Ureia - PBV		0,80	[4]

[1] Gustafsson e Carlsson (1993); [2] Broderick e Clayton (1997); [3] Hof *et al.* (1997); [4] Schepers e Meijer (1998). §mM; †Equilíbrio proteico no rúmen; ‡Peso vivo; |mg de N dl⁻¹

QUADRO IV – EFEITO DE DIETAS COM DIFERENTE RELAÇÃO ENTRE A INGESTÃO DE PROTEÍNA DEGRADÁVEL (IPD) E A INGESTÃO DE PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL (IPND).

Relação IPD:IPND	Dieta				
	A	B	C	D	E
	% das necessidades (NRC, 1989)				
Composição da dieta	80:80	100:100	120:80	100:120	120:120
Proteína degradável (% na MS)	7,7	9,4	10,8	8,8	11,8
Proteína não degradável (% na MS)	4,5	5,8	4,7	7,6	5,8
Ingestão					
MS (kg dia ⁻¹)	20,5	22,0	21,8	21,3	22,1
PB (kg dia ⁻¹)	2,5 ^c	3,3 ^b	3,4 ^b	3,5 ^b	3,9 ^a
Proteína degradável (kg dia ⁻¹)	1,6 ^d	2,0 ^c	2,4 ^b	2,0 ^c	2,6 ^a
Proteína não degradável (kg dia ⁻¹)	0,9 ^d	1,3 ^b	1,0 ^c	1,5 ^a	1,3 ^b
Energia net para a lactação (Mcal dia ⁻¹)	31,4	33,9	33,5	32,7	34,1
Produção de leite (kg dia ⁻¹)	23,6 ^b	26,4 ^a	24,4 ^{bc}	25,2 ^{ac}	26,0 ^a
Gordura (%)	3,61	3,57	3,70	3,66	3,81
N total x 6,38 (%)	3,29	3,27	3,24	3,34	3,37
Ureia no plasma (mg dl ⁻¹)	8,2 ^d	14,8 ^c	16,5 ^b	17,8 ^b	20,7 ^a
Ureia no leite (mg dl ⁻¹)	5,6 ^d	11,6 ^c	13,4 ^b	14,4 ^b	17,8 ^a
Azoto não proteico no leite (mg dl ⁻¹)	28,7 ^c	33,9 ^b	35,6 ^b	36,8 ^b	39,8 ^a

a, b, c, dValores na mesma linha com notações diferentes são significativamente diferentes (P < 0,05). †Dieta equilibrada de acordo com as recomendações do NRC (1989) para vacas com 645 kg de peso vivo e a produzirem diariamente 27 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura. Adaptado de Roseler *et al.* (1993).

Já Rodriguez e Yañez (1997) não observaram diferenças significativas na concentração de ureia no leite entre vacas alimentadas com dietas com igual teor

em PB, mas de diferente degradabilidade (60 vs 70%), provavelmente, porque, para além da quantidade de energia fermentável no rúmen ter sido igual entre tratamentos, o teor da dieta em hidratos de carbono não estruturais era muito elevado (31%).

O trabalho de Baker *et al.* (1995), onde os efeitos teor em PB, teor em N degradável, teor em N não degradável e perfil em aminoácidos na concentração de ureia no leite foram analisados em dietas à base de silagem de milho, isoenergéticas e de igual teor em hidratos de carbono não estruturais, corrobora a constatação de que são os excessos, na dieta, quer de PB quer de N degradável os factores que mais influência têm na concentração de ureia no leite e sugere que em dietas equilibradas para o N degradável e o N não degradável, o perfil em aminoácidos da proteína não degradável pouco influencia os valores de concentração de ureia no leite.

Teor em energia

As concentrações de ureia no leite relacionam-se negativamente quer com a ingestão de energia (Carlsson e Pehrson, 1994; Broderick e Clayton, 1997; van der Merwe *et al.*, 2001b) quer com a densidade energética da dieta (Oltner e Wiktorsson, 1983) porque quando a energia da dieta é baixa, a produção de leite e a síntese de proteína do leite diminuem, o que resulta numa maior excreção de ureia na urina e no leite (Jonker *et al.*, 1999). Mas, a concentração de ureia no leite relaciona-se, também, com a natureza e com a taxa de fermentação dos hidratos de carbono. Isto porque, quando a taxa de degradação no rúmen dos hidratos de carbono não estruturais é elevada (*e.g.*, dietas ricas em amido fermentável, dietas com elevado teor em açúcares e em pectinas), os micróbios capturam uma maior fracção do amoníaco existente no rúmen, o que faz com que as concentrações de ureia no sangue e no leite sejam menores (Lykos *et al.*, 1997).

Todavia, quando a densidade energética da dieta aumenta à custa de maior inclusão de gordura na dieta, a concentração de ureia no leite não diminui com o aumento da densidade energética da dieta (DePeters e Cant, 1992), o que é facilmente compreensível, uma vez que as gorduras, apesar de fornecerem energia ao animal, não representam substrato energético para os microrganismos do rúmen.

Relação proteína/energia

No QUADRO V encontram-se resumidos os resultados dum trabalho em que foi estudado o efeito da relação PB/energia metabolizável (EM) da dieta na concentração de ureia no leite (Oltner e Wiktorsson, 1983). Como se pode observar,

quando as vacas foram alimentadas com uma dieta cuja relação PB/EM se encontrava de acordo com as recomendações (PsEs) a concentração de ureia no leite foi de ca 5 mmol l⁻¹, valor semelhante aos observados quando a dieta fornecia, simultaneamente, excesso ou défice em PB e em EM (PhEh e PIEI). Já, quando a dieta era desequilibrada em termos de relação PB/EM (PsEh, PsEI, PhEI, PhEs e PIEs), a concentração de ureia no leite relacionou-se significativa e linearmente com a relação PB/EM da dieta (Ureia no leite (mmol l⁻¹) = -2,75 + 0,61 x PB/EM; r = 0,94).

QUADRO V – EFEITO DA RELAÇÃO ENTRE A PROTEÍNA BRUTA (PB) E A ENERGIA METABOLIZÁVEL (EM) DA DIETA NA INGESTÃO DE PB, NA INGESTÃO DE EM, NA PRODUÇÃO DE LEITE (PL), NA PRODUÇÃO DE GORDURA (G), NA PRODUÇÃO DE PROTEÍNA (P), NOS TEORES EM UREIA NO LEITE E NO PLASMA E NO TEOR EM GLICOSE NO PLASMA.

Grupo	Período	L	Ingestão				Produção			Ureia (mmol l ⁻¹)		Glicose plasma
			PB		EM	PB/EM	PL	G	P	Leite	Plasma	(mmol/l)
			(g)	(%MS)	(MJ)	(g/MJ)	(kg)	(g)	(g)			
I	1	PsEs	2174	14,6	168	12,9	16,7	771	539	4,81	5,15	3,00
	2	PsEh	2126	13,1	184	11,6	18,5	860	582	3,76	4,18	2,92
	3	PsEs	2091	14,3	163	12,8	16,1	740	503	4,98	5,46	3,15
II	1	PsEs	2174	14,6	168	12,9	17,4	764	562	4,90	5,68	3,25
	2	PsEI	2055	17,6	128	16,1	15,9	687	500	6,49	7,20	3,35
	3	PhEI	2370	19,2	136	17,4	15,7	663	493	7,60	8,35	3,48
III	1	PsEs	2174	14,6	168	12,9	15,1	696	491	4,93	5,45	3,30
	2	PhEs	2469	17,4	159	15,5	15,5	711	504	6,94	7,95	3,27
	3	PhEh	2469	14,6	192	12,9	14,6	683	485	5,63	6,62	3,51
IV	1	PsEs	2174	14,6	168	12,9	16,5	739	514	5,18	5,70	3,25
	2	PIEs	1765	12,4	158	11,2	15,6	705	480	4,07	4,30	3,25
	3	PIEI	1764	13,8	140	12,6	13,5	619	406	5,18	5,75	3,61

†Nível nutricional; Dieta base (na matéria seca; MS): 1,8 kg de feno (89 g de PB e 9,8 MJ de EM, por kg de MS), 6,7 kg de silagem de erva (133 g de PB e 10,3 MJ de EM, por kg de MS) e 0,9 kg de polpa de beterraba (120 g de PB e 12,2 MJ de EM, por kg de MS); Suplemento proteico (441 g de PB e 13,5 MJ de EM, por kg de MS); 20% de bagaço de colza, 45% de bagaço de soja e 35% de bagaço de algodão; Aveia: 117 g de PB e 12,4 MJ de EM, por kg de MS); PsEs (na MS): Dieta base + 4,0 kg de aveia + 1,1 kg de suplemento proteico; PsEh (na MS): Dieta base + 7,2 kg de aveia + 0,4 kg de suplemento proteico; PsEI (na MS): Dieta base + 1,2 kg de aveia + 1,7 kg de suplemento proteico; PhEI (na MS): Dieta base + 2,7 kg de suplemento proteico; PhEs (na MS): Dieta base + 3,0 kg de aveia + 2,1 kg de suplemento proteico; PhEh (na MS): Dieta base + 6,0 kg de aveia + 1,4 kg de suplemento proteico; PIEs (na MS): Dieta base + 5,4 kg de aveia; PIEI (na MS): Dieta base + 2,4 kg de aveia + 0,6 kg de suplemento proteico.

Adaptado de Oltner e Wiktorsson (1983).

Igualmente, Oltner *et al.* (1985) observaram que a concentração de ureia no leite se relacionou com as relações PB/EM de acordo com as seguintes equações: Primíparas: Ureia no leite (mmol l⁻¹) = - 0,53 + 0,62 x PB/EM – 0,006 x peso vivo;

e Multíparas: Ureia no leite (mmol l^{-1}) = $0,23 + 0,62 \times \text{PB/EM} - 0,006 \times \text{peso vivo}$. Cada unidade de aumento na relação PB/EM foi seguida por um aumento de $0,62 \text{ mmol l}^{-1}$ na concentração de ureia no leite e um aumento de 100 kg de peso vivo resultou numa diminuição média de $0,6 \text{ mmol l}^{-1}$ na concentração de ureia no leite. As vacas primíparas têm, em média, para igual relação PB/EM e igual peso vivo, concentrações de ureia no leite $0,76 \text{ mmol l}^{-1}$ inferiores às vacas multíparas, referindo os autores que a relação proteína/energia da dieta tem maior influência na concentração de ureia no leite do que a quantidade absoluta de alimento ingerido pelos animais.

Já Trevaskis e Fulkerson (1999) obtiveram relações curvilíneas entre a relação N/EM e a concentração de ureia no leite e a relação N/hidratos de carbono solúveis em água (WSC) quer em amostras de leite recolhidas em vacas individuais (equações 1 e 3) quer em amostras do tanque de leite (equações 2 e 4):

$$(1) \text{ Ureia no leite (mg dl}^{-1}\text{)} = 49,8 + 0,5 \ln(\text{N/EM})/(\text{N/EM})^2; r^2 \text{ ajustado} = 13,5\%;$$

$$(2) \text{ Ureia no leite (mg dl}^{-1}\text{)} = 51,5 + 0,5 \ln(\text{N/EM})/(\text{N/EM})^2; r^2 \text{ ajustado} = 30\%;$$

$$(3) \text{ Ureia no leite (mg dl}^{-1}\text{)} = (-4075 + 28669 \times \text{N/WSC}^{0,5} - 54311 \times \text{N/WSC} + 31662 \times \text{N/WSC}) / (1 + 325 \times \text{N/WSC}^{0,5} - 851 \times \text{N/WSC} + 569 \times \text{N/WSC}^{1,5}); r^2 \text{ ajustado} = 11\%;$$

$$(4) \text{ Ureia no leite (mg dl}^{-1}\text{)} = 54 + 7,7/(\text{N/WSC}); r^2 \text{ ajustado} = 30\%;$$

Neste trabalho a relação entre a concentração de ureia no leite e a relação N/WSC tornou-se curvilínea quando a relação excedeu 0,6 ou seis vezes mais o recomendado, o que sendo muito superior ao normalmente encontrado em vacas alimentadas com alimento completo, pode explicar o porquê de noutros estudos terem sido, apenas, obtidas equações lineares. O facto de as relações (1) e (3) serem curvilíneas pode dever-se à capacidade limitada do fígado em metabolizar amoníaco, o que resulta em quantidades elevadas de amoníaco no sangue periférico que não sofreu ureogénese (Trevaskis e Fulkerson, 1999).

Os resultados citados, corroborados, ainda, pelos resultados dos estudos de Hof *et al.* (1997) e de Schepers e Meijer (1998), mostram que, desde que a relação proteína/energia da dieta se mantenha constante, a concentração de ureia no leite varia, apenas, ligeiramente com a alteração do nível de proteína da dieta, isto independentemente de estarem ambas em excesso, em défice ou conforme as necessidades. Daqui se conclui que a concentração de ureia no leite está mais relacionada com a relação entre a proteína e a energia da dieta do que com a ingestão absoluta de proteína e que este parâmetro não indica qual o nutriente em excesso ou em défice.

A CONCENTRAÇÃO DE UREIA NO LEITE ENQUANTO MÉTODO DE DIAGNÓSTICO

Como vimos nas secções anteriores, a concentração de ureia em amostras de leite depende de inúmeros factores. Assim sendo, a utilização deste parâmetro como indicador do equilíbrio da dieta ao nível da exploração deve ser feita de forma a que todos os factores que interferem com este parâmetro sejam considerados.

Têm sido propostos, recentemente, vários modelos de interpretação da concentração de ureia em amostras de leite. Broderick e Clayton (1997), por exemplo, utilizando dados de 35 ensaios com 482 vacas leiteiras e 106 dietas, estudaram os efeitos de factores relacionados com a dieta e com o animal na relação entre as concentrações de ureia no leite e no sangue e o valor da concentração de ureia no leite na avaliação do equilíbrio da dieta em termos proteicos. Os parâmetros que contribuíram de modo significativo para o modelo desenvolvido por estes autores apresentam-se no Quadro VI.

QUADRO VI – PARÂMETROS QUE CONTRIBUÍRAM SIGNIFICATIVAMENTE PARA A REGRESSÃO DO TEOR EM AZOTO UREICO NO LEITE (MUN).^{1,2}

Parâmetro ³	Coefficiente estimado	SE	t ⁴	P ⁴
MUN (mg N dl ⁻¹) =				
Intercepto	-4,713	1,897	-2,48	0,013
BUN (mg N dl ⁻¹)	0,484	0,013	37,05	<0,001
Número de lactação	-0,175	0,045	-3,90	<0,001
PV (kg)	0,003	0,001	2,55	0,011
Produção de leite (kg dia ⁻¹)	-0,101	0,028	-3,63	<0,001
Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (kg dia ⁻¹)	0,187	0,053	3,52	<0,001
Produção de gordura (kg dia ⁻¹)	-1,802	0,940	-1,92	0,056
PB (% matéria seca)	0,843	0,089	9,51	<0,001
PB/NEI (g Mcal ⁻¹)	-0,059	0,019	-3,18	<0,001
Excesso de ingestão de azoto (g N dia ⁻¹)	0,007	0,003	2,59	0,010
IMS (kg dia ⁻¹)	0,103	0,055	1,88	0,061
Ingestão de ENI (kg dia ⁻¹)	-0,133	0,053	-2,48	0,013
Dias em lactação	0,003	0,001	1,93	0,054

¹BUN = azoto ureico no sangue; PB/nNEI = proteína bruta da dieta (PB) por unidade de energia net para a lactação (NEI), onde NEI foi estimado de acordo com NRC (1989); excesso de ingestão de azoto = ingestão total de azoto – excreção de azoto no leite.

²Coefficiente de determinação construído para o modelo.

³2226 observações para cada parâmetro.

⁴t-student e valor P associado.

Adaptado de Broderick e Clayton (1997).

Os valores de t para a produção de leite (real e corrigida), o número de

lactação, o teor em PB da dieta em percentagem de matéria seca e, especialmente, a concentração de ureia no sangue indicam que estes foram os parâmetros que mais contribuíram para o modelo. Contudo, vários outros factores contribuíram significativamente ($P < 0,10$) para o modelo, o que indica que a concentração de ureia no leite observada em vacas leiteiras ao nível das explorações é influenciada por factores múltiplos relacionados com o animal e com a dieta. Surpreendentemente, os parâmetros produção de proteína, produção de extracto seco desengordurado e eficiência azotada não contribuíram significativamente para o modelo. A relação negativa entre o número de lactação e a concentração de ureia no leite indica que a concentração de ureia no leite diminui à medida que as vacas progridem em lactações sucessivas. Este modelo antecipa, também, a diminuição da concentração de ureia no leite com o aumento do volume de leite.

Jonker *et al.* (1998) desenvolveram, posteriormente, um modelo para estimar as concentrações objectivo de ureia no leite com base em dados de três estudos (10 dietas, 40 vacas e 70 observações). As equações utilizadas no modelo encontram-se no QUADRO VII.

QUADRO VII – EQUAÇÕES UTILIZADAS NO MODELO PROPOSTO POR JONKER *et al.* (1998).

Previsão ¹	Equação
UN^2 , g dia ⁻¹	$12,54 \times MUN^3$
NI^4 , g dia ⁻¹	$(UN \text{ previsto} + N \text{ leite} + 91)/0,83$
FN , g dia ⁻¹	$NI \text{ prevista} - UN \text{ previsto} - N \text{ leite}$
NUE , %	$(N \text{ leite} \times 100)/NI \text{ previsto}$
IMS , kg dia ⁻¹	$(NI \text{ previsto} \times 6,25)/\% \text{ de proteína bruta da dieta}$

¹UN = excreção urinária de azoto, NI = ingestão de azoto, FN = excreção de azoto nas fezes, NUE = eficiência de utilização do azoto, IMS = ingestão de matéria seca. ²Coefficiente para a previsão do UN obtido pela regressão do UN com o MUN. ³MUN = azoto da ureia no leite. ⁴Azoto metabólico e coeficiente de digestibilidade verdadeira obtida pela regressão da utilização digestiva aparente do azoto face à NI (teste de Lucas).

O modelo assenta em princípios da fisiologia: 1) a previsão do N urinário é baseada na lei de conservação de massa; 2) uma proporção do N total ingerido é absorvido pela vaca, de acordo com o seu coeficiente de digestibilidade; 3) o N absorvido tem quatro destinos finais: excreção no leite, retenção nos tecidos, excreção como N metabólico ou excreção na urina; 4) de acordo com a conservação de massa, quando o N do leite, dos tecidos e metabólico é subtraído ao absorvido resulta o urinário; 5) o N absorvido na corrente sanguínea resulta da difusão do amoníaco pelas paredes do rúmen e do transporte de aminoácidos e péptidos no intestino delgado; 6) o amoníaco é tóxico para a vaca e é rapidamente convertido em ureia no fígado; 7) os aminoácidos e péptidos absorvidos que não são utilizados na síntese de leite são desaminados no fígado para fornecimento de energia e o N

é convertido em ureia; 8) a ureia toma, assim, parte do reservatório de ureia no sangue; 9) a ureia é uma molécula pequena que se difunde rapidamente através das membranas celulares e como o leite é segregado na glândula mamária, a ureia difunde-se para dentro e fora desta equilibrando-se com o sangue (devido a este processo a concentração de ureia no leite equilibra-se com e é proporcional à concentração de ureia no sangue); 10) o coeficiente da regressão entre a excreção de N na urina e a concentração de ureia no leite representa a taxa de desaparecimento renal de ureia; e 11) a taxa sanguínea renal de desaparecimento da ureia, expressa em termos de peso vivo, é de $1,45 \text{ ml min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ peso vivo.

Os autores utilizaram, para avaliação do modelo, 18 estudos independentes, o que permitiu o cálculo de valores objectivo de concentração de ureia no leite para uma lactação típica. Estes valores foram de 10 a 16 mg dl^{-1} dependendo dos dias em lactação; concentrações que foram sensíveis a alterações na produção de leite e na quantidade de N ingerido, mas relativamente insensíveis ao peso vivo, ao número de lactação e à estratégia de alimentação. O pico de concentração de ureia no leite ocorreu aos 63 dias de lactação e o pico de produção de leite aos 35 dias, sendo a concentração máxima de ureia no leite de $15,90 \text{ mg dl}^{-1}$ e a mínima de $2,62 \text{ mg dl}^{-1}$ (QUADRO VIII). A concentração de ureia no leite ajustada para a produção de leite para toda uma lactação de 10000 kg foi de $13,51 \text{ mg dl}^{-1}$. A um aumento de 2000 kg de produção de leite por lactação correspondeu um aumento médio de $2,85 \text{ mg dl}^{-1}$ na concentração prevista de ureia no leite. Contrariamente, para uma produção de leite reduzida em 2000 kg por lactação, a concentração de ureia no leite diminuiu para $10,66 \text{ mg dl}^{-1}$.

QUADRO VIII – AZOTO DE UREIA NO LEITE (MUN) ESTIMADO A PARTIR DAS PREVISÕES DE N URINÁRIO PELO NRC (1989).

	MUN		
	M ^o dia ¹	M ^o nimo	M ^o ximo
Simulação ²	13,51	2,62	15,90
Produção de leite, kg			
+2000	16,36	4,79	19,76
-2000	10,66	0,47	12,06
Gordura do leite, %			
+0,5	15,22	4,50	18,01
-0,5	11,81	0,74	13,80
Peso vivo, kg			
+50	13,93	2,95	16,22
-50	13,08	2,29	15,60
N ^o mero de lactação			
1	13,91	2,62	16,41
3	12,99	2,10	15,40

¹ Concentração de ureia no leite ajustada para a produção de leite em 305 dias de lactação. ² Leite = 10000 kg por lactação, gordura do leite = 3,5%, proteína do leite = 3,0%, peso vivo = 600 kg e número de lactação = 2. Adaptado de Jonker *et al.* (1998).

Jonker *et al.* (1999) utilizando o modelo descrito anteriormente (Jonker *et al.*, 1998) estimaram o efeito de vários factores nas concentrações objectivo de ureia no leite estimadas a partir de estimativas da ingestão de N de acordo com o NRC (1989) (QUADRO IX). A quantidade de proteína ingerida em relação às necessidades em proteína estimadas pelo NRC (1989) teve o maior efeito nas concentrações objectivo de ureia no leite. Com efeito, quando o N ingerido, em relação às necessidades, aumentou em 10%, a concentração de ureia no leite aumentou ca 13%, tendo um aumento de 2000 kg de leite por lactação resultado num aumento de 2,6 mg dl⁻¹ na concentração média de ureia no leite, e a alteração do número de lactação para o mesmo nível de produção alterado as concentrações de ureia no leite em menos de 4%. As diferenças observadas entre o número de lactação são explicadas pelo facto do NRC (1989) estimar que as necessidades de manutenção de vacas na primeira e segunda lactação são superiores por forma a satisfazer, também, as necessidades para o crescimento.

QUADRO IX – EFEITO DE VÁRIOS FACTORES NAS CONCENTRAÇÕES OBJECTIVO DE UREIA NO LEITE OBTIDAS A PARTIR DA INGESTÃO DE N ESTIMADA PELO NRC (1989).

	Concentração de ureia no leite			
	Média ¹	Mínimo ²	Máximo	d ³
	mg dl ⁻¹			
Simulação ⁴	13,1	1,4	14,4	78
Produção de leite, kg				
+2000	15,7	3,4	18,0	76
-2000	10,5	0,0	11,0	82
Gordura do leite, %				
+0,5	14,7	2,8	16,4	77
-0,5	11,8	0,1	12,6	80
Proteína do leite, %				
+0,3	11,9	0,6	13,1	79
-0,3	14,4	2,2	15,9	78
Peso vivo, kg				
+100	14,0	2,1	15,1	77
-100	12,2	0,8	14,0	82
Número de lactação				
1	13,5	2,3	14,6	275
3	12,7	0,6	14,6	79
NRC, %				
+10	16,5	3,2	18,1	83
-10	9,8	0,0	10,9	79

¹Concentração de ureia no leite ajustada para a produção de leite em 305 dias de lactação.

²A concentração mínima de ureia no leite ocorreu no primeiro dia de lactação para todas as simulações. ³Dia do pico de concentração de ureia no leite. ⁴Leite = 10000 kg por lactação, gordura do leite = 3,5%, proteína do leite = 3,0%, peso vivo = 600 kg e número de lactação = 2. Adaptado de Jonker *et al.* (1999).

Estes modelos permitem, então, através da estimativa do N na urina de vacas alimentadas com uma dieta ideal (NRC, 1989), calcular as concentrações objectivo de ureia no leite, podendo os desvios a estes objectivos identificar situações de sobre ou subalimentação azotada ou outros aspectos relacionados com a alimentação e o manejo. Jonker *et al.* (2002) verificaram que, uma vez os resultados mensais de concentração de ureia no leite colocados à disposição dos produtores de leite, juntamente com a sua interpretação e recomendações, grande parte dos produtores de leite que aderiram ao programa conseguiram aproximar os valores das suas explorações dos valores objectivo.

Mais recentemente, Kauffman e ST-Pierre (2001) realizaram um estudo de modo a verificar se, numa grande variedade de concentrações de ureia no leite, a relação empírica entre a excreção de N na urina e a concentração de ureia no leite é linear, como referiram Jonker *et al.* (1998). Segundo estes autores (Kauffman e ST-Pierre, 2001), se o rim é um filtro constante de ureia, isto é, se a taxa de desaparecimento da ureia do sangue pelo rim é constante, e se a ureia do sangue se difunde rapidamente para o leite, então a relação deve ser linear. No entanto, provavelmente, nem toda a ureia filtrada pelo rim é excretada na urina e uma proporção variável, dependente da concentração na urina, é reabsorvida à medida que o fluído tubular passa através dos túbulos proximais circunvolucionados. Deste modo, neste estudo, foram propostas duas novas equações para prever a excreção urinária de N baseada na concentração de ureia no leite e no peso vivo dos animais, sendo a inclusão deste último factor justificada por tornar não significativo o efeito da raça *Holstein vs Jersey* (N urinário (g dia^{-1}) = $17,64 \times \text{ureia no leite (mg N dl}^{-1})$; N urinário (g dia^{-1}) = $0,0256 (\pm 0,006) \times \text{peso vivo} \times \text{ureia no leite (mg N dl}^{-1})$). Os resultados deste estudo foram de encontro a uma das implicações do modelo de Jonker *et al.* (1998), ou seja, que a digestibilidade dos hidratos de carbono e a eficiência da fermentação ruminal do N só podem afectar indirectamente as concentrações de ureia no leite, seja através do aumento da excreção de N no leite, da diminuição da ingestão de N e do aumento do N fecal que resulta na redução da excreção de N na urina.

Kohn *et al.* (2002) avaliaram os modelos propostos por Jonker *et al.* (1998) e por Kauffman e ST-Pierre (2001) para estimativa da excreção de N na urina e a concentração esperada de ureia no leite, utilizando dados obtidos em ensaios realizados em 1998 e em 1999 e quantificaram as alterações que podem ter existido no método de determinação da concentração de ureia no leite ao longo do tempo. Estes autores verificaram que o modelo mais recente subestimou, em média, a concentração de ureia no leite em $3,8 \text{ mg dl}^{-1}$ com os dados de 1998, tendo o modelo de Jonker *et al.* (1998) apresentado resultados mais rigorosos. Já, com os dados de 1999, o modelo mais antigo sobrestimou a concentração de

ureia no leite em $4,8 \text{ mg dl}^{-1}$, sendo o modelo mais recente mais rigoroso. No período entre os dois estudos, a concentração de ureia no leite diminuiu, em média, 4 mg dl^{-1} .

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conquanto vários autores apontem valores de referência da concentração de ureia no leite como indicadores da alimentação da vaca leiteira (QUADRO X), os estudos que acabámos de rever evidenciam que a concentração de ureia em amostras de leite é afectada por vários factores. Deste modo, a aplicação, na prática, deste método de diagnóstico impõe a utilização de modelos que integrem os vários factores que potencialmente alteram os valores de concentração de ureia no leite; modelos que devem ser desenvolvidos para situações de produção particulares.

QUADRO X – CONCEITOS DE INTERPRETAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE UREIA NO LEITE.

Ref.	MUN	Diagnóstico
[1]	$< 14 \text{ mg dl}^{-1}$	Défice na dieta em proteína por unidade de energia
[2]	$11,2 \text{ mg dl}^{-1}$	Défice na dieta em azoto degradável no rumen
[3]	$11,6 \text{ mg dl}^{-1}$	Dieta equilibrada em termos de proteína degradável e não degradável no rumen
[4]	$11,2\text{--}15,4 \text{ mg dl}^{-1}$	Dieta equilibrada
[5]	$10,3 \text{ mg dl}^{-1}$	Azoto e energia da dieta equilibrados para a síntese de proteína microbiana

[1] Oltner e Wiktorsson (1983); [2] Broderick *et al.* (1993); [3] Roseler *et al.* (1993);

[4] Carlsson e Pehrson (1994); [5] Hof *et al.* (1997).

Daqui decorre que a prática corrente da determinação da concentração de ureia em amostras de leite, em geral recolhidas do tanque do leite numa determinada exploração sem consideração do contexto onde esta está inserida não permite a utilização correcta deste método de diagnóstico, pelo menos, dum ponto de vista conceptual. Por outro lado, os métodos que são, em geral, utilizados para determinar a concentração de ureia no leite – métodos rápidos, vulgarmente designados por fitas –, por fornecerem resultados que não correspondem aos obtidos pela análise laboratorial (Butler *et al.*, 1996), devem ser utilizados, apenas, com objectivo qualitativo e não quantitativo (van der Merwe *et al.*, 2001a). Assim sendo, com vista à aplicação correcta, no campo, da concentração de ureia no leite enquanto método de diagnóstico, as determinações devem ser incluídas nos programas de análise de rotina da composição do leite e a sua interpretação deve ser feita através do desenvolvimento de modelos matemáticos que considerem o máximo de factores que potencialmente influenciam este parâmetro.

Neste aspecto, a determinação do teor em ureia em amostras de leite pelo método da espectrofotometria do infra-vermelho, disponível desde o início dos anos noventa, apresenta a vantagem de ser facilmente introduzido no programa de análise por rotina da composição de amostras de leite recolhidas nas explorações. Não esquecer, porém, que de pouco servirá incluir a determinação da concentração de ureia no leite nestes programas se, depois, não se criarem equipas de trabalho que permitam que os dados, após tratados, sejam postos, simultaneamente com a sua interpretação e as recomendações respectivas, à disposição dos produtores de leite e dos seus conselheiros técnicos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito do Projecto n.º 342 da Medida 8, Acção 8.1 DED, do Programa Agro (União Europeia), cujo financiamento os autores agradecem.

BIBLIOGRAFIA

- BAKER, L.D., FERGUSON, J.D. e CHALUPA, W., 1995. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 78: 2424-2434.
- BRODERICK, G.A. e CLAYTON, M.K., 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 80: 2964-2971.
- BRODERICK, G.A., CRAIG, W.M. e RICKER, D.B., 1993. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grain plus mixtures of alfalfa and corn silages. *J. Dairy Sci.*, 76: 2266-2274.
- BUTLER, W.R., CALAMAN, J.J. e BEAM, S.W., 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 74: 858-865.
- CARLSSON, J. e BERGSTROM, J., 1994. The diurnal variation of urea in cow's milk and how milk fat content, storage and preservation affects analysis by a flow injection technique. *Acta Vet. Scand.*, 35: 67-77.
- CARLSSON, J. e PEHRSON, B., 1994. The relationships between seasonal variations in the concentration of urea in bulk milk and the production and fertility of dairy herds. *Zentralbl. Veterinarmed A*, 40: 205-212.
- CARLSSON, J., BERGSTROM, J. e PEHRSON, B., 1995. Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation and herd in the concentration of urea in bulk milk and individual cow's milk. *Acta Vet. Scand.*, 36: 245-254.
- DEPETERS, E.J. e CANT, J.P., 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk. *J. Dairy Sci.*, 75: 2043-2070.
- DEPETERS, E.J. e FERGUSON, J.D., 1992. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. *J. Dairy Sci.*, 75: 3192-3209.

- EICHER, R., BOUCHARD, E. e TREMBLAY, A., 1999. Cow level sampling factors affecting analysis and interpretation of milk urea concentrations in 2 dairy herds. *Can. Vet. J.*, 40: 487-492.
- FERGUSON, J.D., THOMSEN, N., SLESSER, D. e BURRIS, D., 1997. Pennsylvania DHIA milk urea testing, *J. Dairy Sci.*, 80(Suppl 1):161(abstract).
- GODDEN, S.M., LISSEMORE, K.D., KELTON, D.F., LUMSDEN, J.H., LESLIE, K.E. e WALTON, J.S., 2000. Analytical validation of an infrared milk urea assay and effects of sample acquisition factors on milk urea results. *J. Dairy Sci.*, 83: 435-442.
- GODDEN, S.M., LISSEMORE, K.D., KELTON, D.F., LESLIE, K.E., WALTON, J.S. e LUMSDEN, J.H., 2001. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 107-114.
- GUSTAFSSON, A.H. e CARLSSON, J., 1993. Effects of silage quality, protein evaluation systems and milk urea content on milk yield and reproduction in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 37: 91-105.
- GUSTAFSSON, A.H. e PALMQUIST, D.L., 1993. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. *J. Dairy Sci.*, 76: 475-484.
- HOF, G., VERVOORN, M.D., LENAERS, P.J. e TAMMINGA, S., 1997. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 3333-3340.
- JONKER, J.S., KOHN, R.A. e ERDMAN, R.A., 1998. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81: 2681-2692.
- JONKER, J.S., KOHN, R.A. e ERDMAN, R.A., 1999. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to national research council recommendations. *J. Dairy Sci.*, 82: 1261-1273.
- JONKER, J.S., KOHN, R.A. e HIGH, J., 2002. Use of milk urea nitrogen to improve dairy cow diets. *J. Dairy Sci.*, 85: 939-946.
- KAUFFMAN, A.J. e ST-PIERRE, N.R., 2001. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 84: 2284-2294.
- KOHN, R.A., KALSCHUR, K.F. e RUSSEK-COHEN, E., 2002. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.*, 85: 227-233.
- LYKOS, T., VARGA, G.A. e CASPER, D., 1997. Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 3341-3355.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1989. *Nutrients Requirements of Dairy Cattle*. 6th ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- NELSON, 1996. Practical application of MUN analysis. *Bovine Proc.*, 29: 85-95.
- OLDHAM, J.D., 1984. Protein-energy interrelationships in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67: 1090-1114.
- OLTNER, R. e WIKTORSON, H., 1983. Urea concentration in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 10: 457-467.
- OLTNER, R., EMANUELSON, M. e WIKTORSSON, H., 1985. Urea concentrations in milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and amount and composition of feed given to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 12: 47-57.

- RODRIGUEZ, A.G. e YAÑEZ, O.V., 1997. Determinación de la urea en leche como indicador del contenido proteico de la ración del vacuno lechero. BUIAT ESP., 7: 279-283.
- RODRIGUEZ, L.A., STALLINGS, C.C., HERBEIN, J.H. e MCGILLIARD, M.L., 1997. Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in Holstein and Jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. J. Dairy Sci., 80: 3368-3376.
- ROPSTAD, E., VIK-MO, L. e REFSDAL, AO., 1989. Levels of milk urea, plasma constituents and rumen liquid ammonia in relation to the feeding of dairy cows during early lactation. Acta Vet. Scand., 30: 199-208.
- ROSELER, D.K., FERGUSON, J.D., SNIFFEN, C.J. e HERREMA, J., 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. J. Dairy Sci., 76: 525-534.
- SCHEPERS, A.J. e MEIJER, R.G.M., 1998. Evaluation of the utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk. J. Dairy Sci., 81: 579-584.
- SWENSON, M.J. e REECE, W.O., 1993. Water balance and excretion. Duke's Physiology of Domestic Animals. 11th ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, pp. 573-604.
- TREVASKIS, L.M. e FULKERSON, W.J., 1999. The relationship between various animal and management factors and milk urea, and its association with reproductive performance of dairy cows grazing pasture. Livest. Prod. Sci., 57: 255-265.
- VAGNONI, D.B. e BRODERICK, G.A., 1997. Effects of supplementation of energy or ruminally undegraded protein to lactating cows fed alfalfa hay or silage. J. Dairy Sci., 80: 1703-1712.
- VAN DER MERWE, B.J., DUGMORE, T.J. e WALSH, K.P., 2001a. The effect of monensin on milk production, milk urea nitrogen and body condition score of grazing dairy cows. South African J. Anim. Sci., 31: 49-55.
- VAN DER MERWE, B.J., DUGMORE, T.J. e WALSH, K.P., 2001b. The effect of flavofosfolipol (Flavomycin®) on milk production and milk urea nitrogen concentrations of grazing dairy cows. South African J. Anim. Sci., 31: 101-105.
- VAN SOEST, P.J., 1993. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York, 476 p.
- WITTWER, F.G., GALLARDO, P., REYES, J. e OPTIZ, H., 1999. Bulk milk urea concentrations and their relationship with cow fertility in grazing dairy herds in southern Chile. Prev. Vet. Med., 38: 159-166.

DEMOGRAPHIC CHARACTERIZATION OF THE MERTOLENGA BREED OF CATTLE

N. CAROLINO¹, J. PAIS², P. VENTURA², N. HENRIQUES² e L. GAMA^{1,3}

¹ Estação Zootécnica Nacional, Fonte Boa, 2000-763 Vale de Santarém, carolinonuno@hotmail.com; ² Ass. Criadores de Bovinos Mertolengos, Horta do Bispo, Apartado 4666, 7002-506 Évora. associacao.mertolengos@clix.pt, ³ Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal. ltgama@hotmail.com

(Aceite para publicação em 11 de Novembro de 2003)

ABSTRACT

Information from the Mertolenga Herdbook, provided by "Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos", was used to study demographic parameters and indicators of genetic variability in this cattle breed. Data included information on 52252 animals recorded between 1977 and 1999, as well as additional pedigrees of 7353 animals, for a total number of 59605 animals from 276 farms. Generation intervals were calculated for the whole population and for the traditional paths of selection, i.e., sires and dams of bulls (PT and MT) and sires and dams of cows (PV and MV). Individual inbreeding coefficients were computed with the MTDFREML software package, and regression of inbreeding on year of birth was further obtained, to estimate the annual rate of inbreeding. This rate was combined with generation intervals, in order to compute the rate of inbreeding per generation and, from this, the effective population size. The contributions of different founders, as well as their effective number, were calculated for the population born between 1995 and 1999 (25832 animals), with an application developed in Clipper according to the method of James (1972). In 1999, the number of adult females of the Mertolenga breed was about 12000 animals. Generally, herds of this breed tend to be large, with about 40 purebred calves recorded per herd/year, even though about 40% of the cows are bred by a bull of a different breed. A steady increase was observed in the number of recorded calves per year, especially up to 1997 (5815 recorded calves), stabilizing afterwards. The average age of sires and dams of calves was 5,6 and 6,0 years, respectively. Generation intervals were 5,6, 7,1, 5,5 and 6,0 years for the PT, MT, PV and MV paths of selection, respectively, resulting in an average generation interval of 6,0 years. The average number of known generations has shown a reasonable improvement over the last few years, and was estimated to be 3,2 for animals born in 1999. For the whole data base, about 35% of the animals had great-grandparents known, but this figure increased to 54% when only data from the last five years were considered. Average inbreeding was 4,2% for the population as a whole, 4,8% for animals with known

parents and 6,0% for animals born between 1995 and 1999; considering animals born in this period, 45% of them had an inbreeding coefficient different from zero. The annual rate of inbreeding was 0.33%, from which the rate of inbreeding per generation was calculated to be 2,0%. From this rate, the estimated effective population size was 25,0. The average relationship in animals born in 1999 (n=5003) was 31,4%. Considering calves born between 1995 and 1999 as the reference population, the effective number of founders was about 125, and 85 founders explained more than 50% of the current genetic pool in the population. Results presented here indicate that, up to 1999, the average level of inbreeding which was reached is not too high (7,5%). Nevertheless, the rate of inbreeding per generation exceeds what has been recommended by FAO, in order to maintain within-breed genetic variability.

Key-words: Beef cattle, demographic indicators, inbreeding

CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA DA RAÇA BOVINA MERTOLENGA

RESUMO

Com o objectivo de estudar as principais características demográficas da raça bovina Mertolenga e obter alguns indicadores da sua variabilidade genética, utilizou-se toda a informação disponível no Livro Genealógico, cedida pela Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos. Os registos incluíam observações sobre 52252 animais registados entre 1977 e 1999, e de todos os indivíduos cuja informação genealógica foi possível obter (7353), perfazendo um total de 59605 animais provenientes de 276 explorações. Os intervalos de gerações foram calculados para o total de animais nascidos e para as quatro vias clássicas de selecção, isto é, pais e mães de touros (PT e MT) e pais e mães de vacas (PV e MV). A consanguinidade individual foi calculada através do programa MTDFREML, estimando-se posteriormente a regressão desta no ano de nascimento dos animais. A partir da taxa anual de consanguinidade e do intervalo médio de gerações, obteve-se a taxa de consanguinidade média por geração e, em função desta, determinou-se o tamanho efectivo da população. Foi estimado o número efectivo de fundadores e a contribuições destes para a população nascida entre 1995 e 1999 (25832 animais), segundo o método de James (1972) e utilizando-se uma aplicação desenvolvida em Clipper. Em 1999 o número de fêmeas adultas da raça Mertolenga rondava os 12000 animais. De um modo geral, os efectivos são de grande dimensão e apesar de cerca de 40% das fêmeas serem exploradas em cruzamento, verifica-se uma média anual de, aproximadamente, 40 registos de nascimentos por exploração. Constatou-se um aumento do número de vitelos registados anualmente, desde o início do Livro Genealógico até 1997 (5815 animais inscritos), com maior evidência a partir de 1993, e a partir de 1998 este número estabilizou. A idade média dos pais de bezerros foi de 5,6 anos, enquanto que das mães foi 6,0 anos. Os intervalos de gerações foram,

respectivamente, de 5,6, 7,1, 5,5 e 6,0 anos para PT, MT, PV e MV, de que resultou um intervalo de gerações médio de 6,0 anos. O número médio de gerações conhecido tem evoluído razoavelmente nos últimos anos, estimando-se em que cerca de 3,2 para animais nascidos em 1999. Para a totalidade da base de dados, cerca de 35% dos animais tinham bisavós conhecidos, enquanto que, considerando apenas os animais nascidos nos últimos 5 anos, mais de 54% tinham bisavós conhecidos. A consanguinidade média da totalidade da população estudada foi de 4,2%, de 4,8% para os animais com pais conhecidos e de 6,0% para os animais nascidos entre 1995 e 1999, registando-se que, aproximadamente 45% dos animais nascidos neste último período têm um coeficiente de consanguinidade diferente de 0. O aumento anual da consanguinidade foi de 0.33%, de que resultou um aumento por geração de 2,00%. Em função destes parâmetros, estimou-se o tamanho efectivo da população em 25,0. O grau de parentesco médio entre animais nascidos em 1999 ($n=5003$) foi de 31,4%. Calculou-se em aproximadamente 125, o número efectivo de fundadores da população nascida entre 1995 e 1999, e que cerca 85 fundadores justificam mais de 50% da variabilidade dessa população. Os resultados deste trabalho indicam que até 1999 os níveis médios de consanguinidade atingidos não são demasiado elevados (7,5%). Contudo, a taxa de consanguinidade por geração resulta num tamanho efectivo da população inferior ao valor recomendado pela FAO (50) para a manutenção aceitável da variabilidade genética intra-racial.

Palavras-chave: Bovinos, consanguinidade, parâmetros demográficos, parentesco

INTRODUÇÃO

A defesa e melhoramento do património genético animal são prioridades que estão claramente reconhecidas, tanto a nível nacional como internacional. O desaparecimento contínuo de muitas raças de animais domésticos, bem como o decréscimo acentuado dos efectivos de outras, levou a que, quer a nível nacional, quer internacional, diversas entidades comesçassem a desencadear algumas acções necessárias à defesa e melhoramento do património genético animal.

Portugal é um país particularmente rico no que respeita à diversidade genética das espécies domésticas, e tem como tal responsabilidades acrescidas na manutenção desta diversidade e sua transmissão para as gerações futuras. Há vários anos, e com particular ênfase a partir da década de setenta, os Serviços Oficiais Portugueses desencadearam diversas acções que contribuíram para a defesa do património genético animal, nomeadamente, a implementação dos primeiros Livros Genealógicos e Registos Zootécnicos.

A nível internacional tem-se destacado a acção da Food and Agriculture Organization (FAO) e da Comissão de Genética da European Association of Animal Production (EAAP) que, em conjunto, impulsionaram a criação do Global Animal Genetic Data Bank (GAGDB) (Matos e Bettencourt, 1995). Para além

disso, a FAO em 1993 iniciou uma estratégia de ordenação dos recursos genéticos animais e em 1998 começou com a preparação do primeiro relatório mundial sobre a situação dos recursos genéticos animais a nível mundial (Cardellino, 2002).

Apesar da sensibilização da sociedade para a preservação do património genético, transmitida das várias iniciativas nacionais e internacionais, de que se destaca a Conferência da Terra realizada em 1992, alguns critérios e medidas por parte dos diversos organismos portugueses e comunitários ainda não estão claramente definidos, principalmente no que diz respeito à definição do estatuto de risco de uma raça.

A raça bovina Mertolenga é uma das principais raças exploradas no Sul de Portugal, contando actualmente com cerca de 15000 fêmeas adultas inscritas no Livro Genealógico, e distribuídas por aproximadamente 220 explorações, localizadas na sua maioria nos concelhos de Évora, Barrancos, Moura, Serpa, Alcácer do Sal e Coruche (Fig. 1).



Figura 1. Distribuição das explorações de bovinos da raça Mertolenga.

Entre 1994 e 1999, registou-se um acréscimo progressivo do número de animais inscritos no LG. Contudo, em 1995, conforme o Regulamento de Aplicação do Regime de Ajudas às Medidas Agro-Ambientais, publicado em 1998 (DR nº 42), e com base no Regulamento (CEE) nº 2078/92, a raça bovina Mertolenga ainda foi considerada como “*ameaçada de extinção*”, pelo facto do número de fêmeas reprodutoras ser inferior a 7500 animais (cerca de 5000). De acordo com a classificação da FAO, quanto ao estado de extinção (FAO, 1992), a raça bovina Mertolenga também foi considerada no “*estado vulnerável*”.

A conservação dos recursos genéticos pressupõe a manutenção dum número mínimo de animais que garanta a sobrevivência duma determinada raça mantendo a sua identidade e potencial (Sponenberg e Christman, 1995) e permita a sua reconstituição quando se julgue necessário (Matos e Bettencourt, 1995). Contudo, também se pretende manter a variabilidade genética dessa população, pelo que será fundamental ter em consideração outros critérios, para além da dimensão do efectivo reprodutor, que permitam caracterizar a estrutura genética da população em causa (Gama e Delgado, 2000).

O conhecimento demográfico das raças é fundamental para delinear uma estratégia de conservação com sucesso (FAO, 1998a). A diversidade genética intra-racial é uma parte integral da variabilidade genética global das populações de interesse zootécnico, e a manutenção desta diversidade é, para além da questão da conservação, uma condição importante para um programa de melhoramento genético eficaz (Oldenbroek, 1999).

Com este trabalho pretende-se caracterizar a demografia da raça bovina Mertolenga, determinando alguns indicadores da variabilidade genética desta população, visando a estruturação do programa de melhoramento e a detecção de estrangulamentos que, no passado tenham contribuído para a redução da variabilidade genética intra-racial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizaram-se registos genealógicos cedidos pela Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos (ACBM), que compreendiam informação sobre 60473 indivíduos pertencentes a 276 explorações, incluindo 52252 animais registados entre 1977 e 1999 no LG na raça bovina Mertolenga e respectivos ascendentes, tendo-se analisado os seguintes critérios:

- ↑ Evolução dos registos no Livro Genealógico
- ↑ Tamanho dos efectivos
- ↑ Intervalo de gerações (L)
- ↑ Grau de preenchimento dos pedigrees
- ↑ Número de gerações conhecidas (n_i)
- ↑ Consanguinidade individual (F)
- ↑ Grau de Parentesco (a_{ij})
- ↑ Acréscimo da consanguinidade por ano (DF/ano) e por geração (DF/L)
- ↑ Tamanho efectivo da população (N_e)
- ↑ Número efectivo de fundadores (f_e)
- ↑ Número efectivo de ascendentes (f_a)

Os cálculos efectuados consideraram todos os indivíduos ($n=60473$) da

matriz de parentescos (Van Vleck, 1993), sendo obtidos através de aplicações desenvolvidas em Clipper (Carolino e Gama, 2002), em que o coeficiente de consanguinidade e o grau de parentesco são estimados pelo método tabular (Gama, 2002). Estes valores seriam posteriormente confirmados, através dos resultados da matriz de parentescos, obtida do programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1993).

O número de gerações conhecidas (n_i) foi obtida através da seguinte fórmula:

$$n_i = \frac{n_s + 1}{2} + \frac{n_d + 1}{2}$$

em que, n_s e n_d representam, respectivamente, o número de gerações conhecidas do pai e da mãe. No caso do pai ou da mãe de um indivíduo serem desconhecidos os valor de n_s ou n_d têm valor -1 na equação.

O acréscimo anual da consanguinidade (DF/ano) foi obtido por regressão do coeficiente de consanguinidade individual no ano de nascimento, tendo-se utilizado para o efeito o Proc GLM do SAS (SAS Institute, 1999) e o seguinte modelo linear:

$$F_{ij} = b_1 \text{ano}_i + e_{ij}$$

em que F_{ij} representa a consanguinidade individual, b_1 o coeficiente de regressão linear da consanguinidade no ano de nascimento e e_{ij} o erro associado com a ij observação. A partir de DF/ano, calculou-se DF/geração, como (DF/ano) * L.

O tamanho efectivo da população (N_e), definido por Falconer e McKay (1996) foi calculado através da seguinte expressão:

$$N_e = \frac{1}{2(\Delta F / L)}$$

em que $\Delta F / L$ representa o acréscimo da consanguinidade por geração.

O número efectivo de fundadores (f_e) e de ascendentes (f_a) foram determinados segundo as metodologias descritas por James (1972) e Boichard *et al.* (1997), respectivamente, da seguinte forma:

$$f_e = \frac{1}{\sum_{k=1}^f q_k^2} \quad \text{e} \quad \sum_{k=1}^f q_k = 1$$

em que q_k corresponde à proporção de cada fundador k para a população em estudo (animais nascidos entre 1997 e 1999), considerando-se como fundador um animal com pai e mãe desconhecidos

$$f_a = \frac{1}{\sum_{k=1}^n p_k^2} \text{ e } p_k = q_k \left(1 - \sum_{i=1}^{n-1} a_i \right)$$

em que **p_k** corresponde à contribuição marginal de um ascendente, i.e., a contribuição ainda não explicada por outros ascendentes já calculados, em que **q_k** corresponde à proporção com que cada fundador **k** contribui para a população em estudo (animais nascidos entre 1997 e 1999), e **a_i** é o parentesco entre **k** e cada um dos seus **$n-1$** ascendentes já contabilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A raça bovina Mertolenga tem registado nos últimos anos um aumento considerável tanto do número de animais nascidos, como do número de explorações com animais inscritos no Livro Genealógico (Figuras 2 e 3). Este aumento apresentou um maior significado a partir de 1995, ano em que entraram em vigor em Portugal as “Medidas Agro-Ambientais” que se traduziam por uma compensação financeira aos criadores que mantivessem as fêmeas em linha pura, durante um período de 5 anos. Esta medida, aliada a outros factores, tais como o início da comercialização de animais como produtos de denominação de origem protegida (DOP), que se traduziu em maiores rendimentos para os criadores, contribuíram para que o efectivo reprodutor se mantivesse em crescimento.

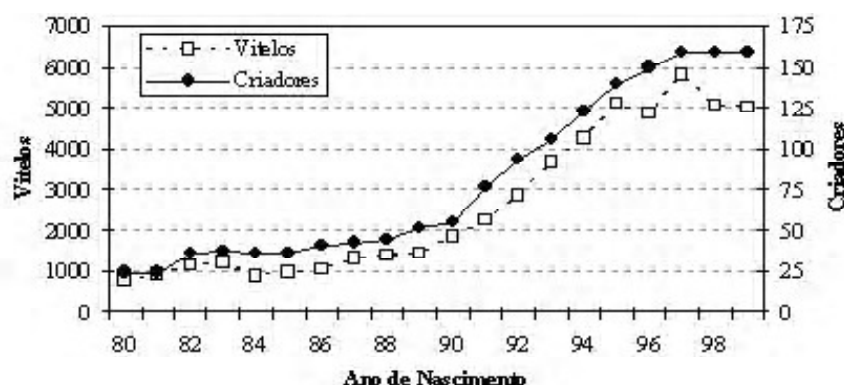


Figura 2. Evolução do número de vitelos e explorações no livro genealógico.

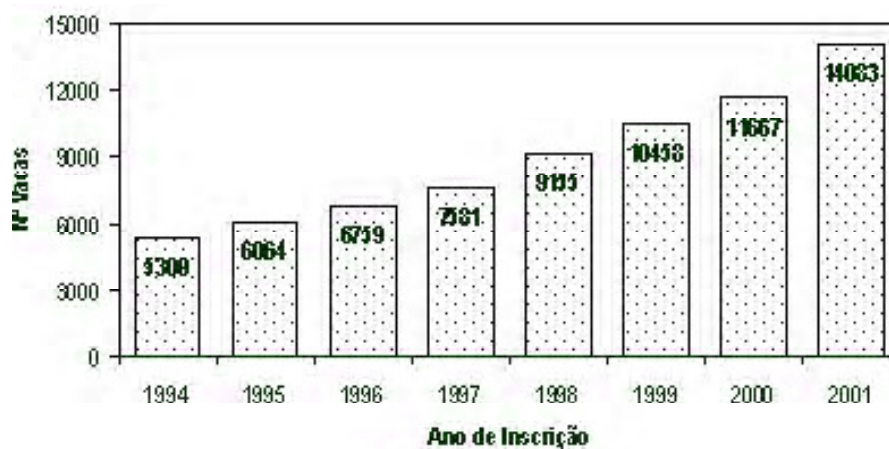


Figura 3. Evolução do número de fêmeas inscritas no Livro Adultos.

Apesar da exploração tipo da raça Mertolenga ser considerada de média dimensão para Portugal, com efectivos, em média, com cerca de 60-80 fêmeas reprodutoras (Gama e Carolino, 2000), grande parte das explorações (32%) produzem anualmente menos de 20 vitelos puros (Fig. 4).

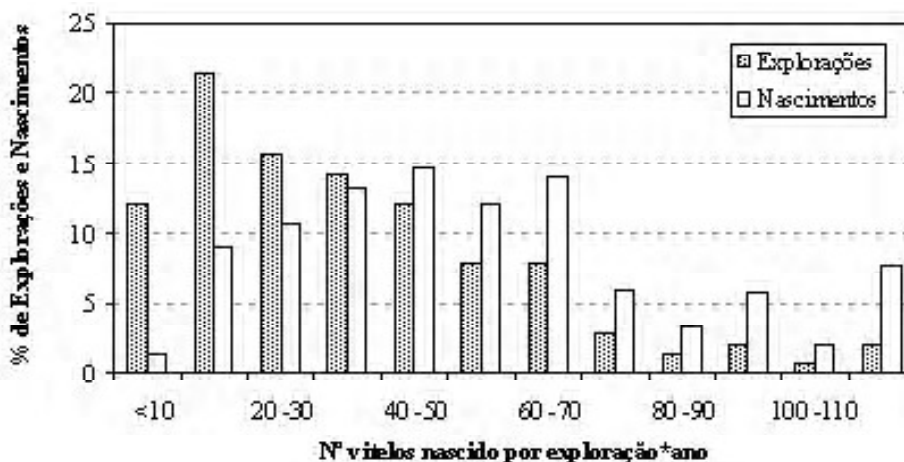


Figura 4. Percentagem de Vitelos e Explorações por dimensão do efectivo (1980-1999).

A estrutura da raça bovina Mertolenga, em termos do número de vitelos nascidos por exploração, demonstra ser um pouco desequilibrada, e no âmbito de um programa de melhoramento, traduz-se em algumas dificuldades quando se pretende desenvolver determinadas acções, como por exemplo pesagens ao desmame em criadores com poucos animais.

Quanto à estrutura etária dos efectivos podemos considerar equilibrada,

tanto nas fêmeas como nos machos (Fig. 5 e 6). A maioria dos touros são utilizados entre os 3 e os 6 anos de idade, apesar de alguns machos permanecerem até idades mais avançadas. No caso das fêmeas, regista-se um decréscimo praticamente linear em função da idade ao parto, havendo contudo uma proporção importante de fêmeas que se mantém em produção depois dos 10 anos.

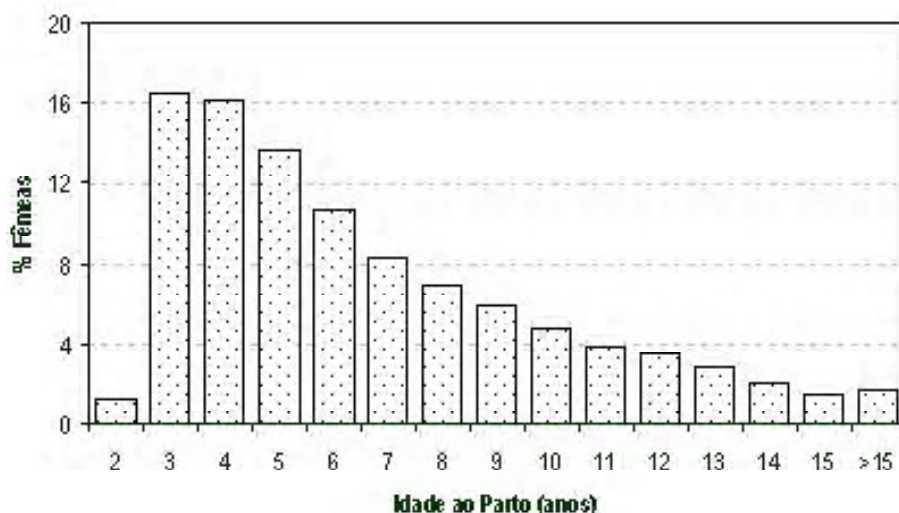


Figura 5. Idade média das Fêmeas quando nascem os filhos (1990-1999).

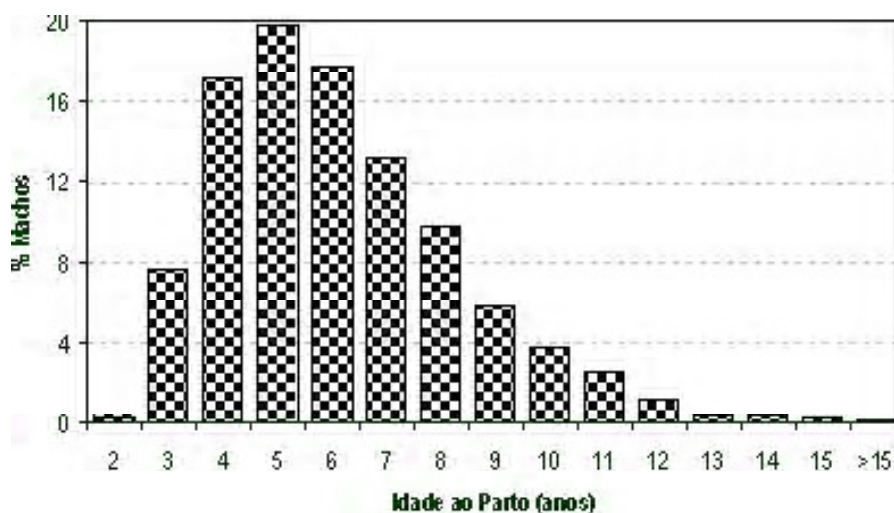


Figura 6. Idade dos País quando nascem os filhos (1990-1999).

No que diz respeito à utilização preferencial de alguns machos como reprodutores, constata-se que um grande número de touros (354) teve durante

toda a sua vida reprodutiva menos de 50 filhos cada (em média 17), e que numa situação oposta, poucos machos (7) tiveram mais de 350 filhos cada (Fig. 7). Situação semelhante também foi registada na raça bovina Alentejana por Afonso *et al.* (1996).

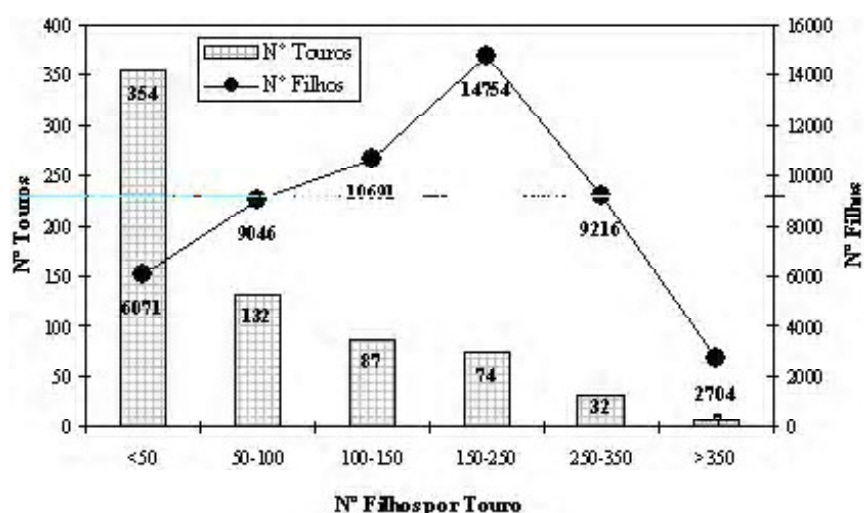


Figura 7. Distribuição número de touros e de filhos por classes de nº filhos /touro.

Foram determinados os intervalos de gerações para as 4 vias de selecção (Pais de Touros, Pais de Vacas, Mães de Touros e Mães de Vacas), de que resultou um intervalo de gerações médio de 6,0 anos (Quadro I). As diferenças registadas entre as 4 vias de selecção são reduzidas, embora nas vias dos touros os valores sejam mais elevados (5,6 e 7,1) e idênticos ao intervalo de gerações dos Pais (6,1), o que poderá apresentar algum impacto na consanguinidade da população.

QUADRO I - INTERVALOS DE GERAÇÕES (ANOS) PARA AS 4 VIAS DE SELECÇÃO E PARA TODOS OS ANIMAIS.

	Pais	M-es
Todos os animais	6,1	6,8
Touros	5,6	7,1
Vacas	5,5	6,0

Comparativamente ao intervalo de gerações médio de touros das raças Aubrac, Gasconne e Salers em França (3,0 a 4,5) referidos por Renand e Havy (2000) ou das raças espanholas Alistana (3,1), Sayaguesa (3,0), Asturiana dos Vales (3,5), Morucha (4,1) e Pirenaica (5,0), consideradas como as de efectivos mais reduzidos (Gutiérrez *et al.*, 2000), o intervalo de gerações da raça Mertolenga

é muito mais elevado.

O grau de preenchimento dos Pedigrees dos animais da raça bovina Mertolenga é aceitável, principalmente se considerarmos apenas os animais nascidos a partir de 1997, em que cerca de 80% dos animais têm avós conhecidos, conforme demonstrado na Fig. 8. Comparativamente às restantes raças bovinas Portuguesas, a Alentejana é a que apresenta os Pedigrees mais completos, sendo esta diferença mais evidente quando se sobe uma geração (pe. pais para avós) conforme demonstrado noutros trabalhos (Gama e Carolino, 2000; Gutiérrez *et al.*, 2000).

Todos os Animais			Animais nascidos entre 1997-1999		
Animais: 60473	Pai: 87,5	Bisav TM Pat: 47,2	Pai: 100	Bisav TM Pat: 71,4	
		Av TM Pat: 61,2		Av TM Pat: 88,5	
		Bisav— Pat: 47,2		Bisav— Pat: 71,4	
		Bisav TM Pat: 35,0		Bisav TM Pat: 52,6	
	Av— Pat: 61,2	Bisav— Pat: 35,0	Av— Pat: 88,5	Bisav— Pat: 52,6	
		Bisav TM Mat: 33,7		Bisav TM Mat: 57,0	
		Av TM Mat: 47,7		Av TM Mat: 74,4	
		Bisav— Mat: 33,7		Bisav— Mat: 57,0	
	M-e: 87,5	Bisav TM Mat: 24,3	M-e: 100	Bisav TM Mat: 41,7	
		Av— Mat: 49,3		Av— Mat: 74,4	
		Bisav— Mat: 24,3		Bisav— Mat: 41,7	

Figura 8. Nível de preenchimento das Genealogias (%).

Como resultado do aumento do nível de conhecimento dos pedigrees ao longo dos últimos anos, constatou-se também uma clara evolução do número de gerações conhecidas (Fig. 9). Enquanto que animais nascidos até 1988 têm, em média, menos de 2 gerações conhecidas, animais nascidos a partir de 1998 já têm cerca de 3 gerações conhecidas. Nos últimos 6 anos (1995-1999), o número médio de gerações conhecidas por animal aumentou de forma constante, traduzindo uma melhoria significativa na eficiência da recolha desta informação.

Os coeficientes de consanguinidade médios anuais apresentaram uma clara tendência para aumentar ao longo dos últimos anos (Fig. 10), passando de 3 para 4% na década de 80, para atingir um valor médio cerca de 7,5% no final da década de 90. O aumento da consanguinidade apresentou uma tendência positiva e significativa de 0.33% por ano ($P < 0,01$).

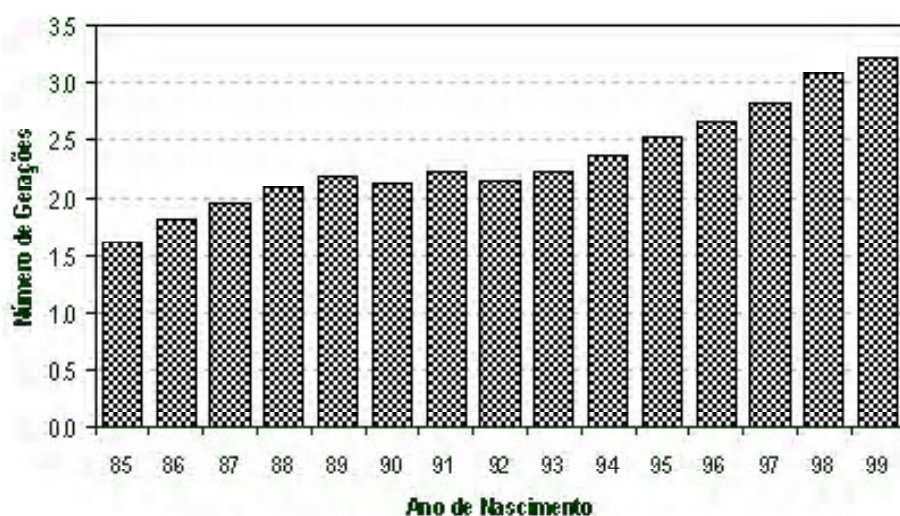


Figura 9. Número médio de gerações conhecidas por ano de nascimento.

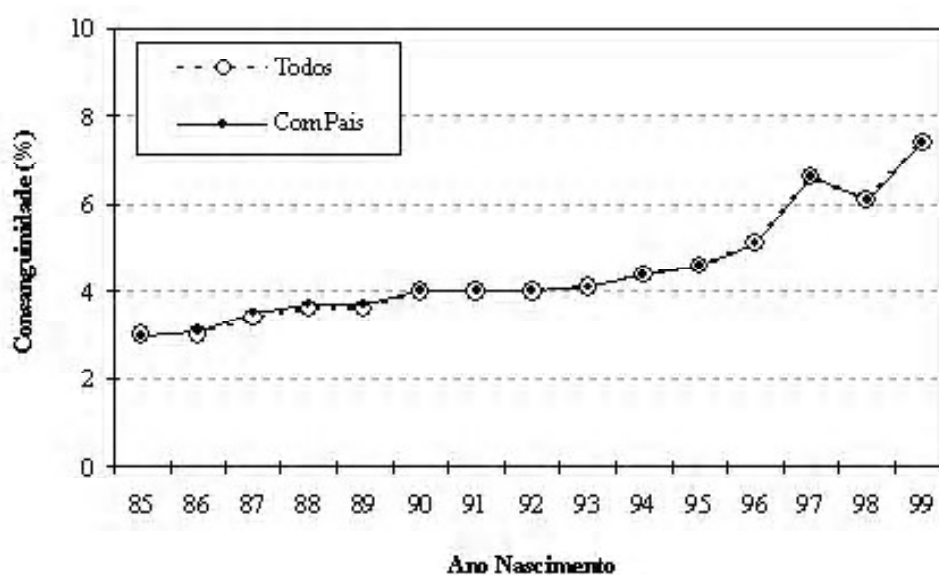


Figura 10. Evolução da consanguinidade por ano de nascimento.

Até 1989 os valores da consanguinidade foram ligeiramente superiores quando se consideraram nos cálculos apenas animais com pais conhecidos, relativamente aos cálculos efectuados para todos os animais. A partir desse ano, como praticamente todos os animais tinham genealogia conhecida, os valores resultantes dos dois tipos de cálculos são idênticos.

O aumento da consanguinidade ao longo dos anos deve-se ao acasalamento de animais cada vez mais aparentados, por um lado devido ao aumento real do

parentesco médio, e por outro, devido ao aumento da informação genealógica que proporciona uma estimativa mais precisa do valor do coeficiente de consanguinidade, isto é, quanto maior é o número de gerações conhecidas de um indivíduo também é mais provável que se encontrem ascendentes comuns pela via paterna e materna. Boichard *et al.* (1997) referem que a estimativa do coeficiente de consanguinidade individual é muito sensível à qualidade e quantidade de informação genealógica disponível.

Os coeficientes de consanguinidade e de parentesco como critérios para caracterizar a estrutura genética de uma população ao longo dos anos é bastante útil e fácil de calcular desde que as genealogias sejam conhecidas. Deste modo, nas populações em que pretende preservar a variabilidade genética torna-se indispensável a recolha de informação sistematizada sobre as genealogias dos animais.

Contudo, o coeficiente de consanguinidade por si só poderá não expressar correctamente alguns estrangulamentos existentes na gestão demográfica de uma população, já que, o aumento da consanguinidade pode dever-se ao acasalamento de animais cada vez mais aparentados por opção na gestão dos efectivos ou porque, de facto, os animais disponíveis para reprodutores em toda a população são cada vez mais aparentados. Assim, foram calculados os graus de parentescos entre todos os animais nascidos em 1999 ($n=5003$), num total de 12512503 combinações possíveis ($n*(n-1)/2$), com o objectivo de se comparar o parentesco médio entre animais da mesma exploração e entre animais de diferentes explorações. Registou-se um grau de parentesco médio entre animais das mesmas explorações de 31,4% num total de 136532 graus de parentescos determinados. Quando se consideraram os 12375971 graus de parentescos entre animais de diferentes explorações (i.e. aij de cada animal com todos os animais de outras explorações) registou-se um valor médio de apenas 1,7% (Quadro II).

QUADRO II - PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS NA RAÇA BOVINA MERTOLENGA.

Parâmetros Demográficos	Todos os animais ¹
Consanguinidade média ^a	6,0%
Animais com consanguinidade $\neq 0$ ^a	45%
Parentesco médio - animais da mesma exploração ^b	31,4%
Parentesco médio - animais \neq s explorações ^b	1,7%
ΔF /ano	0,33%
ΔF /geração	2,00%
Tamanho efectivo da população (N_e)	25,0
Número efectivo de fundadores (f_e)	125
Número efectivo de ascendentes (f_a)	85

^a animais nascidos entre 1995 e 1999, ^b animais nascidos em 1999

Estes resultados indicam que o acasalamento de animais nascidos em determinada exploração com animais provenientes de outras explorações, poderão originar animais com coeficientes de consanguinidades bastante mais reduzidos do que quando efectuado o acasalamento com animais provenientes da mesma exploração. A título de exemplo, registou-se uma consanguinidade média de 7,4% para os animais nascidos em 1999, enquanto que o grau de parentesco entre animais de diferentes explorações nascidos nesse mesmo ano resultaria numa consanguinidade média inferior a 2,0%.

Para além da consanguinidade e do grau de parentesco também é importante saber qual a proporção de indivíduos que têm coeficiente de consanguinidade (F) diferente de zero, e como esta proporção evolui ao longo do tempo. Na base de dados global (Quadro II), 30% dos animais tinham coeficientes de consanguinidade diferente de zero, mas esta percentagem era de 31% para animais nascidos no período de 1990-95 e de 45% para animais nascidos entre 1995 e 1999.

Existem algumas metodologias de acasalamento indicadas para programas de conservação de recursos genéticos “in vivo”, apontando-se o emparelhamento dirigido como um dos mais indicados, em que cada fêmea é acasalada com o macho que apresenta menor parentesco (Sponenberg e Christam, 1995; Toro e Maki-Tanila, 1999; Korpiaho *et al.*, 2002). Contudo, esta metodologia apesar de conseguir manter a consanguinidade a níveis reduzidos, poderá não evitar que, ao longo dos anos, nasçam, mais indivíduos consanguíneos ($F \neq 0$).

O tamanho efectivo da população (N_e) relaciona-se com a taxa de consanguinidade (F) e com o intervalo de gerações (L), havendo recomendações da FAO (1998b), de que uma população deverá ter um N_e superior a 50, para que não esteja em perigo de extinção. Neste trabalho sobre a raça bovina Mertolenga, considerando-se todos os animais nascidos entre 1980 e 1999, observou-se um valor reduzido do N_e (25,0), muito inferior ao recomendado pela FAO. Este valor reduzido, deve-se essencialmente ao elevado acréscimo da consanguinidade por ano e ao elevado intervalo de gerações.

Utilizando-se a metodologia de James (1972), calculou-se em aproximadamente 125 o número efectivo de fundadores da população nascida entre 1995 e 1999, e que cerca 85 fundadores justificam mais de 50% da variabilidade dessa população. O número efectivo de ascendentes para o mesmo período foi de 80.2, em que 69 ascendentes justificam mais de 50% da variabilidade entre animais (Fig. 11).

O número efectivo de fundadores (f_e) corresponde ao número de fundadores que daria origem à mesma diversidade genética que na população de referência (população em estudo), se todos tivessem uma contribuição idêntica.

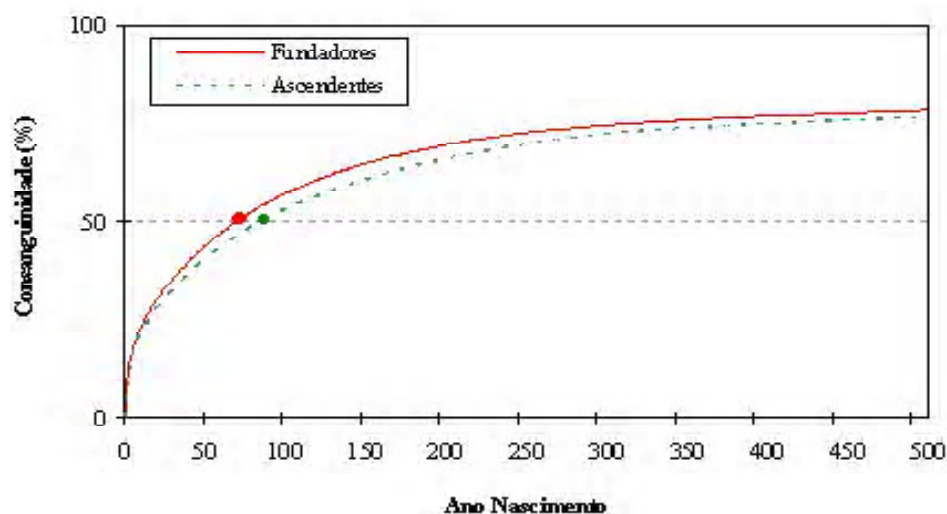


Figura 11. Contribuição genética de fundadores de ascendentes.

O número efectivo de fundadores (f_e) e de ascendentes (f_a) é um pouco mais reduzido, mas semelhante à maioria das raças bovinas Espanholas com populações mais pequenas (116 e 25 para Sayaguesa, 262 e 163 para a Asturiana dos Vales e 119 e 83 para a Asturiana das Montanhas, respectivamente, segundo Gutiérrez *et al.* (2000). Todavia, a diferença registada entre o número efectivo de fundadores e o número efectivo de ascendentes na raça Mertolenga ($40=125-85$) é mais pequena do que nas referidas raças espanholas. Esta diferença indica que existem alguns afunilamentos na raça Mertolenga, em termos de diferentes níveis de utilização de reprodutores, embora não sejam tão elevados como no caso das raças espanholas.

IMPLICAÇÕES

A caracterização demográfica de uma população torna-se indispensável quando se pretende pôr em prática um programa de conservação para essa mesma raça, ou quando se pretende desenvolver um programa de melhoramento. Para o seu delineamento são fundamentais o conhecimento de alguns indicadores, como sejam a estrutura etária, os estrangulamentos em termos de utilização excessiva de alguns reprodutores, a dimensão das explorações, etc..

O número de fêmeas adultas duma população não pode ser generalizado como critério único para medir o estado de extinção ou para estudar a variabilidade genética duma população. Ao ser utilizado como critério de atribuição de ajudas financeiras pode, em muitos casos, originar interpretações erróneas sobre o risco de extinção de uma raça.

Em populações reais, as condições de população ideal não são satisfeitas, pelo que os mesmos critérios de avaliação do estado de extinção de uma população poderão não ser os mais adequados em situações diferentes.

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho indicam que os níveis médios de consanguinidade registados não são alarmantes, contudo, é recomendável uma maior atenção nos futuros emparelhamentos a praticar. O acréscimo de consanguinidade por geração resulta num tamanho efectivo da população inferior ao valor recomendado pela FAO (50) para a manutenção aceitável da variabilidade genética intra-racial.

A estimativa do grau de parentesco médio entre animais de diferentes explorações comparativamente à estimativa para animais nascidos na mesma exploração, parece indicar que, actualmente ainda existem condições para que, através duma correcta gestão demográfica da raça bovina Mertolenga, os valores da consanguinidade individual se mantenham em valores aceitáveis sem prejuízo da raça.

BIBLIOGRAFIA

- AFONSO, F. P., GAMA, L. T., CAROLINO, R. N. e ALMEIDA, J. M., 1996. Gestão do património genético, consanguinidade e depressão consanguínea num efectivo bovino da raça Alentejana. Revista Portuguesa de Zootecnia, Ano III, Nº2: 31-44
- BOICHARD, D., Maignel, L. e VERRIER, É., 1997. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. Genetic Selection Evolution, 29: 5-23.
- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L. A., VAN VLECK, L.D. e KACHMAN. S.D., 1993. A Manual for Use of MTDFREML. USDA, ARS.
- CARDELLINO, R.A., 2002. La estrategia mundial de la FAO para los recursos zoogenéticos. V Congreso SERGA, 18-20 Sept, Madrid, España, pp. 13-20.
- CAROLINO, N. e GAMA, L.T., 2000. Caracterização demográfica da raça bovina Alentejana. 1ª Reunião da Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais - II Congresso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animais, Estação Zootécnica Nacional - Fonte Boa, Portugal.
- CAROLINO, N. e GAMA, L. T., 2002. Manual de Utilização de Software para a Gestão de Recursos Genéticos Animais. Estação Zootécnica Nacional, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas, Portugal (policopiado).
- FALCONER, D.S. e MACKAY, T. F., 1996. Introduction to Quantitative Genetics, 4th Edition. Longman, London.

-
- FAO, 1992. The World Watch List for Domestic Animal Diversity. FAO, Rome, Italy.
- FAO, 1998a. Segundo documento de líneas directrices para la elaboración de planes nacionales de gestión de los recursos genéticos de animales de granja. Gestión de pequeñas poblaciones en peligro. FAO, Rome, Italy.
- FAO, 1998b. Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans. FAO, Rome, Italy.
- GAMA, L.T., 2002. Melhoramento Genético Animal. Escolar Editora, Lisboa, Portugal.
- GAMA, L.T. e CAROLINO, R.N., 2000. Demographic and genetic analyses of Portuguese beef cattle breeds, Characterization and assessment of genetic aptitudes of European local beef breeds for producing quality meat. Final Report of the FAIR I PL95/702 Research Project. UAB, Barcelona, Spain, pp. 119-131.
- GAMA, L.T. e DELGADO, J.V., 2000. Factores a considerar na definição do estatuto de risco de uma raça. 1ª Reunião da Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais - II Congresso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animais, Estação Zootécnica Nacional - Fonte Boa, Portugal.
- GUTIÉRREZ, J.P., ALTARRIBA, J., DÍAZ, C., QUINTANILLA, R., IZQUIERDO, M., CAÑÓN, J. e PIEDRAFITA, J., 2000. Demographic and genetic analysis of Spanish beef cattle breeds, Characterization and assessment of genetic aptitudes of European local beef breeds for producing quality meat. Final Report of the FAIR I PL95/702 Research Project. UAB, Barcelona, Spain, pp. 75-99.
- JAMES, J.W., 1972. Computation of genetic contributions from pedigrees. Theor. Appl. Genet., 42: 272-273.
- KORPIAHO, P., STRANDÉN, I. e MÄNTRYSÄÄRI, E. A., 2002. Proc. of the 7th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production.
- OLDENBROEK, J.K., 1999. Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources. In Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources (J.K. Oldenbroek, Ed.). DLO Institute for Animal Science and Health, The Netherlands, pp. 1-9.
- MATOS, C.P. e BETTENCOURT, C.M.V., 1995. Preservação da variabilidade genética em pequenas populações de animais domésticos. Revista Portuguesa de Zootecnia, Ano II, Nº1: 49-58.
- RENAND, G. e HAVY, A., 2000. Demographic and genetic analysis of three French beef cattle breeds, Characterization and assessment of genetic aptitudes of European local beef breeds for producing quality meat. Final Report of the FAIR I PL95/702 Research Project. UAB, Barcelona, Spain, pp. 100-118.
- SAS Institute, 1999. The SAS System, Version 8.
- SPONENBERG, D.P. e CHRISTAM, J., 1995. A Conservation Breeding Handbook. The American Livestock Breeds Conservancy. Pittsboro, North Carolina, USA.
-

- TORO, M. e MAKI-TANILA, A., 1999. Establishing a conservation scheme. In Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources, J.K. Oldenbroek (Ed.). DLO Institute for Animal Science and Health, The Netherlands, pp.75-90.
- VAN VLECK, L.D., 1993. Selection Index and Introduction to Mixed Model Methods. CRC Press, Boca Raton, USA.

FODDER GRAINS SIZE IN CAPTIVITY RAISED OF *RANA PEREZI* SEOANE, 1885

M. REAL, M. A. CANDELAS Y R.* ÁLVAREZ

*Dpto. Biología Celular y Anatomía, Universidad de León, 24071 León, Spain.

(dbcran@unileon.es)

(*Aceite para publicação em 28 de Janeiro de 2004*)

ABSTRACT

In *Rana catesbeiana* culture the relationship between the animals weight and the fodder grains size used for feeding is well documented. However, no data exists about other frog species. In the present work two groups of *Rana perezi* (1 and 2 years old after metamorphosis) were fed with grains of three different sizes. Results obtained are discussed and it is concluded that frogs with 1 and 2 years prefer 3x4 mm and 4x4,5 mm fodder grains respectively.

Keywords: Fodder, frog culture, *Rana perezi*

TAMAÑO DEL PIENSO EN LA CRÍA EN CAUTIVIDAD DE *RANA PEREZI* SEOANE, 1885

RESUMEN

En ranicultura existen datos que relacionan el peso de *Rana catesbeiana* con el tamaño del gránulo de pienso utilizado en su alimentación, no existiendo datos referidos a otras especies de ranas. En el presente trabajo se utilizan 2 lotes de *Rana perezi* de 1 y 2 años de vida postmetamórfica, a los que se les ofrece pienso de 3 tamaños de gránulo diferentes. Se discuten los resultados obtenidos y se establece la predilección de las ranas de 1 y 2 años por gránulos de pienso de 3x4 mm y 4x4,5 mm respectivamente.

Palabras-clave: Pienso, *Rana perezi*, ranicultura

INTRODUCCIÓN

En acuicultura el tamaño del pienso que se ofrece a los animales en cultivo, es un factor a tener en cuenta. Concretamente en peces, el tamaño del pienso es fundamental ya que no debe ser demasiado grande para que los animales lo puedan ingerir fácilmente, pero tampoco debe ser demasiado pequeño para evitar un excesivo gasto energético en su captura (Cerdá, 1997). En peces adultos, el tamaño de la presa constituye el estímulo más fuerte para lograr su captura (Kislalioglu y Gibson, 1976), siendo además un factor económico importante, ya

que cuanto más pequeño sea el gránulo, más elevado es su precio debido a mayores gastos de fabricación (Martínez-Millán, 1987).

La importancia del tamaño del pienso queda reflejada en el hecho de que los tipos de pienso comercializados para distintas especies de peces, poseen diversos tamaños de gránulos según el tamaño del pez al que va dirigido, porque es necesario conocer para cada especie y tamaño de pez, el rango de medidas de partículas de alimento que es capaz de ingerir y su capacidad para proporcionar un óptimo crecimiento y producción (Wallace *et al.*, 1989).

Existen referencias bibliográficas acerca del tamaño del pienso que acepta en cultivo la rana toro americana (*Rana catesbeiana*), porque es la especie que primordialmente se cría. Las referencias respecto a otras especies de ranas son prácticamente inexistentes y solo existe información sobre su alimentación natural en trabajos de campo.

En las ranifactorias de rana toro el tamaño del gránulo de pienso administrado a los animales es un factor que afecta al crecimiento, debiendo aumentarse en función del tamaño del animal (Da Silva, 1988). También Lima y Agostinho (1992) indican que el tamaño del pienso ofrecido a los imagos (ranas recién metamorfoseadas), debe ser de menor tamaño que el ofrecido a ranas adultas. Además Stefani (1999) considera verificado el hecho de que el tamaño de los gránulos aportados a las ranas debe ser proporcional al tamaño de las mismas, y Mazzoni (1997) profundiza un poco más, llegando a dar medidas de los diámetros de los gránulos que se debe ofrecer a las ranas, en función del peso de los animales.

En el presente trabajo se estudia el tamaño del pienso más adecuado en la cría en cautividad de *Rana perezi*. El experimento se lleva a cabo con ranas de 1 y 2 años de vida postmetamórfica, a las que se les ofrece pienso de un mismo tipo pero con 3 tamaños de gránulos diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron ranas de 1 y 2 años de vida anfibia de la especie *R. perezi* Seoane, 1885 criadas en cautividad en el ranario de la Universidad de León. Se emplearon lotes de 26 ranas de cada edad, que se mantuvieron en jaulas construidas al afecto (Real *et al.*, 2004). La densidad de cría fue de 40 ranas/m². Las jaulas se dispusieron en una sala con temperatura, fotoperiodo y humedad relativa del aire controladas: 20-24 °C, 12 h luz/12 h oscuridad, 50-70% de humedad relativa del aire. La rutina de manejo de los animales consistió en ciclos de 4 días: Día 1: alimentación, Día 2: se mantiene el alimento, Día 3: limpieza, Día 4: ayuno.

Las ranas fueron alimentadas hasta el inicio del experimento con pienso (P1) extruído, granulado (gránulos de 2x3 mm) y sin aditivos, formulado y comercializado para truchas, con una composición de 46% de proteína, 22% de grasa y 13,5% de hidratos de carbono.

Para conocer qué tamaño de pienso aceptan las ranas de 1 y 2 años, se procedió a administrarlas piensos de distintos tamaños (P2, P3 y P4) durante 10 tomas de alimentación (un periodo de 37 días con cada tamaño de gránulo). Al administrar el pienso se anotaban las reacciones de las ranas y al final de cada comida, se contabilizaba el número de gránulos ingeridos. Si se observaba la aceptación del nuevo tamaño, se procedía a la administración de otro que poseyera un tamaño de gránulo mayor que el anterior. El periodo de estudio finalizaba, cuando las ranas no aceptaban determinado tamaño de pienso.

Todos los piensos utilizados fueron similares al P1 (mismo color, olor y composición nutritiva) diferenciándose solamente en el tamaño y peso de los gránulos tal como se indica en la Tabla I.

TABLA I - CARACTERÍSTICAS DE LOS GRÁNULOS DE PIENSO.

Pienso	Tamaño de gránulo (mm)	Peso del gránulo (g)
P2	3 x 4	0,06
P3	4 x 4,5	0,18
P4	5 x 5,5	0,34

Las ranas de 1 año de vida anfibia presentaban un peso medio de 35 ± 4 g, con una anchura y longitud de boca en torno a 20,75 y 17,56 mm respectivamente. El ensayo comenzó con la administración del pienso P2 (3x4 mm) durante 10 tomas de alimentación. A partir de la décima toma se administró el P3 (4x4,5 mm), realizándose el mismo procedimiento durante las siguientes 10 alimentaciones. El ensayo duró 74 días.

Las ranas de 2 años de vida anfibia presentaban al inicio del experimento un peso medio de 47 ± 6 g, con una anchura y longitud de boca en torno a 21,36 y 17,87 mm respectivamente. De igual forma que con la ranas de 1 año, se comenzó administrando pienso P2, posteriormente pienso P3 y finalmente pienso P4 (5x5,5 mm). Finalizó el ensayo a los 111 días.

Los resultados obtenidos en los grupos de 26 ranas se extrapolaron para 100 ranas. Los datos previamente normalizados a través de una transformación angular, se compararon mediante el test de Student-Neuman-Keuls ($P < 0,05$).

RESULTADOS

El número de gránulos de pienso ingeridos así como el peso del pienso ingerido por las ranas, se expresan en las Tablas II y III respectivamente.

TABLA II- GRÁNULOS INGERIDOS.

	P2		P3		P4
Tomas	1 año	2 años	1 año	2 años	2 años
1 ^a	150	265	0	95	0
2 ^a	219	286	30	100	4
3 ^a	265	347	38	117	30
4 ^a	273	352	65	126	21
5 ^a	308	382	42	139	30
6 ^a	334	395	69	139	26
7 ^a	346	417	38	169	21
8 ^a	342	443	46	169	21
9 ^a	388	482	38	178	17
10 ^a	384	487	30	173	21
Medias	301 ^b	386 ^a	40 ^d	140 ^c	19 ^e

Se indica el número de gránulos consumidos de los piensos P2, P3 y P4, por las ranas de 1 y 2 años de vida anfibia a lo largo de 10 tomas. Los datos corresponden a la extrapolación de los datos originales para 100 ranas. Los valores medios seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Ranas de 1 año de vida anfibia

Durante las 10 alimentaciones con el pienso P2, los animales reconocieron de forma inmediata los gránulos, acudieron a los comederos desordenando el pienso y llegaron a ingerir algunos de ellos de forma similar al pienso anteriormente utilizado (P1). Se observó un consumo creciente del número de gránulos a lo largo de las 10 tomas de alimentación, con una media de 301 gránulos ingeridos

por 100 ranas. La cantidad media de pienso ingerida en cada toma por 100 animales fue de 18,07 g.

TABLA III - GRAMOS DE PIENSO INGERIDOS.

	P2		P3		P4
Tomas	1 año	2 años	1 año	2 años	2 años
1 ^a	9,00	15,91	0,00	17,22	0,00
2 ^a	13,15	17,22	5,54	18,00	1,48
3 ^a	15,92	20,87	6,92	21,13	10,35
4 ^a	16,38	21,13	11,77	22,70	7,39
5 ^a	18,46	22,96	7,62	25,04	10,35
6 ^a	20,08	23,74	12,46	25,04	8,87
7 ^a	20,77	25,04	6,92	30,52	7,39
8 ^a	20,54	26,61	8,31	30,52	7,39
9 ^a	23,31	28,96	6,92	32,09	5,91
10 ^a	23,08	29,22	5,54	31,30	7,39
Medias	18,07 ^b	23,17 ^a	7,20 ^c	25,36 ^a	6,65 ^c

Se indican los gramos consumidos de los piensos P2, P3 y P4, por las ranas de 1 y 2 años de vida anfibia a lo largo de 10 tomas. Los datos corresponden a la extrapolación de los datos originales para 100 ranas. Los valores medios seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Se procedió a la administración del pienso P3 durante las 10 comidas siguientes. Las ranas en un principio observaban los gránulos en los comederos pero no llegaban a desordenar el pienso ni a consumirlo. Al ir avanzando el número de tomas de alimentación, los animales acudieron con más frecuencia a los mismos llegando a ingerir algunos gránulos. A lo largo de las tomas se observó un consumo irregular y una disminución en la ingestión del número de gránulos de pienso, sobre todo en las últimas 4 tomas, con una media de 40 gránulos ingeridos por 100 ranas. La cantidad media de pienso ingerida (por 100 animales) fue de 7,20 g en cada toma.

En vista de los resultados obtenidos, no se les ofreció a los animales un tamaño de gránulo de pienso mayor, finalizando en este momento el estudio.

Ranas de 2 años de vida anfibia

Durante las 10 alimentaciones con el pienso P2, reconocieron de forma inmediata los gránulos, observándose un consumo creciente y una buena aceptación, siendo el valor medio de 386 gránulos ingeridos por 100 ranas. La cantidad media de gramos ingeridos por 100 animales fue de 23,17 g por toma.

Posteriormente las ranas no tardaron en reconocer los gránulos del P3, acudiendo a los comederos, desordenando el pienso, e ingiriendo algunos de ellos de forma regular y creciente con una media de 140 gránulos ingeridos. La cantidad media ingerida por 100 animales fue de 25,36 g.

Al comprobar la aceptación de este pienso se administró el pienso P4. Los animales detectaron los gránulos rápidamente pero no se efectuaron intentos de ingesta hasta la segunda alimentación, siendo la mayoría de ellos fallidos. Se observó un bajo número de gránulos consumidos, siendo la media de 19 gránulos ingeridos por 100 ranas. La cantidad media ingerida en gramos de este pienso fue de 6,65 g.

DISCUSIÓN

Desde el punto de vista productivo es interesante que los peces criados en cautividad, ingieran un tamaño de gránulo de pienso grande que cubra sus necesidades nutritivas, frente a un tamaño de gránulo más pequeño que generalmente es más caro (Martínez-Millán, 1987). Este factor ya estudiado en peces, se aborda en el presente trabajo con *R. perezii* durante su crecimiento postmetamórfico con el objetivo de obtener el tamaño de pienso más adecuado para un satisfactorio engorde de los animales.

En la cría en cautividad de *R. catesbeiana* es sabido que hay que ofrecer gránulos de pienso cuyo tamaño esté en función del tamaño de las ranas (Da Silva, 1988; Lima y Agostinho, 1992; Stéfani, 1999). Este hecho parece ocurrir igualmente con la rana verde ibérica en el medio natural, ya que estudios de campo realizados por Lizana *et al.* (1986) registraron que los adultos de esta especie consumían presas mayores que los juveniles.

En el presente trabajo, la administración de un tamaño de pienso de 3x4 mm a las ranas de 1 año de vida anfibia, muestra que éstas ingieren un número

importante y creciente de gránulos en las 10 tomas de alimentación en que dispusieron del mismo, de lo cual se infiere que *R. perezii* con un peso en torno a 35 g, acepta e ingiere un tamaño de gránulo de 3x4 mm. Este hecho concuerda con las observaciones de Mazzoni (1997) cuando sugiere administrar gránulos de pienso de 3-5 mm a *R. catesbeiana* de entre 10 y 40 g de peso.

Los resultados de la administración de gránulos mayores a los anteriores (4x4,5 mm) a las ranas de 1 año de vida, indican que solo a la segunda administración del pienso, lo ingieren y que posteriormente el número de ingestiones es bajo y fluctúa a lo largo de las 10 tomas e incluso desciende en las últimas. Dichos resultados indican que no todas las ranas del experimento llegaron a ingerir dicho tamaño de gránulo y por tanto que *R. perezii* de 1 año de vida, con un peso de unos 35 g, no acepta ese tamaño de gránulo. Este resultado establece diferencias con *R. catesbeiana*, porque según Mazzoni (1997) esta especie con el mismo peso que el de *R. perezii* en el presente experimento, es capaz de ingerir gránulos de pienso de 3x5 mm.

El comportamiento de las ranas de 2 años ante el pienso más pequeño (3x4 mm) es similar al observado en las ranas de 1 año, es decir lo ingieren de forma creciente a lo largo del experimento. Igualmente responden positivamente al tamaño siguiente (4x4,5 mm).

Con el último tamaño de pienso ensayado (5x5,5 mm), los animales desde un primer momento reconocieron los gránulos, ya que se detectaron intentos de caza desde un principio, sin embargo muy pocas ranas consiguieron alimentarse con él. Esta baja ingestión podría ser debida, o bien a una imposibilidad morfofisiológica (el tamaño del gránulo podría ser demasiado elevado para la estructura bucal o faríngea de los animales impidiendo así su ingesta), o bien, a que los animales pudiendo ingerir dichos gránulos (como así lo realizan algunos de ellos) no los consumen, por ser de un tamaño muy grande. Este comportamiento ya ha sido descrito para peces (Wallace *et al.*, 1989) donde datos experimentales demuestran que pocas especies de peces, eligen partículas de comida de la máxima talla que puedan ingerir.

De nuevo existe diferencia entre *R. perezii* y *R. catesbeiana* en este punto, porque la rana toro con pesos comprendidos entre 40 y 100 g, acepta gránulos de pienso de 5-8 mm (Mazzoni, 1997).

Es importante destacar que cuanto mayor sea el gránulo que acepten las ranas, menor es el número de gránulos ingeridos para un consumo en gramos similar, tal como se observa al analizar la cantidad de alimento ingerido frente al número de gránulos ingeridos.

Según algunos autores, a la hora de encontrar el tamaño de pienso más adecuado en un animal, se debe conocer la anchura y la longitud de la boca de los mismos. Así, según Blackith y Speight (1974) la dieta de adultos de *R. temporaria* en el medio natural está condicionada por la anchura máxima de la presa en relación con la anchura de la boca de la rana. Por otra parte de los estudios de campo realizados por Hodar *et al.* (1990) con la rana verde ibérica, se establecen correlaciones entre la longitud media de las presas y la anchura de la boca de los animales. Sin embargo en el presente trabajo, no parece ser la anchura y longitud de la boca de *R. perezi* la única causa de elección del tamaño del pienso, ya que las diferencias existentes entre las ranas de 1 y 2 años para dichas medidas, no parecen importantes. Quizás futuras investigaciones sobre la biometría de *R. perezi* criada en cautividad, nos permita profundizar en el asunto.

A la vista del conjunto de los resultados, se puede afirmar que los ejemplares de *R. perezi* de 1 año de vida anfibia con pesos medios entorno a 35 g, son capaces de ingerir un tamaño de gránulo de pienso de 3x4 mm; y que las ranas con 2 años de vida anfibia (con pesos entorno a 47 g) son capaces de consumir gránulos de pienso de 4x4,5 mm. Además hay que destacar que los piensos de mayor tamaño ensayados (5x5,5 mm), no fueron aceptados por la mayoría de los animales, bien por una posible imposibilidad morfofisiológica en su captura e ingestión, o por ser de un tamaño tan elevado que no fue del agrado de las ranas. Además se ha observado que a mayor peso de los animales, mayor es el tamaño de gránulo de pienso que aceptan, y finalmente, que cuanto mayor sea este tamaño del pienso, menor número de gránulos consumen para ingerir una cantidad similar de alimento, reduciéndose así el esfuerzo necesario para obtener un aporte de energía similar.

CONCLUSIONES

Los ejemplares de *R. perezi* de 1 año de vida anfibia son capaces de ingerir un tamaño de gránulo de pienso de 3x4 mm (también pueden ingerir pienso de un tamaño de gránulo de 4x4,5 mm, aunque de forma no satisfactoria para su crecimiento). Los animales de 2 años de vida anfibia son capaces de consumir pienso de un tamaño de gránulo de 4x4,5 mm (también pueden ingerir pienso de un tamaño de gránulo de 5x5,5 mm, aunque de forma no satisfactoria para su crecimiento).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACKITH, R.M. y SPEIGHT, M.C.D., 1974. Food and feeding habits of the frog *Rana temporaria* in bogland habitats in the West of Ireland. *J. Zool.*, 172: 67-79.
- CERDÁ, M.J., 1997. La alimentación de organismos en acuifactorías. In: C. Buxadé (editor), *Zootecnia. Bases de producción animal. Tomo XII, Producción animal acuática*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 210-376.
- DA SILVA, N.R., 1988. Alimentação e nutrição de rãs. VI ENAR, Encontro Nacional de Ranicultura, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 103-119.
- HODAR, J. A., RUIZ, I. y CAMACHO, I., 1990. La alimentación de la rana común (*Rana perezi* Seoane, 1885) en el sureste de la Península Ibérica. *Miscelánea Zoológica*, 14: 145-153.
- KISLALIOGLU, M. y GIBSON, R.N., 1976. Prey "handling time" and its importance in food selection by the fifteen-spined stickleback, *Spinachia spinachia*. *J. Exp. Mar. Biol. and Ecol.*, 25: 151-158.
- LIMA, S.L. y AGOSTINHO, C.A., 1992. A Tecnologia de Criação de Rãs. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, 168 p.
- LIZANA, M., CIUDAD, M.J. y Pérez-Mellado, V., 1986. Uso de los recursos tróficos en una comunidad ibérica de anfibios. *Revista Española Herpetológica*, 1: 208-271.
- MARTÍNEZ-MILLÁN, L., 1987. Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. In: J. Espinosa y U. Labarta (eds), *Alimentación en Acuicultura*, Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, Madrid, pp. 59-101.
- MAZZONI, R., 1997. Sistema Inundado de cría de ranas. Technofrog 97, II International Meeting on frog Research and Technology & IX ENAR, Encontro Nacional de Ranicultura, Santos- São Paulo, Brasil, pp. 151-160.
- REAL, M., CUÑADO, S., AHUMADA, M., LABORDA, A., HERRÁEZ, M.P. y ÁLVAREZ, R., 2004. Adaptación de imagos y juveniles de la rana verde ibérica (*Rana perezi* Seoane, 1885) a la cautividad. *Actas del IX Congreso Nacional de Acuicultura*, Cádiz, España. (En prensa).
- STÉFANI, M.V., 1999. Nutrição de rãs. Alimentos e Alimentação. X ENAR, Encontro Nacional de Ranicultura, São Miguel do Iguaçu, Brasil, pp. 2-11.
- WALLACE, J.C., KOLBEINSHAUN, A.G. y AASJORD, D., 1989. Egg-, mouth- and food-particle size, and initial feeding in Artic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). In: De Pauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H. y Wilkins, N. (eds), *Aquaculture-A Biotechnology in Progress*, European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp. 711-716.

MAIN MINERAL CONTAMINANTS IN THE MOST COMMERCIALIZED CEPHALOPODS SPECIES IN PORTUGAL

D. SILVA^a, L. NUNES^b, H. LOURENÇO^b e L. DAPKEVICIUS^a

^a Dept. de Ciências Agrárias, Univ. Açores, Terra Chã, 9701-851 Angra do Heroísmo
e-mail: du_silva@hotmail.com ^b Dept. de Inovação Tecnológica e Valorização dos Produtos da Pesca, IPIMAR, Av. Brasília, Algés

Rev. A. B. Z. N. A. (2003)

ABSTRACT

The importance of fish and fishery products in human feeding has been growing, which reflects on demand, on the technical upgrades of captures and on the number of aquaculture farms. The objective of this study was the determination of the concentrations of heavy metals with high toxicity (Hg, Cd and Pb) in edible parts of the three main species of cephalopods captured and commercialized in Portugal (Octopus, Sepia and Squid), during 2002. Those determinations were accomplished using atomic absorption spectrophotometry. The fluctuation in those concentrations was rated and related with several biological parameters of the species in question. The average mercury accumulation in the edible parts of the three studied species was 0.07 mg/kg, wet weight (ww). Sepia (*S. officinalis*) was the species that presented the highest average content of Hg, with 0.08 mg/kg, ww. The average concentration of cadmium in the analysed species was 0.1 mg/kg, ww. The species that presented the highest average contents of Cd was *S. officinalis* with 0.15 mg/kg, ww. The element with the lowest detected concentrations was lead. The average concentration of lead, on the three studied species was 0.003 mg/kg, ww. The species that presented the highest average contents of Pb was the Squid (0.02 mg/kg, ww). In this work, each obtained value was shown to be lower than the highest value admitted in EU regulations (0.5 mg/kg for Hg and 1.0 mg/kg for Cd and Pb, ww), for commercialization and consumption of the three referred species. This fact admits that consumption of cephalopods does not constitute a risk, in terms of food safety regarding contamination with heavy metals.

Keywords: cephalopods, food safety, heavy metals

PRINCIPAIS CONTAMINANTES MINERAIS NAS ESPÉCIES DE CEFALÓPODES MAIS COMERCIALIZADAS EM PORTUGAL

RESUMO

A importância do pescado e dos produtos da pesca na alimentação tem vindo a aumentar, reflectindo-se na procura, na evolução técnica das capturas e no aumento do número das explorações de aquicultura. Foi objectivo deste trabalho a

determinação da concentração em metais pesados de elevada toxicidade (Hg, Cd e Pb) da parte edível das três principais espécies de cefalópodes capturadas e comercializadas em Portugal (polvo, choco e lula), durante o ano de 2002. Essa determinação foi realizada por espectrofotometria de absorção atómica. A variação dessas concentrações foi avaliada e relacionada com vários parâmetros biológicos das espécies estudadas. A acumulação média de mercúrio na parte edível das três espécies estudadas foi de 0,07 mg/kg, pf. O choco (*S. officinalis*) foi a espécie que apresentou teores médios mais elevados de Hg, com 0,08 mg/kg, pf. A concentração média de cádmio, na parte edível das espécies analisadas foi de 0,1 mg/kg, pf. A espécie que apresentou teores médios de Cd mais elevados foi o choco com 0,15 mg/kg, pf. O chumbo foi o elemento com menor concentração detectada neste estudo. A concentração média de Pb, na parte edível das espécies analisadas foi de 0,003 mg/kg, pf. A lula foi a espécie que apresentou teores médios mais elevados com 0,02 mg/kg, pf, de Pb. Todos os valores obtidos na elaboração deste trabalho revelam-se, assim, inferiores ao valor máximo admitido, no regulamento da União Europeia (0,5 mg/kg para o Hg e 1,0 mg/kg para Cd e Pb), para a comercialização e consumo das três espécies referidas. Este facto admite que o consumo de cefalópodes não constitui um risco, em termos de segurança alimentar.

Palavras-chave: cefalópodes, metais pesados, segurança alimentar

INTRODUÇÃO

O sector da pesca reveste-se para Portugal de uma especial importância. Com uma ZEE (Zona Económica Exclusiva) de cerca de 1 700 000 km² e uma costa de 942 km no Continente e duas vastas áreas insulares, a actividade da pesca em Portugal, tem sido, desde sempre, uma importante fonte de subsistência, em especial para as comunidades ribeirinhas, sendo muitas delas totalmente dependentes da pesca e actividades relacionadas (DGPA, 2001).

Os valores disponíveis relativos ao consumo de produtos da pesca em Portugal indicam que a produção nacional só satisfaz cerca de metade das necessidades do mercado, pelo que tem sido crescente o recurso às importações. A percentagem total de moluscos desembarcados em lota, em Portugal, durante o ano 2000 foi de 10,4% e em 2001 de 9,7%, do total de pesca descarregada, o que é representativo do valor económico deste sector de mercado. De entre os moluscos, são os Cefalópodes, dos géneros *Octopus*, *Sepia* e *Loligo* que representam um dos recursos com maior importância económica, destacando-se os polvos, com valores médios de desembarque de 59,1% do total de moluscos (INE, 2001).

De entre as substâncias minerais consideradas tóxicas destacam-se o

mercúrio, o cádmio e o chumbo. Não se conhece nenhuma função essencial à vida de qualquer dos três elementos; têm em comum uma acção tóxica evidenciada por um efeito cumulativo na cadeia alimentar (IC, 1999).

Este estudo visa, essencialmente, detectar e quantificar as concentrações em metais pesados (mercúrio, cádmio e chumbo) nos tecidos da parte edível dos cefalópodes com maior impacto comercial, capturados em Portugal: *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (polvo), *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758 (choco) e *Loligo vulgaris* Lamark, 1798 (lula).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de cefalópodes provenientes de descargas em lota, bem como de cruzeiros do IPIMAR, sem uma periodicidade previamente estabelecida, durante os meses de Fevereiro, Março e Abril de 2002. Os indivíduos foram eviscerados, sendo a parte edível (manto, pele e tentáculos) homogeneizada com a ajuda de uma picadora (Moulinex[®], tipo 320) e armazenada em sacos de plástico devidamente identificados para posterior análise, sendo recongelados a -20 °C. Para cada indivíduo registou-se a data de captura, o peso total (g), o comprimento do manto (mm), o sexo (tentando obter sempre o mesmo número de indivíduos de ambos os sexos) e o estado de maturação.

O teor de mercúrio total foi determinado pelo método de espectrofotometria de absorção atómica por vaporização a frio, segundo a Norma Portuguesa NP 2928 (IPQ, 1988). O teor de cádmio (Cd) e chumbo (Pb), foram determinados pelo método de espectrofotometria de absorção atómica com chama, de acordo com o procedimento analítico em uso, a metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 1990).

Para o cálculo das correlações usou-se a ferramenta do sistema Microsoft "STATISTICA"- Correlation matrices (basicstats), sendo utilizadas as concentrações médias em metais pesados (Hg, Cd e Pb) e alguns parâmetros biométricos obtidos em amostragem biológica, como o peso total e o comprimento do manto, de todos os indivíduos em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comprimento e peso dos indivíduos estudados

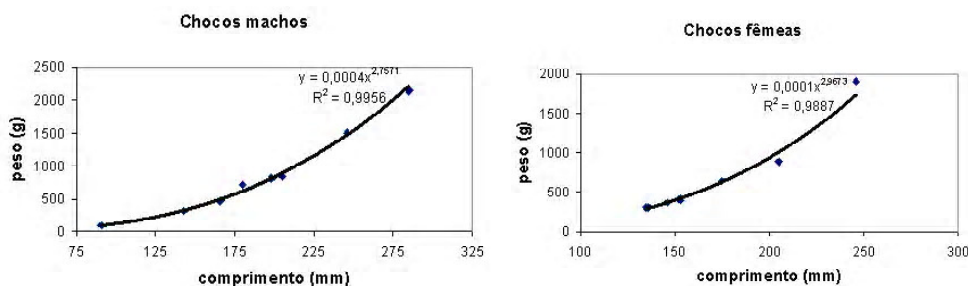
O comprimento e o peso foram registados, individualmente, em todos os exemplares incluídos neste trabalho (Quadro I).

QUADRO I – COMPRIMENTO DO MANTO E PESO DOS INDIVÍDUOS ESTUDADOS.

	Polvos (N=21)		Lulas (N=32)		Chocos (N=17)	
	Comprimento (mm)	Peso (g)	Comprimento (mm)	Peso (g)	Comprimento (mm)	Peso (g)
Média ± dp	166±29	1691±698	161±59	133±151	177±49	740±585
Valor min.	100	294	89	27	91	95
Valor máx.	215	3006	344	711	285	2145

Relação Peso/Comprimento

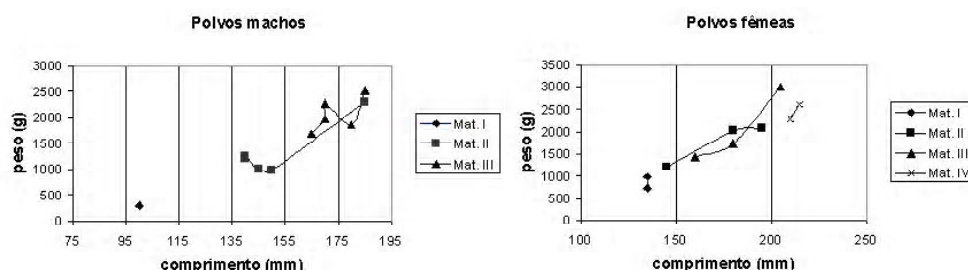
No estudo realizado à espécie *Sepia officinalis* (vulgo, choco), no que concerne à relação peso/comprimento, como todos os indivíduos apresentavam o mesmo estado de maturação (adulto), apenas se efectuou a subdivisão em machos e fêmeas. Os chocos apresentam na linha de tendência, uma curva potencial, baseada num R^2 (coeficiente de regressão) próximo da unidade (Figs. 1 e 2).



Figuras 1 e 2. Curvas de tendência na relação peso/comprimento, machos e fêmeas, estado de maturação III - adulto.

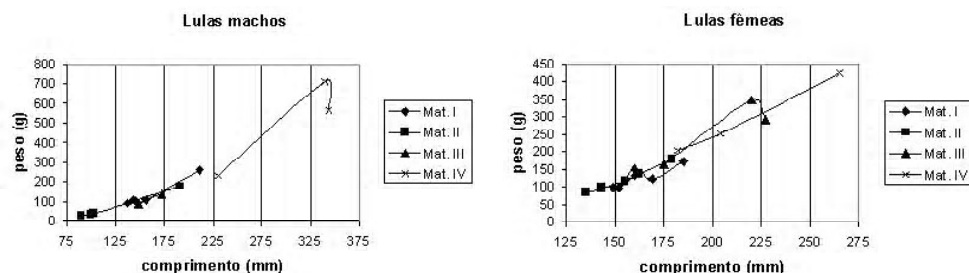
A relação peso/comprimento no que concerne aos polvos (*Octopus vulgaris*), mostra claramente que o comportamento da curva de tendência é semelhante, tanto em machos como em fêmeas. Independentemente dos estados de maturação, numa primeira análise, esse comportamento aponta para que haja uma deposição de peso durante o crescimento, que evolui em concordância com o aumento do comprimento do manto. Os valores obtidos mostram que as fêmeas estudadas atingem um comprimento e um peso superior ao dos machos. Este facto pode explicar-se pela existência de mais um estado de maturação nas fêmeas observadas, o que está inerente ao seu ciclo de vida dado que os machos morrem

após cópula (Amaratunga, 1987). O estudo dos polvos, ao contrário dos chocos, baseou-se nos estados de maturação observados em amostragem biológica, adoptados pelo IPIMAR, adaptados de Gonçalves (1993), sendo, machos (I, II, III, IV) e fêmeas (I, II, III, IV, V), determinados pela análise visual dos órgãos reprodutores dos indivíduos. Assim, como é visível, existe uma clara definição entre os estados I, II e III e o IV. Entre os estados de maturação II e III, os valores obtidos são semelhantes, embora seja notória uma maior evolução na acumulação de peso e maior comprimento no estado III. Em todos os estados de maturação existe uma perceptível evolução da relação peso/comprimento (Figs.3 e 4).



Figuras 3 e 4. Comportamento tendencial entre o peso, o comprimento e os diferentes estados de maturação observados em amostragem biológica (ambos os sexos).

O estudo da espécie *Loligo vulgaris*, baseou-se nos estados de maturação observados em amostragem biológica, adoptados pelo IPIMAR, são adaptados de Boyle e Ngoile (1993), sendo, nos machos (I, II, III, IV, V) e nas fêmeas (I, II, III, IV, V), determinados pela análise visual dos órgãos reprodutores dos indivíduos. Independentemente dos estados de maturação, como primeira análise, o comportamento aponta para que haja uma deposição de peso durante o crescimento, que evolui em concordância com aumento do comprimento do manto. No caso das lulas, foram os machos que apresentaram maior peso e comprimento individual. Também apresentaram pesos e comprimentos mais baixos, portanto uma maior amplitude de valores. No que diz respeito aos estados de maturação, observa-se que nos estados inferiores, não existe uma diferença perceptível entre os pesos e o comprimento para os diferentes estados I e II, característica que poderá ser explicada devido a diferentes factores tais como condições ambientais, época do ano, alimento, etc. (Boyle e Pierce, 1994), sendo que os machos, mesmo no estado III não apresentam valores evidentes, ao contrário das fêmeas (Figs. 5 e 6).



Figuras. 5 e 6. Comportamento tendencial entre o peso, o comprimento e os diferentes estados de maturação.

No conjunto dos indivíduos, observa-se que, em todos os estados de maturação existe uma perceptível evolução da relação peso/comprimento. Este estudo apenas é representativo para o número de indivíduos em causa, não podendo ser extrapolado para a totalidade da população. Apresenta, no entanto, dados que são de interesse para futuros estudos.

Doseamento de Metais

A média do teor dos elementos tóxicos detectados, em mg/kg de peso fresco (pf), para cada espécie estudada é apresentada no Quadro II.

Embora sejam vários os estudos que revelam diferenças significativas na concentração de metais tóxicos em áreas geográficas distintas (Bustamante *et al.*, 2002), não foi isso motivo de análise neste estudo, dado que o presente trabalho foi elaborado na perspectiva do consumidor que não tem ainda, acesso a informação precisa sobre a origem do produto, o sexo e estado de maturação. No entanto, é objectivo deste trabalho fornecer mais registos, que se espera, contribuam para um melhor entendimento futuro, da importância e efeitos dos elementos tóxicos existentes nos cefalópodes capturados e mais consumidos em Portugal.

Em geral, foi o Cd que revelou, no conjunto de todas as espécies analisadas, valores médios de concentração, totais e individuais, mais elevados. Os resultados indicam, à primeira vista, que os três elementos são acumuláveis, em maiores ou menores quantidades, nas espécies de cefalópodes estudadas. Nas lulas, polvos e chocos, os valores detectados de concentração média de Pb foram baixos.

QUADRO II – CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE CONTAMINANTES NA PARTE EDÍVEL (MG/KG, PF) DAS ESPÉCIES ESTUDADAS E ORDEM DECRESCENTE DE ACUMULAÇÃO DOS MESMOS (ENTRE PARÊNTESIS ESTÃO REPRESENTADOS OS VALORES MÁXIMO E MÍNIMO).

Espécie	N	Hg	Cd	Pb	Ordem decrecente
Choco <i>Sepia officinalis</i>	17	0,08 (0,03-0,12)	0,15 (<LD-0,25)	<LD (<LD-0,10)	Cd>Hg>Pb
Polvo <i>Octopus vulgaris</i>	21	0,06 (0,03-0,14)	0,09 (<LD-0,76)	<LD (<LD-0,10)	Cd>Hg>Pb
Lula <i>Loligo vulgaris</i>	32	0,06 (0,02-0,10)	0,05 (<LD-0,17)	<LD (<LD-0,30)	Hg>Cd>Pb

LD_{Hg}=0,01; LD_{Cd}=0,05; LD_{Pb}=0,06)

Foi detectado Hg em todas as amostras analisadas (Quadro II). A concentração média de Hg, na parte edível de todas as espécies analisadas foi de 0,07 mg/kg, pf. A espécie que apresentou teores médios mais elevados foi o choco com 0,08 mg/kg, pf.

Os valores individuais mais elevados foram detectados no polvo (0,14 mg/kg, pf), seguido do choco (0,12 mg/kg, pf) e da lula (0,10 mg/kg, pf) (Quadros III, IV e V). Em todas as amostras analisadas, a concentração deste metal foi inferior ao limite máximo definido pela UE (2001) de 0,5 mg/kg. O valor do mercúrio nos moluscos, é normalmente da ordem dos 0,02-0,05 mg/kg, sabendo-se que é frequente que os níveis de mercúrio, nos moluscos, sejam menores que os níveis de cádmio e chumbo (Lourenço e Nunes, 2000). Sobre os teores dos vários metais no caso particular em cefalópodes, um estudo do IC (1999) revelou valores médios de mercúrio de 0,06 (0,01-0,14) mg/kg, para o polvo, de 0,08 (0,04-0,12) mg/kg, para o choco e de 0,06 (0,03-0,12) mg/kg, para a lula (peso fresco). Espécies bênticas e costeiras têm uma maior probabilidade de contaminação por mercúrio, oriundo de fontes terrestres antropogénicas, o que implica uma diferença maior nos valores dos níveis de contaminação. O tamanho, o sexo, a época e local são variáveis determinantes no nível de mercúrio nos cefalópodes (Monteiro *et al.*, 1992).

QUADROS III, IV e V – CARACTERIZAÇÃO DOS CHOCOS (C), POLVOS (P) E LULAS (L), NO QUE RESPEITA A TEORES MÉDIOS DE Hg, Cd e Pb, pf. RESPECTIVA CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOLÓGICOS DA ESPÉCIE. * INDIVÍDUOS RECOLHIDOS NO ESTUÁRIO DO SADO. L INDICA AMOSTRAS COMPOSTAS (LD_{Hg}=0,01; LD_{Cd}=0,05; LD_{Pb}=0,06).

III Indiv' duo	Data de captura	Sexo	Estado de matura' o	Peso total (gr.)	Comp. manto (mm)	M' dia Hg (mg/Kg)	M' dia Cd (mg/Kg)	M' dia Pb (mg/Kg)
C1*	10-04-2002	F	3	401,96	153	0,12	0,12	< LD
C2*	10-04-2002	M	3	474,67	166	0,10	0,20	< LD
C3*	10-04-2002	F	3	310,12	136	0,11	0,16	< LD
C4*	10-04-2002	F	3	417,56	153	0,09	< LD	< LD
C5	21-03-2002	M	3	722,3	180	0,09	0,16	< LD
C6	21-03-2002	M	3	1509,37	246	0,12	0,12	< LD
C7	21-03-2002	F	3	642,46	175	0,09	0,25	< LD
C8	21-03-2002	M	3	2144,58	285	0,12	0,22	< LD
C9	21-03-2002	F	3	889,24	205	0,09	0,25	< LD
C10	25-05-2002	F	3	408,04	152	0,08	< LD	< LD
C11	25-05-2002	M	3	94,89	91	0,03	< LD	0,10
C12	25-05-2002	F	3	307,42	135	0,04	< LD	< LD
C13	21-03-2002	M	3	852,32	205	0,08	0,20	< LD
C14	21-03-2002	F	3	1903,51	246	0,10	0,23	< LD
C15	21-03-2002	M	3	813,46	198	0,07	0,11	< LD
C16	21-03-2002	F	3	368,21	146	0,05	0,16	< LD
C17	21-03-2002	M	3	319,69	143	0,05	0,21	< LD

IV Indiv' duo	Data de capt.	Sexo	Estado de Matura' o	Peso total (gr.)	Comp. Manto (mm)	M' dia Hg (mg/kg)	M' dia Cd (mg/kg)	M' dia Pb (mg/kg)
P1	18-02-2002	M	2	991,52	150	0,03	< LD	< LD
P2	18-02-2002	M	2	1006,16	145	0,05	< LD	0,07
P3	18-02-2002	M	3	2511,93	185	0,05	< LD	< LD
P4	18-02-2002	M	2	2296,85	185	0,07	< LD	< LD
P5	18-02-2002	F	2	1202,50	145	0,03	< LD	< LD
P6	18-02-2002	F	1	984,69	135	0,04	< LD	< LD
P7	18-02-2002	F	1	734,68	135	0,04	< LD	< LD
P8	18-02-2002	F	2	2025,19	180	0,04	0,05	< LD
P9	06-03-2002	F	3	3005,75	205	0,05	0,05	< LD
P10	06-03-2002	F	2	2084,96	195	0,07	< LD	< LD
P11	06-03-2002	M	3	1993,24	170	0,05	< LD	< LD
P12	06-03-2002	M	3	1868,90	180	0,05	< LD	< LD
P13	06-03-2002	M	3	2268,42	170	0,10	< LD	< LD
P14	21-03-2002	M	1	294,33	100	0,06	0,08	< LD
P15	21-03-2002	M	2	1209,30	140	0,06	0,07	< LD
P16	21-03-2002	M	3	1691,10	165	0,03	0,05	< LD
P17	21-03-2002	M	2	1260,76	140	0,08	< LD	< LD
P18	21-03-2002	F	3	1740,39	180	0,08	< LD	< LD
P19	21-03-2002	F	3	1444,11	160	0,09	< LD	< LD
P20	05-04-2002	F	4	2286,88	210	0,14	0,76	< LD
P21	05-04-2002	F	4	2612,42	215	0,14	0,47	0,10

V Indiv' duo	Data de captura	Sexo	Estado de maturação	Peso total (gr.)	Comp. Manto (mm)	M'dia Hg (mg/Kg)	M'dia Cd (mg/Kg)	M'dia Pb (mg/Kg)
L1	08-02-2002	M	4	90,0	148,0	0,08	0,07	< LD
L2	08-02-2002	M	4	137,9	172,0	0,06	0,05	0,07
L3	08-02-2002	M	5	564,7	344,0	0,09	< LD	< LD
L4	08-02-2002	M	5	231,9	230,0	0,08	0,09	< LD
L5	08-02-2002	F	4	163,5	175,0	0,07	< LD	< LD
L6	08-02-2002	F	2	131,1	160,0	0,06	0,05	< LD
L7	08-02-2002	F	2	99,7	149,0	0,08	0,05	< LD
L8	08-02-2002	F	5	423,2	265,0	0,10	< LD	< LD
L9	08-02-2002	F	5	203,7	182,0	0,07	0,05	< LD
L10	08-02-2002	F	3	135,6	162,0	0,05	0,05	< LD
L11	08-02-2002	F	5	251,9	204,0	0,07	0,06	< LD
L12	08-02-2002	F	4	348,4	220,0	0,10	0,06	< LD
L13	08-02-2002	F	4	291,6	227,0	0,07	< LD	< LD
L14	08-02-2002	F	3	177,7	179,0	0,05	0,05	< LD
L15	08-02-2002	F	2	98,6	152,0	0,05	0,08	< LD
L16	11-03-2002	M	2	91,8	147,0	0,06	0,06	0,07
L17	11-03-2002	M	5	711,0	340,0	0,07	< LD	< LD
L18	11-03-2002	M	2	260,4	211,0	0,06	< LD	< LD
L19	11-03-2002	F	2	122,8	169,0	0,09	0,08	< LD
L20	11-03-2002	F	2	149,6	160,0	0,08	0,07	< LD
L21	11-03-2002	F	3	97,9	143,0	0,07	0,08	< LD
L22	22-03-2002	F	3	116,0	155,0	0,08	0,06	< LD
L23	25-02-2002	M	2	110,8	143,0	0,04	< LD	< LD
L24	22-03-2002	M	2	108,3	156,0	0,03	< LD	< LD
L25	25-02-2002	F	2	171,5	185,0	0,02	< LD	< LD
L26	22-03-2002	M	2	91,1	137,0	0,03	< LD	< LD
L27	22-03-2002	F	3	85,9	135,0	0,03	0,06	0,30
L28	22-03-2002	M	3	35,4	99,0	0,03	< LD	< LD
L29	22-03-2002	M	3	27,1	89,0	0,03	0,07	< LD
L30	18-04-2002	M	3	177,6	191,0	0,04	< LD	< LD
L31	18-04-2002	M	3	38,9	102,5	0,02	0,13	< LD
L32	18-04-2002	M	3	38,9	102,0	0,04	0,17	< LD

LD_{Cd}=0,05; LD_{Pb}=0,06)

Foi detectado Cd em todas as amostras analisadas, sendo este o metal mais abundante (Quadro II). A concentração média de Cd, na parte edível de todas as espécies analisadas foi de 0,1 mg/kg, pf, sendo que a espécie que apresentou teores médios mais elevados foi o choco com 0,15 mg/kg (pf) de Cd. Os valores individuais mais elevados foram detectados no polvo (0,76 mg/kg, pf), seguido do choco (0,25 mg/kg, pf) e da lula (0,05 mg/kg, pf) (Quadros III, IV e V). Em todas as amostras analisadas, a concentração deste metal foi inferior ao limite máximo permitido de 1,0 mg/kg (UE, 2001). Os níveis de Cd são, normalmente, superiores nos cefalópodes quando comparados com outros produtos da pesca e segundo um estudo de Lourenço e Nunes (2000) apresentaram, no caso das lulas (0,2 mg/kg) valores médios superiores aos dos polvos (0,05mg/kg) e dos chocos (0,07mg/kg). Segundo um estudo do IC (1999), sobre teores médios dos vários metais nas diferentes espécies, no caso particular em cefalópodes, o polvo apresentou valores de cádmio de 0,05 (<0,01-0,13)

mg/kg, o choco de 0,06 (<0,01-0,11) mg/kg e a lula de 0,19 (<0,01-0,38) mg/kg, de peso fresco.

O chumbo foi o elemento analisado com menor concentração, neste estudo. A concentração média de Pb, na parte edível de todas as espécies analisadas foi de 0,003 mg/kg, pf, sendo que a espécie que apresentou teores médios mais elevados foi a lula com 0,02 mg/kg de Pb. Os valores individuais mais elevados foram detectados na lula (0,30 mg/kg, pf), seguido do choco e do polvo (0,10 mg/kg, pf) (Quadros III, IV e V). Em todas as amostras analisadas, a concentração deste metal foi inferior ao limite estipulado de 1,0 mg/kg (UE, 2001). Segundo um estudo do IC (1999), sobre teores médios dos vários metais nas diferentes espécies, no caso particular em cefalópodes, o polvo apresentou valores de chumbo de 0,1 (<0,1-0,4) mg/kg, o choco de <0,1 mg/kg e a lula de <0,1 mg/kg, de peso fresco. Lourenço & Nunes (2000), registaram nos cefalópodes, valores de Pb inferiores a 0,1 mg/kg. Oehlenschläger (1997), refere que os níveis de Pb no músculo de espécies de águas não poluídas, são baixos, muito estáveis e quase constantes, o que se confirma no presente trabalho.

Correlações entre parâmetros

QUADRO VI, VII e VIII - CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS, SIGNIFICATIVAS A $P < 0,005$ (A NEGRITO E ITÁLICO).

III Chocos						N=17					
Variável	Peso	Comp.	Hg	Cd	Pb						
Peso	1,0000										
	p= ---										
Comp.	0,9604	1,0000									
	p=,000	p= ---									
Hg	0,5763	0,6463	1,0000								
	p=,015	p=,005	p= ---								
Cd	0,4521	0,5168	0,3524	1,0000							
	p=,068	p=,034	p=,165	p= ---							
Pb	-0,2214	-0,3852	-0,2781	-0,3499	1,0000						
	p=,393	p=,127	p=,280	p=,169	p= ---						

IV Polvos						N=21					
Variável	Peso	Comp.	Hg	Cd	Pb						
Peso	1,0000										
	p= ---										
Comp.	0,9315	1,0000									
	p=,000	p= ---									
Hg	0,4056	0,4954	1,0000								
	p=,068	p=,022	p= ---								
Cd	0,3115	0,4766	0,7752	1,0000							
	p=,169	p=,029	p=,000	p= ---							
Pb	0,0365	0,0548	0,0476	0,1088	1,0000						
	p=,875	p=,813	p=,838	p=,639	p= ---						

V Lulas						N=32					
Variável	Peso	Comp.	Hg	Cd	Pb						
Peso	1,0000										
	p= ---										
Comp.	0,9675	1,0000									
	p=,000	p= ---									
Hg	0,5183	0,5725	1,0000								
	p=,002	p=,001	p= ---								
Cd	-0,3691	-0,4108	-0,0189	1,0000							
	p=,038	p=,020	p=,918	p= ---							
Pb	-0,1664	-0,1623	-0,2881	-0,0368	1,0000						
	p=,363	p=,375	p=,110	p=,841	p= ---						

O peso e o comprimento foram as variáveis que estiveram mais positivamente correlacionadas em todas as espécies (Quadros VI, VII e VIII).

Doseamento de metais segundo o comprimento das espécies estudadas

Para o estudo do comportamento dos contaminantes ao longo do ciclo de vida da espécie foi utilizado o comprimento como parâmetro biológico com maior correlação com a concentração média em metais pesados (ver correlações entre parâmetros). Assim dividiram-se os indivíduos por classes de comprimento (leia-se comprimento do manto). Não se subdividiram em machos e fêmeas porque estas características não chegam ao conhecimento do consumidor. No caso em que existia apenas um indivíduo representativo da classe, o valor utilizado não foi calculado por média sendo utilizado o valor individual obtido pela média de três leituras no aparelho analisador.

Chocos

Em relação à concentração média de mercúrio (Hg) por classes de comprimento, é notório através da figura 7 que, existe um aumento da concentração deste metal com o aumento do comprimento (crescimento), o que confirma a correlação significativa positiva entre estes dois parâmetros (bioacumulação). O maior número de indivíduos observados, neste estudo, caracterizou-se por pertencer à classe [150; 200[. Pode falar-se em bioindicadores e biomonitores para o ambiente marinho quando nos referirmos a esta espécie, pois apresenta características ideais em termos de taxa de crescimento, duração do ciclo de vida, hábitos alimentares (comportamento predatório) e habitat (rias e estuários) (Coelho e Martins, 1991; Coelho e Nunes, 1991; Monteiro, 1991), bem como bioacumulação de mercúrio e percentagem de descargas em lota.

Também em relação ao cádmio, esta espécie apresenta uma acumulação deste metal durante todo o ciclo de vida (bioacumulação). Embora duma maneira menos explícita, a concentração do metal aumenta com o tamanho do indivíduo (crescimento), o que confirma a correlação significativa positiva entre estes dois parâmetros (Fig. 8). Assim, poderão interpretar-se estes resultados como um sinal da acumulação de Cd, durante o crescimento dos indivíduos desta espécie, tornando possível a sua utilização como bioindicadores e biomonitores do ambiente marinho, para o metal em questão. Esta interpretação baseia-se também nas características biológicas e etológicas da espécie.

No caso do chumbo, os valores obtidos apenas apontam para uma fraca contaminação da espécie através deste metal. Não sendo conclusivos, os valores

obtidos tornam impossível uma interpretação do comportamento deste metal ao longo de diferentes classes de comprimentos, para esta espécie.

Torna-se necessário, na sequência deste trabalho, orientar mais estudos para que haja um acompanhamento da contaminação animal e marinha, por parte deste contaminante.

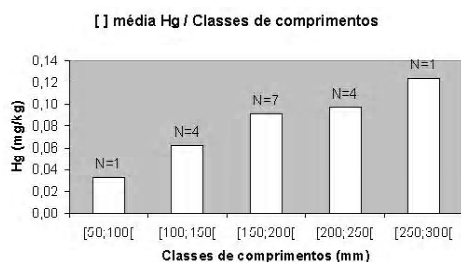


Figura 7. Relação entre a concentração média de Hg e as diferentes classes de comprimentos observados nos chocos (em que N é o número de indivíduos representantes da classe de comprimentos).

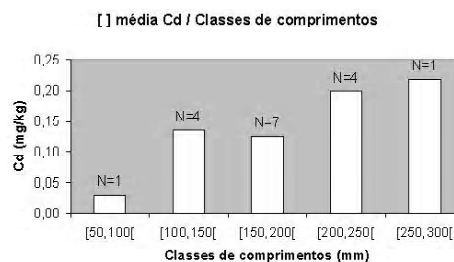


Figura 8. Relação entre a concentração média de Cd e as diferentes classes de comprimentos observados nos chocos (em que N é o número de indivíduos representantes da classe de comprimentos).

Polvos

Em relação à concentração média de Hg por classes de comprimentos, é visível através da Fig. 9, que existe um aumento da concentração deste metal com o aumento do comprimento (crescimento), o que confirma a correlação significativa positiva entre estes dois parâmetros, embora os valores encontrados apontem para níveis mais constantes, quando comparados, principalmente, com os chocos. Nesta espécie e para este estudo, o intervalo mais representativo em número de exemplares é [180; 200[. As características já anteriormente descritas como o ritmo de crescimento, o comportamento predatório e o tipo de habitat (Boyle, 1983; Amaratunga, 1987; Gonçalves, 1993), relacionadas com a percentagem de descargas em lota e a acumulação deste metal, tornam esta espécie como um bom bioindicador e biomonitor para acompanhamento do nível de contaminação existente no ambiente marinho.

Em relação à concentração média de Cd por classes de comprimentos, os valores obtidos são semelhantes e quase constantes para as classes de comprimento mais baixas. Os indivíduos com maior comprimento (última classe de comp.) apresentam uma contaminação muito maior. Através da interpretação da Fig. 10, pode concluir-se que existe uma contaminação de cádmio, por parte desta espécie, sendo necessário aprofundar o conhecimento sobre o comportamento deste metal segundo as diferentes classes de comprimentos.

Isto porque a maioria das classes de comprimentos referidas apresenta uma contaminação média inferior a 0,10 mg/kg.

No caso do Pb, os valores obtidos não são conclusivos por forma a interpretar qual o comportamento da acumulação deste metal. Os valores obtidos apenas apontam para uma fraca contaminação da espécie através deste metal. É necessário aprofundar o conhecimento sobre a relação entre a espécie *O. vulgaris* e a concentração em Pb.

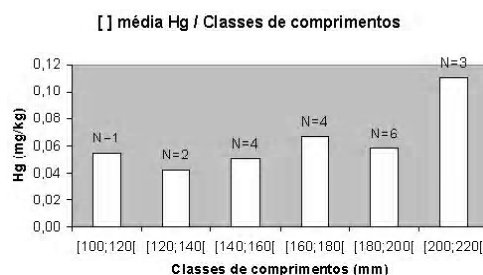


Figura 9. Relação entre a concentração média de Hg e as diferentes classes de comprimentos observados nos polvos (em que N é o número de indivíduos representantes da classe de comprimentos).

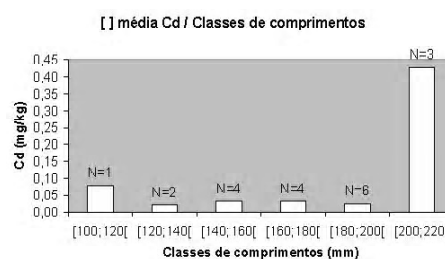


Figura 10. Relação entre a concentração média de Cd e as diferentes classes de comprimentos observados nos polvos (em que N é o número de indivíduos representantes da classe de comprimentos).

Lulas

Em relação à concentração média de Hg por classes de comprimentos, é visível através da Fig. 11, que existe um aumento da concentração deste metal ao longo do ciclo de vida desta espécie, o que confirma a correlação significativa positiva entre estes dois parâmetros. No caso da penúltima classe de comprimentos deverá ter-se em atenção o número de indivíduos da amostra. Daí, poder-mos falar em bioindicadores e biomonitores para o ambiente marinho quando nos referirmos a esta espécie e a este metal. Nas lulas, é sem dúvida o intervalo [150; 200[o mais representativo da espécie.

Também em relação ao cádmio, esta espécie apresenta acumulação deste metal durante todo o ciclo de vida (Fig. 12). Embora, neste caso e comprovando os valores obtidos na correlação entre parâmetros (correlação significativa negativa), há uma tendência para a diminuição da concentração deste metal à medida que aumenta o comprimento. Este facto pode explicar-se pela capacidade de desintoxicação do metal em causa, logo uma menor concentração, na parte edível (manto e tentáculos) (Bustamante *et al.*, 2002).

No caso do chumbo, os valores obtidos não são conclusivos e não permitem interpretar qual o comportamento da acumulação deste metal segundo as diferentes classes de comprimentos para as lulas. Os valores obtidos apenas apontam para uma fraca contaminação da espécie (*L. vulgaris*). É necessário que haja uma continuidade no estudo da acumulação e comportamento deste metal, pois só assim será possível garantir ao consumidor a garantia da boa qualidade dos nossos produtos.

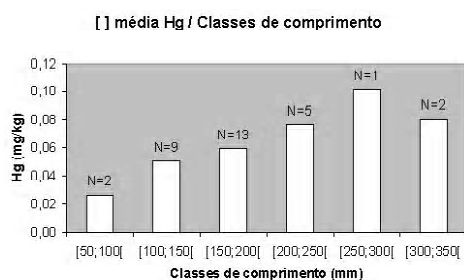


Figura 11. Relação entre a concentração média de Hg e as diferentes classes de comprimentos observadas nas lulas (em que N é o número de indivíduos representantes da classe de comprimentos).

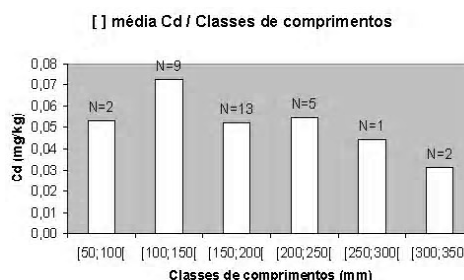


Figura 12. Relação entre a concentração média de Cde as diferentes classes de comprimentos observadas nas lulas (em que N é o número de indivíduos representantes da classe de comprimentos).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos são referentes apenas ao período de estudo, e por isso, as conclusões apresentadas, a serem consideradas no futuro, devem ter em conta a evolução natural do sector das pescas, em particular dos cefalópodes. Na espécie *Sepia officinalis* (machos e fêmeas), existindo apenas um estado de maturação, verifica-se uma tendência potencial na evolução da relação peso/comprimento do manto, o que representa uma maior acumulação de peso em detrimento do comprimento. Na espécie *O. vulgaris*, existe uma clara indefinição entre os estados de maturação intermédios (II e III), no que concerne à relação peso/comprimento, característica comum a machos e fêmeas. Na espécie *Loligo vulgaris*, verifica-se o mesmo, referente aos estados I, II e III. Em ambos os casos, a evolução da relação peso/comprimento é similar à observada para a *S. officinalis*.

Todos os indivíduos incluídos neste estudo apresentaram, em média, níveis de concentração em metais pesados (Hg, Cd e Pb) bastante inferiores ao limite

legislado pela União Europeia, constituindo um indicador favorável para os consumidores, da qualidade do produto português. As três espécies estudadas acumulam metais pesados, particularmente, Cd e Hg, durante todo o seu ciclo de vida.

O comprimento é a variável com maior correlação com os níveis de metais pesados e estudando o comportamento da acumulação dos mesmos segundo o comprimento, verificou-se que no caso do Mercúrio, as três espécies apresentaram um comportamento similar, acumulando o metal durante todo o ciclo de vida (bioacumulação). Em relação ao Cd, contaminante, que em média, foi o mais abundante no conjunto das três espécies, facto comum à classe dos Cefalópodes, o choco (*S. officinalis*), foi a espécie que apresentou uma acumulação mais relevante. Os polvos (*O. vulgaris*), apresentaram valores constantes nas diferentes classes de comprimento, sendo que, no último intervalo de comprimento apresentaram valores sensivelmente mais elevados. No caso particular das lulas (*L. vulgaris*), verificou-se uma tendência para a diminuição deste metal à medida que se estudou a sua evolução por classes de comprimento. O Pb apresentou valores que não são conclusivos e na quase totalidade dos indivíduos das três espécies aqui analisadas verificaram-se valores abaixo do limite de detecção do aparelho (0,06 mg/kg, Pb) que, quando comparados com o limite legislado (1,0 mg/kg, pf) revelam-se insignificantes.

Tendo em conta a possibilidade de utilização das três espécies como bioindicadores e biomonitores, poderá dizer-se que existe uma boa situação ambiental na nossa zona costeira. Contudo é de ter sempre presente que o número de amostras aqui utilizadas não é suficiente para uma conclusão definitiva, pelo que um aprofundamento se afigura de extrema importância.

A título de conclusão geral afigura-se pertinente destacar a necessidade da continuação da implementação de apertados controlos de qualidade alimentar e uma rigorosa e contínua fiscalização, que combatam eficazmente a utilização de produtos contaminados na alimentação humana, para bem da Saúde Pública.

BIBLIOGRAFIA

- AMARATUNGA, T., 1987. Population Biology. Comparative Reviews. In: P. R. BOYLE (Ed.), Cephalopod Life Cycles, Vol. II, Academic Press, London, pp. 239-252.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed., Vol. 1, Association of Official Analytical Chemistry, Arlington, 684 p.

- BOYLE, P.R., 1983. Species Accounts. In: BOYLE, P. R. (Ed.), Cephalopod Life Cycles, Vol. I, Academic Press, London, pp.1-8.
- BOYLE, P.R. e NGOILE, M.A.K., 1993. Assessment of Maturity State and Seasonality of Reproduction in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: *Loliginidae*) from Scottish Waters. In: Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology. Tokai University Press, Tokyo, pp. 37-48.
- BOYLE, P.R. e PIERCE, G.J., 1994. Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid: an overview. In: ELSEVIER (Ed.). Fisheries Research, 21: 1-15.
- BUSTAMANTE, P., COSSON, R. P., GALLIEN, I., CAURANT, F. e MIRAMAND, P., 2002. Cadmium detoxification processes in the digestive gland of cephalopods in relation to accumulated cadmium concentrations. In: ELSEVIER (Ed.). Marine Environmental Research, 53: 227-241.
- COELHO, L. e MARTINS C., 1991. Preliminary observations on the biology of *Sepia officinalis* in Ria Formosa, Portugal. In: 1st International Symposium on the cuttlefish Sepia, Caen, June 1-3. Centre de Publications de l'Université de Caen, pp. 131-139.
- COELHO, M.L. e NUNES, C., 1991. The Fishery of *Sepia officinalis* in Portugal. In: 1st International Symposium on the cuttlefish Sepia, Caen, June 1-3. Centre de Publications de l'Université de Caen, p. 348.
- DGPA, 2001. Principais Indicadores do Sector das Pescas em Portugal. Direcção-Geral das Pescas e Aquicultura. <http://www.dg-pescas.pt>
- GONÇALVES, J.M., 1993. *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (polvo-comum): Sinopse da Biologia e Exploração, Provas de APC, Universidade dos Açores / DOP, 145 p.
- IC, 1999. Pescado, estudo comparativo. In: O Consumidor, n.º 85, Instituto do Consumidor, Lisboa, pp. 26-32.
- INE, 2001. Estatística das Pescas. Instituto Nacional de Estatística. <http://www.ine.pt/>
- IPQ, 1988. Determinação do teor de mercúrio. Método espectrofotométrico de absorção atómica sem chama. NP 2928, 5 p.
- LOURENÇO, H.M. e NUNES, M.L., 2000. Heavy Metals in some fish species from Portuguese coast. In: S. A. Georgakis (Ed.), Proceedings of 29th WEFTA Meeting, 10-14 october, 1999, Greece, pp. 335-338.
- MONTEIRO, L. R., 1991. O Mercúrio no Ambiente Marinho. Departamento de Oceanografia e Pescas. Provas APPC, Universidade dos Açores, 97 p.
- MONTEIRO, L.R., PORTEIRO, F.M. e GONÇALVES, J.M., 1992. Variação inter- e intra-específica dos níveis de mercúrio no músculo de cefalópodes dos Açores. Angra do Heroísmo, Arquipélago, Ciências da Natureza, 10: 13-22.
- OEHLENSCHLÄGER, J., 1997. Marine fish – a source for essential elements?!. In: Seafood From Producer to Consumer, J.B. Luten, T. Børresen e J.J. Oehlenschläger (Eds.) Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 641-651.
- UE, 2001. Regulamento (CE) Nº 466/2001. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, JO, L 77/ 1 a L 77/21, de 8 de Março de 2001.