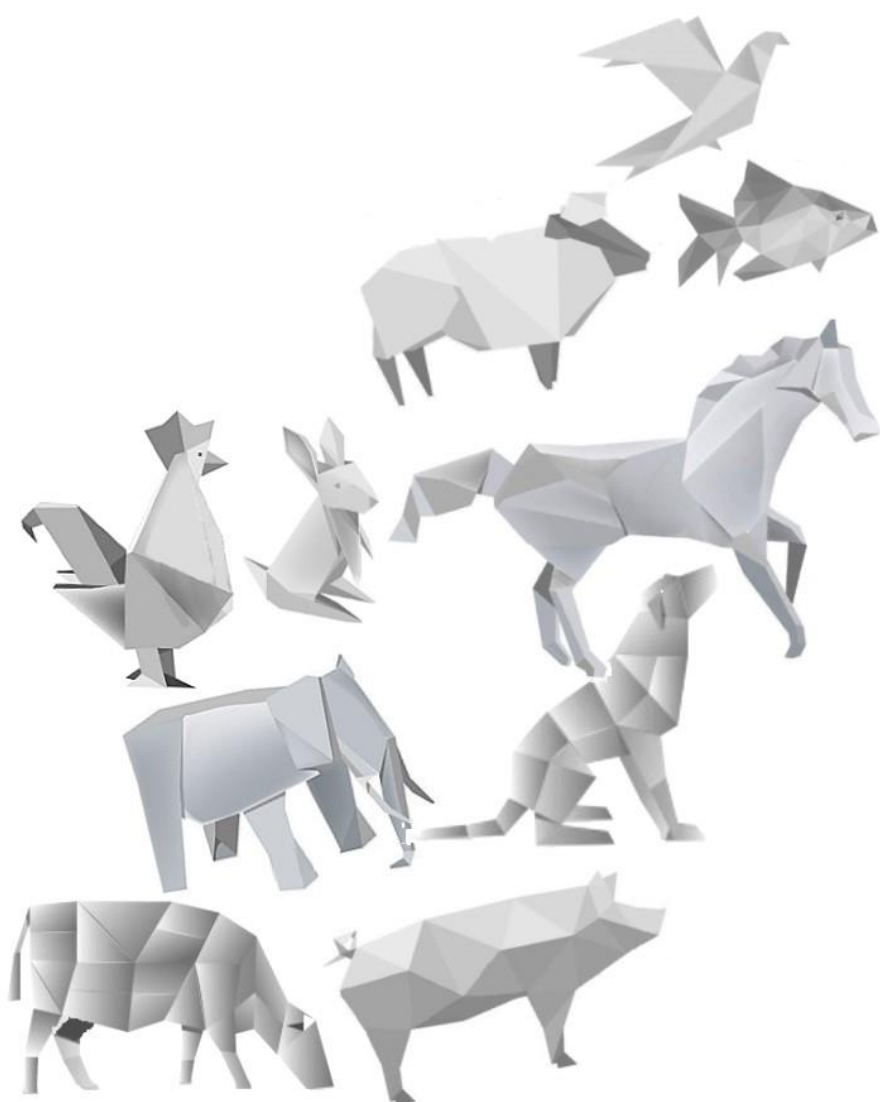


Ano V, Nº1 - 2020

ISSN: 0872 - 7098

# Revista Portuguesa de Zootecnia



Associação Portuguesa de Engenharia Zootécnica



# Ficha Técnica

## Director:

Ana Sofia Santos

## Editor:

Ana Sofia Santos

## Editor adjunto:

Mariana Almeida

## Propriedade:

Associação Portuguesa de Engenharia  
Zootécnica (APEZ)

Apartado 60, 5001-909 Vila Real

## Composição e Montagem:

Mariana Almeida e Telma G. Pinto

## Design Gráfico:

Mariana Almeida e Telma G. Pinto

## Contactos:

Apartado 60,  
5001-909 Vila Real

rpz@apez.pt

912 239 527



# Índice

Características estruturais do capim Tifton 85 ( <i>Cynodon</i> sp.) submetido a diferentes fontes de nutrientes .....	4
Efeitos do tipo de maternidades na produtividade das porcas e leitões – DualMat vs Maternidades convencionais .....	18
Otimização de técnicas de produção de rotíferos <i>Brachionus plicatilis</i> <sup>1</sup> .....	36
Avaliação do efeito da frequência alimentar em juvenis de tenca ( <i>Tinca tinca</i> ) .....	54
Farinha das folhas de mandioca em dietas suplementadas com carboidratos para poedeiras: desempenho e qualidade dos ovos .....	68
Ingestive behavior and production of Holstein cows on tropical pastures.....	87

## **Características estruturais do capim Tifton 85 (*Cynodon* sp.) submetido a diferentes fontes de nutrientes**

Ederson Américo de Andrade<sup>1</sup>, Dilmar Baretta<sup>2\*</sup>, Antonio Waldimir Leopoldino da Silva<sup>2</sup>, Luan Ricardo Sturmer Patussi<sup>2</sup>, Carlos Eduardo Nogueira Martins<sup>3</sup>, Clayton Quirino Mendes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fundação CAPES, Ministério da Educação do Brasil, Brasília, Distrito Federal, Brasil

<sup>2</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina/ Centro de Educação Superior do Oeste (UDESC/CEO), Chapecó, Santa Catarina, Brasil

<sup>3</sup> Instituto Federal Catarinense (IFC), Araquari, Santa Catarina, Brasil

<sup>4</sup>Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (UnB/FAV), Brasília, Distrito Federal, Brasil

\*Autor corespondente: dilmar.baretta@udesc.br

### **Resumo**

A adubação das pastagens perenes é uma prática importante para potencializar a produção forrageira e manter o vigor ao decorrer dos anos. A escolha da fonte de adubação pode afetar a produção dos pastos e as características estruturais das pastagens, com reflexo na produção animal. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes de nutrientes (mineral, organo-mineral e orgânico) sobre a densidade de perfilhamento e a relação lâmina foliar:colmo do capim Tifton 85 (*Cynodon* sp.). O experimento foi conduzido em um Latossolo testando três fontes de nutrientes: 1) adubo orgânico a base de cama de aves (O); 2) adubo organo-mineral (OM) e 3) adubo mineral (M). O delineamento experimental foi constituído de blocos ao acaso com três repetições. Houve efeito da fonte de nutrientes sobre a densidade de perfilhamento. No primeiro corte (primavera), o tratamento O apresentou menor quantidade de perfilhos ( $P = 0,0388$ ) quando comparado ao tratamento M. No segundo corte (verão), constatou-se aumento na densidade de perfilhos ( $P = 0,0341$ ) para os tratamentos O e OM, ao passo que houve redução para o tratamento M. A relação lâmina foliar:colmo foi influenciada somente na última época de coleta (inverno), em que o tratamento O resultou em maior relação quando comparado ao adubo M ( $P < 0,05$ ). Verificou-se grande variação da relação lâmina foliar: colmo entre as épocas avaliadas devido aos efeitos climáticos. As características estruturais avaliadas foram influenciadas pela disponibilidade de nutrientes para a planta em função das fontes de adubo utilizado.

**Palavra chave:** adubação, densidade de perfilhamento, dossel forrageiro, organo-mineral, relação lâmina foliar/colmo

## **Structural characteristics of Tifton 85 (*Cynodon* sp.) bermudagrass under different sources of nutrients**

Fertilization of perennial pastures is an important practice to enhance forage production and maintain vigor over the years. The choice of fertilization source can affect the pasture production and the structural characteristics of the pastures, with reflection on the animal production. In this context, the objective of this work was to evaluate the effect of different sources of nutrients (mineral, organo-mineral and organic) on tillering population density and leaf blade/stem ratio of Tifton 85 (*Cynodon* sp.). The experiment was conducted in an Oxisol by testing three sources of fertilization: 1) organic with application of organic fertilizer based on bed of birds (O); 2) organo-mineral (OM) and mineral fertilization (M). The experimental design consisted of randomized blocks design with three replicates. There was an effect of the nutrient source on the tillering population density. In the first cut (spring), treatment O presented lower amount of tillers ( $P = 0.0388$ ) when compared to the treatment M. In the second cut (summer), there was increase for the treatments O and OM ( $P = 0.0341$ ), whereas there was a reduction for the treatment M. The leaf blade/stem ratio was influenced only in the last collection season (winter), in which O fertilizer resulted in a higher ratio ( $P < 0,005$ ) when compared to the fertilizer M. There was great variation of the leaf blade/stem ratio among the year period evaluated due to the climatic effects. The structural characteristics evaluated were influenced by the availability of nutrients to the plant in function of the sources of fertilizer used.

**Keyword:** fertilization, herbage sward, leaf blade/stem ratio, organomineral, tillering population density,

## Introdução

O Estado de Santa Catarina, localizado na Região Sul do Brasil, é caracterizado por pequenas propriedades rurais, que representam importante fatia na produção agropecuária, com destaque para bovinocultura de leite a pasto (Fischer *et al.*, 2011). Em vista disso, é preciso investir em pesquisas que avaliem forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas da região e que apresentem bons índices de produtividade e de qualidade. Dentre as plantas forrageiras para produção de leite a pasto, destaca-se o tifton 85 (*Cynodon* sp.), gramínea estival perene, que está posicionada entre as mais produtivas do gênero. Notabiliza-se por seu vigor, adaptação a variadas condições de solo e clima, bem como por sua qualidade nutricional, mas apresenta elevada exigência em termos de fertilidade do solo, em particular o nitrogênio (Pedreira, 2013; Taffarel *et al.*, 2016). A espécie tem se destacado como um dos principais – ou mesmo o mais importante – genótipos empregados na formação de pastagens na Região Oeste Catarinense (Jochims *et al.*, 2017).

Em resposta à degradação das áreas de pastagens provocadas pelas explorações agropecuárias, há necessidade de disponibilização de nutrientes com o objetivo de manter a produtividade dos pastos e intensificar a produção. A adubação mineral, e especialmente a adubação orgânica ou organo-mineral, são alternativas para este fim (Fogel *et al.*, 2013). A adubação mineral apresenta custo mais elevado quando comparada à adubação orgânica, como demonstrado por Colussi *et al.* (2014) em Tifton 85. A adubação organo-mineral é uma alternativa que emprega uma mistura de nutrientes sob forma orgânica e mineral, proporcionando disponibilização diferencial dos nutrientes durante o ciclo de produção da pastagem. Já a adubação orgânica torna-se uma boa opção para a reciclagem de nutrientes oriundos dos dejetos de animais, que muitas vezes são desprezados no ambiente e se tornam fontes de contaminações dos rios e do lençol freático. Além disso, é bem conhecido o seu efeito positivo na física, química e biologia do solo (Geremia *et al.*, 2015; Melo *et al.*, 2017). Comparando adubação mineral e orgânica, Hanisch e Fonseca (2011) não verificaram diferença na produção de matéria seca de Tifton 85 no período de dezembro a abril, concluindo que a cama de aves pode ser um substituto aos fertilizantes minerais.

A eficiência da adubação em uma pastagem pode ser avaliada a partir da análise do substrato forrageiro sob os pontos de vista estrutural e produtivo. Nas gramíneas, a unidade primária de crescimento é o perfilho, sendo que a pastagem pode ser definida como uma população de perfilhos (Cecato *et al.*, 2008; Santos e Fonseca, 2016). Um aumento na produção da forragem

pode estar relacionado a aumento na densidade de perfilhos, na massa do perfilho ou em uma combinação de ambos, havendo uma correlação superior a 0,92 entre o número final de perfilhos e produção de massa seca da parte aérea de Tifton 85 (Premazzi *et al.*, 2003). A densidade de perfilhos pode também ser utilizada como indicador do vigor e da persistência de uma determinada pastagem, e como um componente de resposta à aplicação de fertilizantes nitrogenados (Colussi *et al.*, 2014). Em que pese este fato, grande parte dos trabalhos sobre adubação em pastagens limita-se à avaliação da produtividade forrageira e valor nutritivo, com restrita abordagem quanto aos aspectos estruturais .

Por outro lado, a relação lâmina foliar/colmo é um indicativo da qualidade da pastagem. Segundo Nascimento Júnior *et al.* (2013), se este índice for alto, é provável que o teor de proteína bruta também o seja, com maior digestibilidade e consumo, pois as folhas apresentam melhor valor nutritivo do que os colmos. Como consequência, haverá maior produção animal.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes de adubação (mineral, organo-mineral e orgânica) sobre a densidade de perfilhamento e a relação lâmina foliar:colmo do capim Tifton 85 (*Cynodon sp.*) em três épocas do ciclo produtivo, na Região Oeste Catarinense, Brasil.

## **Materiais e Métodos**

O estudo foi realizado no Município de Chapecó, estado de Santa Catarina, em área que pertence à Escola Básica Municipal Agropecuária Demétrio Baldissareli (Latitude 27°20'39"S, Longitude 52°64'58"W). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA-CNPS, 2006) e o clima da região é caracterizado como mesotérmico úmido com verão quente, Cfa, pela classificação de Köppen.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições por tratamento. Cada parcela apresentou dimensões de 1.090 m<sup>2</sup>, totalizando nove parcelas. [3 tratamentos x 3 blocos (3 repetições verdadeiras) = 9].

Os tratamentos avaliados consistiram de três fontes de adubação: 1) “Orgânico” (O): adubo orgânico a base de cama de aves (valores médios de referência da cama de aves 02-03-02); 2) orgânica + mineral (Organo-mineral) com aplicação de 606 kg ha<sup>-1</sup> de adubo O + fertilizante mineral da fórmula 04-10-10 (OM) visando ajustar as mesmas quantidades de NPK fornecidas

pela adubação mineral e 3) Mineral (M), conforme a recomendação da CQFS RS/SC (2004) para Tifton 85. O fertilizante mineral foi aplicado na quantidade de 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N; aplicado na forma de uréia com 44% de N), 60 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (P; aplicado na forma de superfosfato triplo com 41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 60 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (K; aplicado na forma de cloreto de potássio com 58% de K<sub>2</sub>OKCl).

A aplicação das fontes de adubação foi a lanço na superfície do solo. As três fontes de adubação foram ajustadas buscando fornecer as mesmas quantidades de N, P e K para os tratamentos O, OM e M. Após a aplicação das fontes de adubação foi realizada escarificação em cada parcela experimental. Outras informações sobre as fontes de adubação e manejo podem ser obtidas em Geremia *et al.* (2005).

O manejo de desfolha adotado foi o pastejo intermitente/rotativo, com entrada de seis vacas em lactação de peso médio inicial aproximado de 550 kg, quando o dossel apresentava-se a uma altura aproximada de 30 cm, com saída dos animais a uma altura média de cerca de 12 cm. O período de permanência dos animais em pastejo, assim como o período de descanso da pastagem, esteve relacionado à altura pré-pastejo e altura remanescente pós-pastejo.

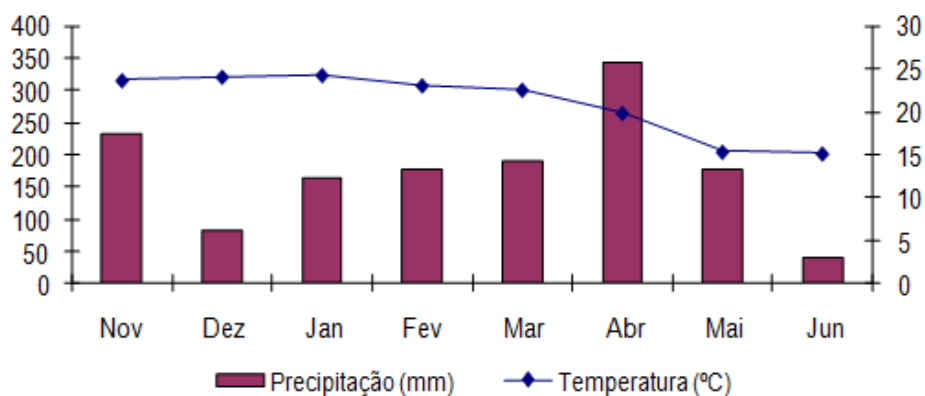
As amostragens da pastagem foram realizadas em três épocas de coleta: 1) 15/12/2009, 2) 17/02/2010, e 3) 30/06/2010, que foram denominadas “primavera”, “verão” e “outono”, respectivamente. Deste modo, buscou-se obter informações em três momentos distintos do ciclo produtivo, para que fosse possível relacionar as características avaliadas com as variações de temperatura, aporte hídrico e luminosidade, além da fonte de nutrientes.

A amostragem da pastagem foi realizada por meio de quadrado com dimensões de 30 x 30 cm. As amostras foram analisadas no Laboratório de Solos da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CEO), em Chapecó/SC, com contagens de perfilhos, conforme metodologia utilizada por Sbrissia (2000). Posteriormente, as plantas foram separadas em lâmina foliar, caule e material morto. A folha foi cortada na altura da lígula (extraíndo-se, portanto, a lâmina foliar), permanecendo, deste modo, a bainha aderida ao colmo. Lâminas parcialmente emergidas foram seccionadas no ponto em que já se encontravam expostas. Após a separação, o material foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 60° C por 72 horas e pesado em balança de precisão para determinação da matéria seca. A determinação da relação lâmina foliar;colmo foi feita por meio da divisão da massa (matéria seca) das lâminas pela massa dos colmos.



O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, em um bifatorial, considerando as fontes de adubo e as épocas de corte como fatores. Empregou-se três repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). Verificou-se o efeito dos tratamentos e o efeito de época (Two-way ANOVA), usando o programa SAS versão 9.2 (SAS, 2009).

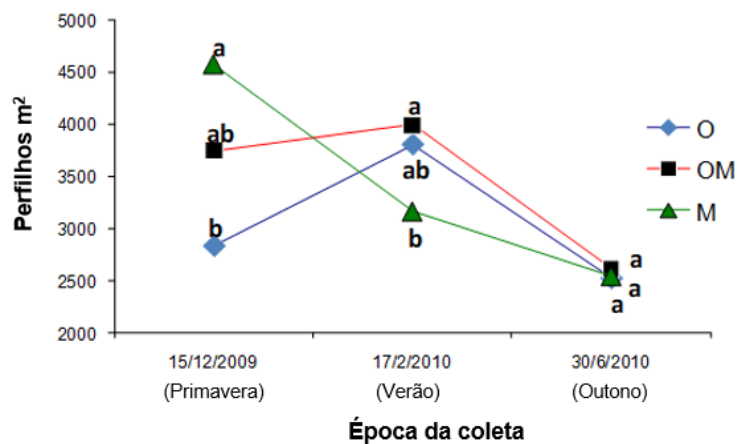
Na Figura 1 são apresentados os dados climáticos – temperatura e precipitação pluviométrica - do período compreendido entre outubro/09 e junho/10, colhidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).



**Figura 1.** Média mensal de temperatura (°C) e precipitação pluviométrica (mm) entre outubro de 2009 a junho de 2010, no município de Chapecó, SC.

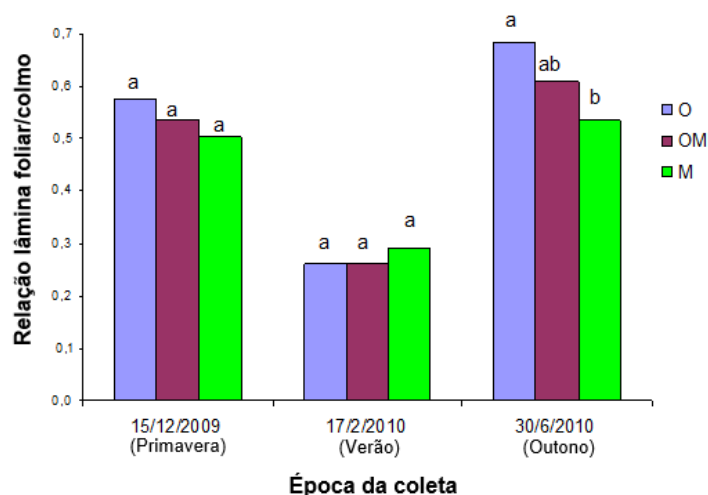
## Resultados

Na primeira época de coleta, realizada 74 dias após a aplicação dos tratamentos, observou-se menor densidade de perfilhos ( $P = 0,0388$ ) nas parcelas que foram adubadas com adubo de fonte orgânica (O) em relação ao adubo mineral (M) (Figura 2). Na segunda coleta, houve aumento ( $P = 0,0341$ ) neste parâmetro no que se refere ao tratamento OM e, principalmente, ao tratamento O, ambos superando o tratamento M, ainda que sem diferença estatística entre os dois últimos. O terceiro corte apontou redução na densidade de perfilhos em relação aos cortes anteriores, independente da fonte de adubação, não sendo verificada diferença entre os tratamentos. A vantagem do tratamento M no primeiro corte e o fato deste ter sido superado na segunda coleta determinaram que a interação fonte de adubo x época de coleta fosse significativa para variável densidade de perfilho ( $P = 0,0094$ ).



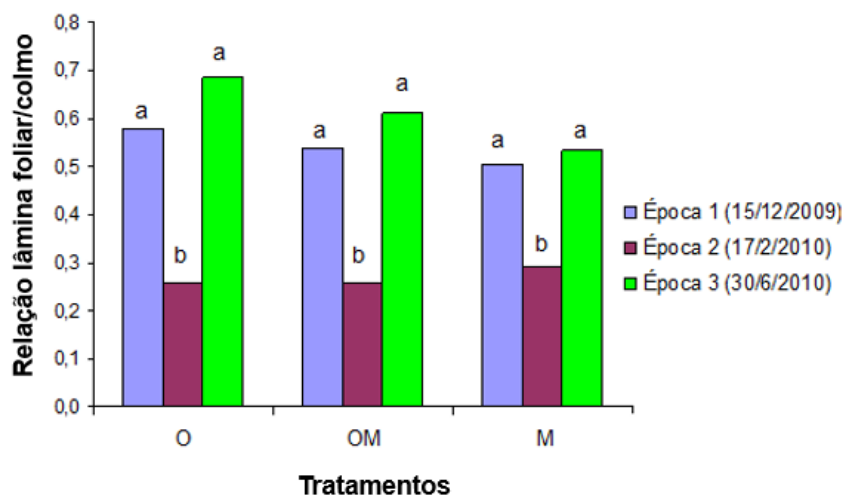
**Figura 2.** Número de perfilhos por metro quadrado nos tratamentos orgânico (O), organo-mineral (OM) e mineral (M), em cada uma das três épocas de coleta. Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada época, diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

No que se refere à relação lâmina foliar;colmo (RLC), na primeira época de coleta não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as fontes de adubação (Figura 3), com valores que variaram entre 0,5 e 0,6. No segundo corte, porém, foi constatada queda brusca na RLC em todos os tratamentos (variando entre 0,2 a 0,3), novamente sem diferença ( $P > 0,05$ ). Já na terceira época, a RLC voltou a subir, alcançando patamares de 0,5 a 0,7, sendo o valor verificado para o tratamento O superior ( $P < 0,05$ ) ao do tratamento M, ao passo que o tratamento OM ficou em posição intermediária, sem diferença em relação aos demais.



**Figura 3.** Relação lâmina foliar/colmo (RLC) nos tratamentos orgânico (O), organo-mineral (OM) e mineral (M), em cada uma das três épocas de coleta. Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada época, diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

Independente da fonte de adubação, a RLC verificada na segunda época – mês de fevereiro – foi menor ( $P < 0,001$ ) do que a observada nas demais épocas, que não diferiram entre si em nenhum dos tratamentos (Figura 4).



**Figura 4.** Relação lâmina foliar;colmo nos tratamentos orgânico (O), organo-mineral (OM) e mineral (M), em cada uma das três épocas de avaliação. Médias seguidas de letras distintas, dentro de cada tratamento (fonte de adubação), diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

## Discussão

A menor densidade de perfilhos no tratamento O no primeiro corte deve ter sido causada pelo fato de as adubações na forma OM e M propiciarem maior disponibilidade de nutrientes, em especial nitrogênio, resultando em melhor desenvolvimento inicial (Andrade *et al.*, 2010; Colussi *et al.*, 2014), o que foi refletido no maior número de perfilhos (Premazzi *et al.*, 2003; Fagundes *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2011; Moreira *et al.*, 2015; Santos e Fonseca, 2016). A fertilização orgânica, ao contrário, apresenta liberação mais lenta de nutrientes. Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016), apenas 50% de N contido na cama de frango fica disponível às plantas no primeiro ano de cultivo. No caso do fósforo, elemento considerado de grande influência no perfilhamento (Rezende *et al.*, 2015), este índice chega a 80%. Deve-se considerar, ainda, que os fertilizantes foram apenas espalhados sobre a superfície do solo, sem incorporação, o que pode ter contribuído ainda mais para o menor efeito do tratamento O. Como a segunda coleta aconteceu cerca quatro meses e meio após a aplicação do fertilizante, sobressaíram-se as fontes que proporcionaram liberação gradual do N, na medida em que os

microorganismos do solo agem na mineralização do produto. A fonte de N utilizada no tratamento M (ureia) caracteriza-se pela liberação imediata do elemento e depois deste período inicial a disponibilização do nutriente é baixa ou nula.

O terceiro corte, ocorrido já no inverno, refletiu a produção de forragem no outono, época em que as forrageiras estivais como o Tifton 85 não encontram condições climáticas adequadas para o seu pleno desenvolvimento vegetativo, o que justifica a queda no número de perfilhos por área. Borges *et al.* (2017) mostram que a variação estacional no perfilhamento de Tifton 85 causada pelo fatores climáticos é possivelmente mais importante do que o efeito causado por diferentes fontes e doses de N.

Deve-se considerar, também, que a adubação da pastagem ocorreu oito meses, antes do terceiro corte, com intensa extração de nutrientes neste período, o que certamente limitou a oferta destes ao momento do terceiro corte. Sobre este aspecto, Colussi *et al.* (2014) verificaram que o efeito da adubação nitrogenada de base ou inicial, quer orgânica ou mineral, não foi mais detectado ao terceiro corte do Tifton 85, fazendo-se necessário um novo suprimento de N por meio de adubações de cobertura. Cabe ressaltar, ainda, a observação de Cutrim Junior *et al.* (2014) de que a densidade de perfilhos em Tifton 85 apresenta efeito curvilíneo em relação ao tempo de descanso da pastagem. Ou seja, o número de perfilhos por área aumenta até atingir um valor máximo e depois cai com o passar do tempo, o que também pode justificar os menores índices verificados neste corte.

Quanto à RLC, os valores observados neste trabalho (máximo em torno de 0,7) podem ser considerados baixos, mesmo nos períodos em que alcançaram maior patamar (primeira e terceira coletas). Esta conclusão advém do contraste com valores registrados em vários outros trabalhos, em que a RLC de Tifton 85 variou de 0,9 a 2,6 (Ribeiro e Pereira, 2010; Cutrim Junior *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2015; Rezende *et al.*, 2015; Taffarel *et al.*, 2016). Os valores aqui verificados aproximam-se apenas dos apontados por Neres *et al.* (2012), que variaram de 0,51 a 1,33.

É sabido que o nitrogênio constitui o nutriente que determina maior influência sobre a RLC, por atuar diretamente no desenvolvimento vegetativo da planta (Santos e Fonseca, 2016). Porém, este efeito tem se mostrado duvidoso. Em certas ocasiões, o N aumenta tal relação (Rezende *et al.*, 2015), em outras não determina uma resposta significativa (Ribeiro e Pereira, 2010; Neres *et al.*, 2012; Taffarel *et al.*, 2016). No presente trabalho, não houve efeito da fonte de adubo na

RLC nos dois primeiros cortes. No terceiro corte, porém, a adubação orgânica mostrou-se superior, evidenciando a sua capacidade de fornecer nutrientes – em especial N – a médio prazo, o que a diferencia da adubação mineral, como já explanado.

Entre os cortes, o segundo apresentou as menores RLCs em todos os tratamentos. Este fato pode estar associado ao intenso crescimento da forrageira no período que antecedeu a esta avaliação. Com temperaturas médias na ordem de 25 °C e precipitações pluviométricas de 150 a 170 mm/mês nos meses de janeiro e fevereiro, a espécie encontrou condições ótimas para produção de forragem. Ocorre que, neste cenário, os processos de formação de folhas e de perfilhamento são logo acompanhados e sucedidos pelo alongamento dos colmos, estruturas que, portanto, aumentam a sua presença no dossel. O número máximo de folhas vivas por perfilho é um parâmetro relativamente fixo, e em Tifton 85 situa-se em torno de 9 a 10 folhas, com pouca influência de fatores ambientais e de manejo (Pereira *et al.*, 2011; Gomide e Gomide, 2013). Assim, a massa de folha verde responde de forma quadrática ao tempo, com tendência à estagnação, ao passo que a massa de colmos cresce de modo linear (Cutrim Junior *et al.*, 2014). Deste modo, as condições climáticas favoráveis propiciaram grande crescimento da forrageira, que atingiu o número máximo de folhas vivas por perfilho, mas com contínuo aumento na presença de colmos, diminuindo a RLC.

Já o primeiro e terceiro cortes foram realizados em períodos sujeitos a influências climáticas negativas (reduzida precipitação pluviométrica e baixa temperatura), o que restringiu a velocidade de crescimento da forrageira, evitando a formação precoce de grande quantidade de colmos. Em consequência, as RLCs mostraram-se maiores do que a verificada no segundo corte, mas, ainda assim, em um nível baixo (inferior a 0,7), exatamente pelas condições ambientais desfavoráveis.

## **Conclusões**

Todas as fontes de adubação pesquisadas (orgânica, organo-mineral e mineral) mostraram-se adequadas à fertilização do Tifton 85. A adubação mineral produziu maior perfilhamento no primeiro corte, face à rápida liberação de nutrientes que caracteriza esta fonte. O efeito da adubação orgânica e organo-mineral foi melhor distribuído ao longo do tempo, com ação também a médio prazo. Face à carência de trabalhos nesta área, faz-se necessário ampliar os estudos com relação à adubação orgânica isolada, ou combinada com a adubação mineral, no

manejo de pastagens perenes. As condições climáticas exercem pronunciado efeito sobre o desenvolvimento vegetativo e características estruturais de Tifton 85, podendo superar a importância do aporte nutricional destinado à forrageira.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Departamento de Zootecnia (CEO/UDESC), a Escola Básica Municipal Agropecuária Demétrio Baldissareli, a EPAGRI e a empresa Ferticel®. Agradecimento especial ao funcionário Gilberto Luiz Françosi (CEO/UDESC).

### **Referências Bibliográficas**

- Andrade, E. A., Biazus, V., Luz, P. A., S. Pagnusat, G., Martins, C. E. e Baretta, D., 2010. Variáveis estruturais da pastagem de Tifton 85 (*Cynodon* sp.) submetida a diferentes fontes de adubação. In: Anais do I Congresso Sul-Brasileiro de Produção Animal Sustentável, 12-14 maio 2010, Chapecó-SC, Brasil, pp.1-4.
- Borges, B. M. M. N., Silveira, M. L., Cardoso S. S. Moline, E. F. V., Coutinho-Neto, A. M., Lucas, F. T., Muraoka, T. e Coutinho, E. L. M., 2017. Growth, herbage accumulation, and nutritive value of 'Tifton 85' Bermudagrass as affected by nitrogen fertilization strategies. *Crop Sci*, 57: 1-10.
- Cecato, U.; Skrobot, V. D.; Fakir, G. R. Branco, A. F., Galbeiro, S. e Gomes, A. N., 2008. Perfilamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. *Acta Sci. Anim. Sci.*, 30(1): 1-7.
- Colussi, G.; Silva, L. S. e Minato, E. A., 2014. Escarificação e adubação orgânica: efeito na recuperação estrutural de solo produzindo Tifton 85. *Ciênc. Rural*, 44: 1956-1961.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo – CQFSRS/SC, 2004. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. SBRS/NRS, Porto Alegre, 400p.
- Cutrim Junior, J. A. A.; Bezerra, A. P. A.; Farias, S. F., Aquino, R. M. S., Sombra, W.A., Andrade, R. R. e Cândido, M. J. D., 2014. Morfofisiologia do capim-tifton 85 manejado intensivamente sob corte. *Acta Tecnológica*, 9(1): 62-69.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. EMBRAPA, Brasília, 412p.

Fagundes, J. L.; Moreira, A. L.; Freitas, A. W. P., Zonta, A., Henrichs, R., Rocha, C., Backes, A. A. e Vieira, J. S., 2011. Capacidade de suporte de pastagens de capim-tifton 85 adubado com nitrogênio manejadas em lotação contínua com ovinos. R. Bras. Zootec., 40: 2651-2657.

Fischer, A.; Santos Junior, S.; Sehnem, S. e Bernardi, I., 2011. Produção e produtividade de leite do Oeste Catarinense. RACE, 10: 337-362.

Fogel, G. F.; Martinkoski, L.; Mokochinski, F. M., Guilhermetti P. e Moreira, V., 2013. Efeitos da adubação com dejetos suínos, cama de aves e fosfato natural na recuperação de pastagens degradadas. Revista Verde, 8: 66-71.

Geremia, E. V.; Segat, J. C.; Fachini, I. A. Fonseca, E. O. e Baretta, D., 2015. Fauna edáfica em pastagem perene sob diferentes fontes de nutrientes. SA, 16: 17-30.

Gomes, E. P.; Rickli, M. E.; Cecato, U. Vieira, E. P., Sapia, J. G. e Sanches, A. C., 2015. Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, 19: 317-323.

Gomide, J. A. e Gomide, C. A. M., 2013. Morfofisiologia de gramíneas forrageiras. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F. e Siqueira, G. R. (Eds), Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Multipress, Jaboticabal, pp.31-50.

Hanisch, A. L. e Fonseca, J. A., 2011. Características produtivas e qualitativas de sete forrageiras perenes de verão sob adubação orgânica e mineral. Revista Verde, 6: 01-06.

Jochims, F.; Silva, A. W. L. e Portes, V. M., 2017. Espécies forrageiras mais utilizadas em pastagens na Região Oeste de Santa Catarina. RAC, 30: 15-18.

Melo, A. L. A.; Guimarães, E. V.; Silva, B. M., Costa, E. L. e Caixeta, S. P., 2017. Soil physical quality after nitrogen fertilizers use in irrigated pasture of tifton 85. SA, 18: 194-203.

Moreira, A. L., Lara Fagundes, J., Yoshihara, E. Backes, A. A., Barbosa, L. T., Oliveira-Júnior, L. F. G., Santos, G. R. A. e Santos, M. A. S. A., 2015. Acúmulo de forragem em pastos de Tifton 85 adubados com nitrogênio e manejados sob lotação contínua. Semina: Ciênc. Agrár., 36: 2275-2286.

Nascimento Júnior, D.; Vilela, H. H.; Sousa, B. M. L. e Silveira, M. C. T., 2013. Fatores que afetam a qualidade de plantas forrageiras. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F. e Siqueira, G. R. (Eds), Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros. Multipress, Jaboticabal, pp.409-424.

Neres, M. A.; Castagnara, D. D.; Silva, F. B. Oliveira, P. S. R., Mesquita, E. E., Bernardi, T. C., Guarianti, A. J. e Vogt, A. S. L.,. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. CR, 42(5): 862-869.

Oliveira, M.A.; Pereira, O. G.; Ribeiro, M. E. R. Santos, M. E. R., Chizzotti, F. H. M. e Cecon, P. R., 2011. Produção e valor nutritivo do capim-*coastcross* sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 63: 694-703.

Pedreira, C. G. S., 2013. Gênero *Cynodon*. In: D. M Fonseca e J. A Martuscell (Eds), Plantas forrageiras. Editora UFV, Viçosa, pp.78-130.

Pereira, O. G.; Rovetta, R.; Ribeiro, K. G. Santos, M. E. R., Fonseca, D. M. e Cecon, P. R., 2011. Características morfogênicas e estruturais do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. R. Bras. Zootec., 40(9): 1870-1878.

Premazzi, L. M.; Monteiro, F. A. e Corrente, J. E., 2003. Tillering of Tifton 85 Bermudagrass in response to nitrogen rates and time of application after cutting. SA, 60: 565-571.

Rezende, A. V.; Rabelo, F. H. S.; Rabelo, C. H. S. Rabelo, C. H. S., Lima, P. P., Barbosa, L. A., Abud, M. C. e Souza, F. R. C., 2015. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. Semina: Ciênc. Agrár., Londrina-PR, Brasil, 36: 1507-1518.

Ribeiro, K. G. e Pereira, O. G., 2010. Valor nutritivo do Capim-Tifton 85 sob doses de nitrogênio e idades de rebrotação. Vet. e Zootec., 17: 560-567.

Santos, M. E. R. e Fonseca, D. M., 2016. Adubação de pastagens em sistemas de produção animal. Viçosa, UFV, 309pp.

SAS, 2009. Institute SAS User's guide: statistics, Versão 9.2. SAS Institute Inc., Cary.



Sbrissia, A. F., 2000. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastagem de *Cynodon* spp: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). 80p. Dissertação de Mestrado.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, s.l., 375 pp.

Taffarel, L. E.; Mesquita, E.E.; Castagnara, D.D. Galbeiro, S., Costa, P. B. e Oliveira, P. S. R., 2016. Tifton 85 grass responses to different nitrogen levels and cutting intervals. *Semina: Ciênc. Agrár.*, 37: 2067-2084.

## **Efeitos do tipo de maternidades na produtividade das porcas e leitões – DualMat vs Maternidades convencionais**

### **The effect of different type of farrowing place on productivity of sows and piglets – DualMat vs conventional farrowing crate**

Sílvia do Vale Brenhas Ferreira<sup>1\*</sup>, Divanildo Outor Monteiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Dep. de Zootecnia, Vila Real, Portugal

\*Autor correspondente: silviaferreira@utad.pt

#### **Resumo**

O presente estudo tem como principal objectivo avaliar o efeito de dois tipos de maternidades nas performances de porcas e leitões. Compararam-se maternidades convencionais com um modelo novo de maternidades - DualMat, projectado pela autora, em que a porca pode estar confinada ou solta de acordo com os critérios do produtor. Neste estudo foram avaliadas 48 porcas (e os seus leitões) durante e após a lactação. Destas porcas, 24 estavam alojadas em maternidades convencionais e as restantes 24 nas maternidades DualMat. Os principais índices avaliados foram a ingestão média diária de alimento das porcas (IMD), o ganho médio diário dos leitões (GMD) durante a lactação e na recria, a condição corporal (CC) e espessura de gordura dorsal das porcas (EGD) e a mortalidade dos leitões na maternidade. Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) no GMD dos leitões na maternidade entre os 14 e os 28 dias, na IMD das porcas entre os 21 e 28 dias, no peso dos leitões na recria nos dias 31 e 35, no GMD dos leitões na recria entre os 28 e 31 dias e também entre os 28 e 35 dias de idade dos mesmos. À excepção da mortalidade, em todos estes parâmetros, os valores foram favoráveis aos animais alojados nas maternidades DualMat.

**Palavras-Chave:** bem-estar, jaulas de parto, lactação, leitões, performance, porcas

#### **Abstract**

The present study aims to evaluate the effect of two types of farrowing crates on the performance of sows and piglets. Conventional farrowing crates were compared with a new model - DualMat, projected by the author, in which the sow may be confined or released according to the criteria of the producer. In this study several technical parameters were analyzed in 48 sows (and their piglets) during and after lactation. From these sows, 24 were

housed in farrowing crates and the remaining 24 in the DualMat pens. The main evaluated rates were sows' average daily feed intake (ADI), piglets average daily gain (ADG) during lactation and rearing, sows body condition (BC) and dorsal fat thickness (DFT) and piglets mortality between the different farrowing places. Significant differences ( $P < 0.05$ ) were verified in piglets ADG in the new farrowing pens between the 14th and 28th days, in sows ADI between the 14th and 28th days and also between the 21st and 28th days, piglets weight at 31st and 35th days post-weaning, piglets ADG in rearing between the 28th and 31st days and also between the 28th and 35th days old. The parameters, where differences were observed, indicated best values to the animals housed in the new farrowing pens - DualMat. We believe that the DualMat pens prototype designed by us proved to be able to meet the defined objectives and allowed us to draw important conclusions for future decision-making in the pig sector.

**Key words:** farrowing pens, lactation, performance, piglets, sows, welfare

## **Introdução**

Durante a última década, tem havido uma preocupação constante com os sistemas de alojamento para as porcas, devido a questões diretamente relacionadas com o seu bem-estar enquanto estão confinadas numa jaula de parto (Marchant-Forde, 2011).

A jaula de parto é utilizada para restringir fisicamente os movimentos da porca e assim tentar reduzir o número de leitões mortos por esmagamento e outras causas diretamente relacionadas com a porca (Skorupski, 2001). No entanto, este tipo de restrição não permite que a porca expresse comportamentos associados ao momento do parto como a construção de ninho, isolamento, entre outros (Baxter *et al.*, 2011; Hales *et al.*, 2015). O impacto negativo das jaulas de parto no bem-estar da porca tem levado ao desenvolvimento de sistemas alternativos em que a porca pode estar solta na maternidade (Baxter *et al.* 2012). No entanto, a variabilidade e inconsistência dos resultados produtivos dos animais nestes sistemas faz com que a sua comercialização ainda seja limitada (Baxter *et al.*, 2012). Para além disso, a construção de um ambiente adequado para um lugar de maternidade é um dilema contínuo, sendo necessário compatibilizar as necessidades do leitão com as da porca e as do produtor, durante as principais fases: a construção do ninho, o parto e a lactação (Baxter *et al.*, 2011). As principais dificuldades surgem na resolução dos vários conflitos de interesse entre estas três partes (por

exemplo porca vs produtor: espaço necessário para construção do ninho vs espaço necessário para maximizar a quantidade de porcas por sala de maternidade) (Baxter *et al.*, 2011).

Durante a lactação o total de perdas de leitões, em relação ao total de nascidos vivos, pode variar entre 12 e 30%, estando as principais causas de mortalidade relacionadas com o esmagamento e fome (Ferreira *et al.* 2004; Marchant *et al.* 2000). Cerca de 50 a 60 % das mortes ocorrem nos dois primeiros dias após o parto, indicando que os leitões necessitam de algum tipo de protecção neste período (Marchant *et al.* 2000; Andersen *et al.* 2005; Hales *et al.* 2015). Como tal, a restrição das porcas no início da lactação (do dia do parto até 4 dias após o parto) pode reduzir a mortalidade dos leitões, quando comparado com sistemas em que a porca está sempre solta (Moustsen *et al.* 2013). Assim, o desafio é resolver os possíveis conflitos entre necessidades da porca e leitões e projectar um sistema que maximize o bem-estar dos animais e a produtividade.

O aumento da prolificidade nas porcas veio agravar o problema uma vez que o maior número de leitões por ninhada levou a uma redução do peso ao nascimento (Abrahão, *et al.* 2004). Por outro lado, as porcas tornaram-se maiores nos últimos 15 anos, o que leva, em muitos casos, a que o tamanho das jaulas não seja suficientemente grande para alojar a porca e os leitões até às 4 semanas de vida (Pedersen *et al.* 2013).

Sendo assim, este trabalho surgiu tendo como objectivo avaliar o efeito das instalações de maternidade nas performances e produtividade dos animais, desde o momento do parto até ao desmame (porcas e leitões), e ainda do desmame até aos 70 dias de idade no caso dos leitões, comparando maternidades convencionais (com contenção permanente da porca) com as maternidades DualMat, projetadas pela autora, em que a porca pode estar confinada a uma jaula (com o mesmo tipo de contenção das maternidades convencionais) ou, por outro lado, pode estar solta dentro do lugar de maternidade (a partir do dia em que o produtor desejar).

## **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado numa exploração de multiplicação de suínos com um efectivo total de cerca de 350 porcas reprodutoras e 2280 leitões em recria (Caldas da Rainha, Portugal). As porcas reprodutoras apresentavam no seu genótipo (valores estimados) 44% Landrace, 6% Meishan, 25% Large White e 25% Piétrain e os varrascos terminais eram 100% Piétrain. Foram recolhidos dados de produtividade referentes a 48 porcas. Não foi utilizada no estudo nenhuma

porca primípara e a média de número de partos total foi de 3,5 (mínimo 2º parto e máximo 6º parto).

A alimentação no sector das maternidades dividiu-se em alimentação das porcas e alimentação dos leitões (e fornecimento de água). Os alimentos foram fornecidos por uma empresa comercial. As porcas foram alimentadas três vezes por dia, excepto aos sábados e domingos em que foram alimentadas apenas duas vezes. Todo o alimento fornecido às porcas foi pesado com uma balança digital portátil. No que diz respeito à alimentação dos leitões, a partir do décimo dia de vida, foi fornecido em comedouros de primeira idade um alimento pré-starter. Este alimento era renovado duas vezes por dia (depois da alimentação das porcas) e a quantidade fornecida ia aumentando gradualmente de acordo com o desenvolvimento e a ingestão dos leitões. Aos leitões era também fornecida água, também em bebedouros de primeira idade, desde o primeiro dia de vida, sendo também esta renovada duas vezes por dia (simultaneamente à renovação do alimento). Nas maternidades DualMat os comedouros de primeira idade foram colocados no ninho, em frente ao comedouro da porca enquanto nas maternidades convencionais estes foram colocados na parte traseira das maternidades, do lado oposto ao ponto de aquecimento.

A alimentação no sector de recria foi realizada de forma manual desde o dia do desmame até ao 35º dia de idade dos leitões e a partir daí o alimento foi distribuído de forma automática, sempre em sistema *ad libitum*.

As porcas foram transferidas do sector de gestação para o sector de maternidades aproximadamente 5 dias antes da data prevista para o parto para que se adaptassem às condições das salas, às jaulas e ao modo de alimentação. O acompanhamento dos partos foi efectuado sempre que estes ocorriam durante o dia. A intervenção, quando necessária foi realizada avaliando a desobstrução do canal de parto e/ou através de administração de oxitocina. No decurso dos partos, foi anotado na ficha de cada porca, o número de leitões nascidos (vivos, mortos, mumificados) e a que horas foram realizadas essas contagens.

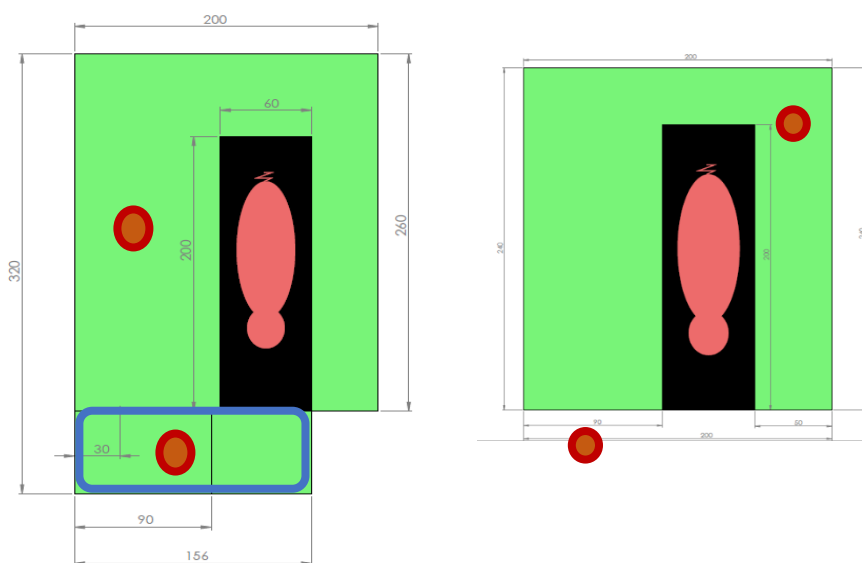
Passadas aproximadamente 24 horas após o parto (depois de os leitões ingerirem o colostro da sua progenitora), as ninhadas foram homogeneizadas, tanto em número (13 leitões por ninhada) como em tamanho dos leitões. Todos os leitões nascidos vivos foram identificados com um brinco numerado e cada tratamento tinha uma cor de brinco diferente. Até ao dia do desmame, todas as ninhadas e suas progenitoras foram observadas diariamente. Caso fosse detectado

algum animal ou ninhada com problemas como diarreia, ou outros, os animais identificados eram tratados o mais rapidamente possível, de forma adequada ao caso em questão. Passados 28 dias após o parto, foi realizado o desmame dos leitões. Os leitões foram encaminhados para o sector de recria e permaneceram neste sector dos 28 aos 70 dias de idade. Os animais foram divididos de acordo com o seu sexo e tamanho, de forma a homogeneizar o peso médio dos animais presentes em cada parque. Os animais dos diferentes tratamentos foram misturados mas o seu acompanhamento foi possível através da identificação com brincos de cores distintas e respectivos números.

### **Instalações**

Foram utilizadas 3 salas com maternidades DualMat e 3 salas com maternidades convencionais, que constituíram os tratamentos experimentais. Cada sala tinha 6 lugares de maternidade. O controlo das temperaturas em todas as salas de maternidade foi realizado através de sondas associadas a controladores.

As maternidades DualMat (Figura 1A) foram especialmente desenhadas para a realização deste ensaio, uma vez que em Portugal ainda não se comercializam este tipo de maternidades. Ao 4º dia pós-parto, nas maternidades DualMat, a porca é libertada do confinamento da jaula, dispondo da totalidade da área da maternidade e levando a uma diferença substancial no sistema relativamente às maternidades convencionais. Todos os constituintes destas maternidades foram construídos e adaptados tendo em conta o bem-estar dos animais e também o aproveitamento de uma maior área “livre” para os mesmos. As maternidades convencionais (Figura 1B) dispõem de uma área para a porca (correspondente à área da jaula) e de uma área para os leitões, à volta da jaula da porca.



**Figura 1** – A) Maternidades DualMat; B) Maternidades convencionais (cotas em cm)

Por sua vez, as maternidades DualMat são constituídas por uma área para a porca correspondente à área da jaula quando esta está presa e uma área para os leitões (envolvente da jaula mais o “ninho” – Figura 1A). No entanto, uma vez que nestas maternidades a porca pode estar solta, a área que anteriormente pertencia apenas aos leitões, passa também a estar disponível para a porca. Nestas maternidades existe uma área à qual só os leitões têm acesso, denominada de “ninho” (delimitada a azul na Figura 1A), que tem como função não só fornecer um maior conforto térmico e protecção aos leitões, como também facilitar algumas tarefas de maneo, permitindo que os leitões fiquem confinados naquela área, quando necessário.

Quanto ao sector de recria, cada sala era composta por 8 parques (4 com capacidade para 35 animais e 4 com capacidade para 25 animais).

O sistema de ventilação era natural, com controlo manual de janelas, de acordo com a temperatura no interior das salas e idade e peso dos animais. O aquecimento das salas de recria foi feito com lâmpadas de infravermelhos com controlo por sondas.

Utilizaram-se dois tipos de comedouros: “*Maxi prato*” e *tube-o-mat*. Os comedouros “*Maxi prato*” foram utilizados no período em que o alimento era distribuído de forma manual. A sua utilização tinha como objectivo incentivar o aumento de ingestão de alimento pelos leitões numa fase inicial, uma vez que era um local adicional de alimentação disponível. Cada comedouro tipo *tube-o-mat* tinha capacidade para alimentar, no máximo, 50 animais divididos

em dois parques. Sendo assim, nos parques com capacidade para 35 animais existiam dois comedouros para satisfazer as necessidades dos animais. Cada comedouro possuía na base 2 bebedouros tipo chupeta multidireccional, sendo o abeberamento feito no próprio comedouro. São comedouros de alimentação *ad libitum*, ou seja, alimentação não restringida em termos quantitativos.

### **Tratamentos Experimentais**

Foram seguidas 48 porcas (24 réplicas por tratamento - maternidades DualMat ou maternidades convencionais), e respectivas ninhadas. As observações foram realizadas em 4 períodos consecutivos (bandas), num total de 6 porcas por tratamento e banda. As porcas foram distribuídas pelos tratamentos tendo em atenção o número médio de partos.

Os parâmetros analisados em todos os ensaios foram: ingestão das porcas durante o período de lactação (IMD), determinação da espessura da gordura dorsal (EGD) utilizando medição ultrassónica em modo-A (Renco Sono-Grader® Model 2), realizada no ponto P2, e avaliação visual da condição corporal (CC; escala de 1 a 5 pontos) nos dias 3, 14, 21 e 28 dias após o parto, número e sexo dos leitões nascidos: mumificados, mortos, vivos, mortalidade dos leitões durante o período de cria, peso dos leitões ao nascimento (incluindo mumificados e mortos) e peso dos leitões aos 7, 14, 21 e 27 ou 28 dias de idade. Os leitões muito débeis eram retirados da ninhada. Para além dos parâmetros descritos anteriormente, nos dois primeiros grupos de animais de cada tratamento foram também analisados os pesos dos leitões aos 30, 34, 41, 55 e 70 dias de idade e a respectiva mortalidade durante o período de recria.

### **Análise estatística**

Para análise estatística dos dados foi utilizado o *software* estatístico JMP, versão 5.01 (SAS Institute, Cary, NC, USA). Para comparação entre tratamentos foram realizadas análises de variância (ANOVA e ANCOVA). As diferenças foram consideradas significativas para  $P < 0,05$ .



## Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 1 correspondem a indicadores de prolificidade e produtividade obtidos no estudo e não mostram diferenças significativas entre os dois tratamentos.

Tabela 1 - Indicadores de prolificidade e produtividade obtidos no estudo: nados vivos (NV), nascidos mortos (NM) e nascidos mumificados (N mumifi.), número de leitões desmamados (N desm.) e mortalidade ao nascimento (Mortal. Nasc.; %).

	NV	NM	N mumifi.	N desm.
<b>Mat conv. (n=24)</b>	14,2	0,88	<b>0,29</b>	11,8
<b>DualMat (n=24)</b>	14,9	1,58	<b>0,71</b>	11,7
<b>EPM</b>	0,7031	0,2894	0,1409	0,2155
<b>Valor de P</b>	0,4798	0,0902	<b>0,0421</b>	0,6837

Apenas se verificam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o número de leitões nascidos mumificados, sendo este valor superior em 0,42 nascidos mumificados para as maternidades DualMat. O número de leitões nascidos mumificados não nos parece estar relacionado com o tipo de maternidade, pois a mumificação ocorreu antes de as porcas entrarem nas maternidades.

Verifica-se um valor numérico ligeiramente superior de nados vivos nas maternidades DualMat. Os nados mortos (NM) apresentam uma tendência ( $P = 0,0902$ ) para valores superiores na maternidade DualMat. O facto de muitos partos terem ocorrido durante a noite não permitiu determinar as causas que provocaram esta mortalidade. Sabemos, contudo, que o aumento da prolificidade leva a um aumento da mortalidade (Weber *et al.*, 2009). As variações encontradas poderão resultar da reduzida dimensão da amostra, pois os dois tipos de maternidade são semelhantes no que diz respeito ao condicionamento da porca. Apenas ao 4º dia pós-parto é que, nas maternidades DualMat, se liberta a porca, levando a uma diferença no sistema, tal como referido.

Tendo todas as ninhadas sido colocadas com cerca de 13 leitões no 1º dia após o parto verifica-se também que o número de leitões desmamados não diferiu nos dois tratamentos o que mostra que podemos libertar a porca após o quarto dia, mantendo os níveis produtivos.

Na Tabela 2 apresentamos os resultados de mortalidade por esmagamento para diferentes períodos da lactação. A maternidade DualMat mostra uma maior mortalidade por esmagamento

nos períodos 0-72h (porca confinada na cela de parto) e 72h-28 dias (porca livre na maternidade).

Tabela 2 – Mortalidade por esmagamento (expressa em %) em três períodos distintos da lactação (0h-24h período antes do nivelamento das ninhadas; 24h-72h período entre o nivelamento das ninhadas e a abertura das porcas nas maternidades DualMat; 72h-desmame período entre a abertura das jaulas e o desmame).

	<b>0h-24h</b>	<b>24h-72h</b>	<b>72h-desmame</b>
<b>Mat conv.</b>	3,80	1,28	0,97
<b>DualMat</b>	5,75	1,28	2,27

No período total de aleitamento o esmagamento foi a principal causa de mortalidade explicando 54% desta nas maternidades convencionais e 86% nas DualMat. Parece pois haver um aumento da mortalidade por esmagamento, tanto antes como após a abertura da porca.

A Tabela 3 apresenta os valores relativos ao peso dos leitões durante a lactação: dia 1 - nivelamento das ninhadas (P 1 Niv.), dia 3 (P 3), dia 7 (P 7), dia 14 (P 14), dia 21 (P 21) e dia 28 (P 28). O número de animais foi diminuindo ao longo dos dias da lactação devido à mortalidade e a alguns leitões retirados por grande debilidade durante a lactação.

Tabela 3 - Peso dos leitões, em kg, durante a lactação: dia 1 após o parto – nivelamento de ninhadas (P 1 Niv.), dia 3 (P 3), 7 (P 7), 14 (P 14), 21 (P 21) e 28 (P 28) de idade dos leitões.

	<b>P 1 Niv.</b>	<b>P 3 <sup>(1)</sup></b>	<b>P 7 <sup>(1)</sup></b>	<b>P 14 <sup>(1)</sup></b>	<b>P 21 <sup>(1)</sup></b>	<b>P 28 <sup>(1)</sup></b>
<b>Mat. conv.</b>	<b>1,489</b> (n=316)	1,846 (n=309)	2,484 (n=297)	4,129 (n=287)	5,844 (n=279)	7,334 (n=279)
<b>DualMat</b>	<b>1,557</b> (n=313)	1,849 (n=310)	2,463 (n=294)	4,086 (n=283)	5,887 (n=279)	7,541 (n=279)
<b>EPM</b>	0,0186	0,0114	0,0225	0,0491	0,0742	0,0950
<b>Valor de p</b>	<b>0,0102</b>	0,8432	0,5069	0,5359	0,6837	0,1255

<sup>(1)</sup> Como P 1 Niv. apresenta diferenças significativas (P<0,05) entre os tratamentos, este parâmetro foi utilizado como co-variável.

Observando os resultados apresentados verificam-se diferenças significativas no peso dos leitões após o nivelamento das ninhadas. Contudo, esta diferença de pesos entre os leitões dos diferentes tratamentos não deve estar relacionada com o tipo de maternidade uma vez que os animais no dia do nivelamento têm apenas 24 horas de vida. Como o peso no nivelamento das ninhadas apresentou diferenças significativas entre tratamentos, este parâmetro foi utilizado como covariável para determinação dos pesos médios seguintes, uma vez que o peso a uma dada idade influencia os pesos posteriores.

Para as pesagens dos dias 3, 7, 14, 21 e 28 não se verificaram diferenças significativas entre os animais de diferentes tratamentos. Numericamente existe uma diferença de 207g no peso dos leitões no dia do desmame ( $P_{28}$ ;  $P=0,1255$ ), favorável aos animais das maternidades DualMat. Este valor tem importância em termos produtivos, pois poderá ter impacto nas fases seguintes. O peso médio dos leitões ao desmame, 7,334 kg e 7,541 kg, encontra-se próximo dos valores médios da União Europeia, 7,4 kg (BPEX, 2014).

Na Tabela 4 estão apresentados os valores relativos ao ganho médio diário (GMD) dos leitões entre as diferentes pesagens realizadas na fase de lactação.

Tabela 4 - Ganho médio diário (GMD) dos leitões, em kg, em vários períodos durante a lactação.

	<b>GMD 1-7</b>	<b>GMD 1-14</b>	<b>GMD 14-28</b>	<b>GMD 1-28</b>
<b>Mat. conv.</b>	0,159 (n=297)	0,199 (n=287)	<b>0,225</b> <b>(n=279)</b>	0,213 (n=279)
<b>DualMat</b>	0,155 (n=294)	0,195 (n=283)	<b>0,245</b> <b>(n=279)</b>	0,221 (n=279)
<b>EPM</b>	0,0038	0,0038	0,0045	0,0036
<b>Valor de P</b>	0,5069	0,4148	<b>0,0021</b>	0,1221

Os resultados apresentados na Tabela 4 evidenciam diferenças significativas ( $P<0,05$ ) no ganho médio diário dos animais para o período que engloba a terceira e quarta semanas de lactação (GMD 14-28), apresentando maiores valores os leitões das maternidades DualMat. Esta diferença entre tratamentos poderá estar relacionada com uma maior ingestão de alimento por parte da porca (tabela 5) e, conseqüentemente, uma maior produção de leite que tem como consequência um GMD superior dos leitões.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos no estudo para a ingestão média diária de alimento das porcas ao longo das 4 semanas de lactação.

Tabela 5 - Ingestão média diária (IMD) de alimento (em kg) das porcas utilizadas no estudo ao longo das 4 semanas de lactação e ingestão total durante a lactação (ING.).

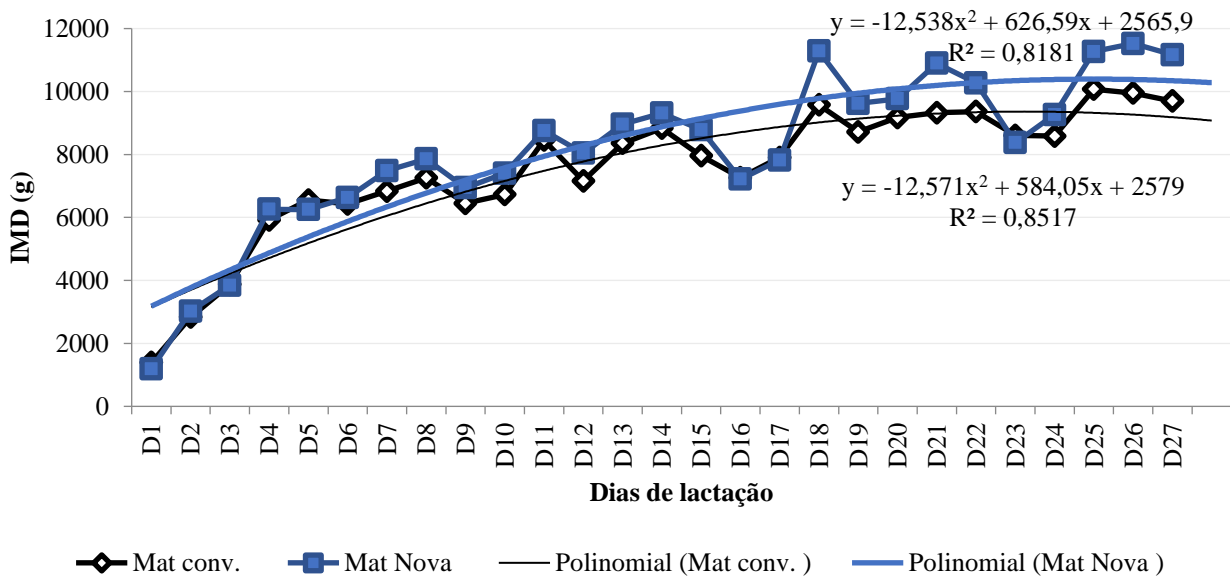
	IMD 1-7	IMD 7-14	IMD 14-21	IMD 21-28	ING. 1-28
<b>Mat. conv.</b> (n=24)	5,137	7,706	8,761	<b>8,603</b>	208,0
<b>DualMat</b> (n=24)	5,319	8,315	9,555	<b>9,479</b>	224,5
<b>EPM</b>	0,214	0,319	0,328	0,274	6,600
<b>Valor de P</b>	0,5509	0,1838	0,0947	<b>0,0291</b>	0,0832

Observando os valores da Tabela 5, existem diferenças significativas entre os tratamentos na última semana de lactação (IMD 21-28), tendo as porcas das maternidades DualMat ingerido em média, diariamente, 876g a mais de alimento em relação às porcas das maternidades convencionais. Para os outros períodos de tempo analisados não se identificam diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, os resultados apresentados na terceira semana de lactação (IMD 14-21) mostram já uma tendência ( $P=0,09$ ) para os animais das maternidades DualMat ingerirem, em média, mais 794g de alimento por dia que os animais das maternidades convencionais.

Durante a fase de lactação, o objetivo é, na maioria das vezes, tentar maximizar a ingestão diária de alimento das porcas na tentativa de minimizar a perda de condição corporal e maximizar a sua produção de leite e conseguir assim um melhor ganho médio diário dos leitões. Sendo assim, neste estudo, quando analisamos o ganho médio diário dos leitões (Tabela 4) verificou-se que havia diferenças significativas ( $P<0,05$ ) entre tratamentos nas duas últimas semanas de lactação, tal como para o valor da ingestão média diária da porca. Então, relacionando estes dois aspetos, podemos pressupor que o aumento da ingestão de alimento pelas porcas a partir da terceira semana de lactação levou a um aumento do ganho médio diário dos leitões nas maternidades novas.

A Figura 2 efectua a modelação dos resultados da ingestão média diária de alimento das porcas em estudo durante todo o período de lactação, excepto o último dia dado que as porcas apenas

ingeriram a refeição da manhã no dia do desmame. Podemos verificar que a ingestão média diária das porcas vai aumentando gradualmente ao longo da lactação, tal como esperado.



**Figura 2** – Ingestão média diária de alimento das porcas durante a lactação (g) e respectivas linhas de tendência.

A Tabela 6 apresenta os valores dos pesos dos leitões durante a fase de recria (do desmame aos 70 dias de idade) nos dias: desmame (P 28), 3 dias após o desmame (P 31), dia 35 (P 35), dia 42 (P 42), dia 56 (P 56) e dia 70 (P 70) de idade dos animais.

Tabela 6 - Pesagens dos leitões (kg), na fase de recria, nos dias 28 (P 28), 31 (P31), 35 (P 35), 42 (P 42), 56 (P 56) e 70 (P 70) de idade dos leitões.

	<b>P 28</b>	<b>P 31</b> <sup>(1)</sup>	<b>P 35</b> <sup>(1)</sup>	<b>P 42</b> <sup>(1)</sup>	<b>P 56</b> <sup>(1)</sup>	<b>P 70</b> <sup>(1)</sup>
<b>Mat. conv.</b> (n=137)	<b>7,56</b>	<b>7,81</b>	<b>8,49</b>	10,49	15,94	24,19
<b>DualMat</b> (n=132)	<b>7,99</b>	<b>7,98</b>	<b>8,66</b>	10,62	16,15	24,14
<b>EPM</b>	0,1306	0,0405	0,0493	0,0788	0,1533	0,2398
<b>Valor de P</b>	<b>0,0187</b>	<b>0,0031</b>	<b>0,0154</b>	0,2239	0,3290	0,8679

Como P 28 apresenta diferenças significativas entre os tratamentos, este parâmetro foi utilizado como co-variável.

Como o peso ao desmame (P 28) apresentou diferenças significativas entre tratamentos, este parâmetro foi utilizado como co-variável para os parâmetros seguintes, pois a diferença inicial de pesos entre os dois tratamentos poderia ter influência nos resultados obtidos.

Para além da diferença entre pesos observada no dia do desmame, verifica-se haver diferenças significativas também nos dias 31 e 35 de idade dos leitões. Em todos os momentos em que se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos, os animais das maternidades novas foram os que apresentaram pesos com valores superiores.

Um dos principais objetivos da produção de suínos é obter um bom peso dos leitões ao desmame, uma vez que este factor é importante para o arranque dos mesmos nos dias seguintes ao desmame e, para além disso, quanto maior o peso ao desmame, menor o tempo que os animais permanecem no sector de engorda e, conseqüentemente, maior rendimento económico e produtivo (Main *et al.*, 2004).

A Tabela 7 apresenta os resultados do ganho médio diário (GMD) dos leitões na recria, divididos em três períodos distintos.

Tabela 7 - Ganho médio diário (GMD), em kg, dos leitões na recria em períodos mais alargados.

	<b>GMD 28-35</b> <sup>(1)</sup>	<b>GMD 35-56</b> <sup>(1)</sup>	<b>GMD 28-70</b> <sup>(1)</sup>
<b>Mat. conv.</b> (n=137)	<b>0,102</b>	0,355	0,382
<b>DualMat</b> (n=132)	<b>0,126</b>	0,357	0,381
<b>EPM</b>	0,0070	0,0059	0,0056
<b>Valor de P</b>	<b>0,0154</b>	0,8129	0,8679

<sup>(1)</sup> Como P 27 apresenta diferenças significativas entre os tratamentos, este parâmetro foi utilizado como co-variável.

Os valores da Tabela 7 mostram um forte decréscimo do crescimento dos leitões na primeira semana quando comparado com o período final de lactação (0,102kg vs. 0,225kg e 0,126kg vs. 0,245kg), respectivamente para as maternidades convencionais e as DualMat. Verificam-se também diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos no período que engloba os dias 28 a 35 (GMD 28-35) de idade dos leitões. Esta diferença entre tratamentos, favorável aos leitões das maternidades DualMat, poderá estar relacionada com o facto de estes animais terem uma maior autonomia ainda durante a fase de lactação que no período inicial da recria, de maior stress para os animais, se pode revelar favorável para o seu desenvolvimento.

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos para a observação da condição corporal nos dias 3 (CC 3), 14 (CC 14), 21 (CC 21) e 28 (CC 28) após o parto.

Tabela 8 - Resultados obtidos nas medições de condição corporal das porcas nos dias 3 (CC 3), 14 (CC 14), 21 (CC 21) e 28 (CC 28) após o parto.

	<b>CC 3</b> <sup>(1)</sup>	<b>CC 14</b> <sup>(1)</sup>	<b>CC 21</b> <sup>(1)</sup>	<b>CC 28</b> <sup>(1)</sup>
<b>Mat. conv.</b> (n=24)	<b>3,5</b>	3,2	3,1	3,0
<b>DualMat</b> (n=24)	<b>3,3</b>	3,2	3,1	2,9
<b>EPM</b>	0,0844	0,0514	0,0430	0,0505
<b>Valor de P</b>	<b>0,0317</b>	0,9677	0,7631	0,1752

<sup>(1)</sup> Como CC 3 apresenta diferenças significativas entre os tratamentos, este parâmetro foi utilizado como co-variável.

As porcas ao parto devem apresentar uma condição corporal média de 3,5, pelo que os resultados apresentados se encontram dentro dos valores ideais (Sanz *et al.*, 2012).

Analisando os resultados apresentados, verifica-se a existência de diferenças significativas entre tratamentos para CC3. Como o valor da condição corporal ao dia 3 apresentou diferenças significativas entre tratamentos, este parâmetro foi utilizado como co-variável para estimativa dos parâmetros seguintes, uma vez que a condição corporal inicial influencia os valores posteriores. Estas diferenças não devem ser atribuídas ao tipo de maternidade em que os animais estiveram alojados visto ser a primeira medição (influenciada por outros factores relacionados com o período de gestação). Nas restantes medições efectuadas não se observam diferenças significativas entre tratamentos.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos no estudo referentes à medição (em mm) da espessura de gordura dorsal (EGD), no ponto P2, das porcas utilizadas no estudo, nos mesmos momentos da avaliação da condição corporal por observação e palpação: dias 3, 14, 21 e 28 após o parto.

Tabela 9 - Valores de espessura de gordura dorsal (EGD), em mm, ao dia 3 (EGD 3), 14 (EGD 14), 21 (EGD 21) e 28 (EGD 28) após o parto, das porcas utilizadas no estudo.

	<b>EGD 3</b>	<b>EGD 14</b>	<b>EGD 21</b>	<b>EGD 28</b>
<b>Mat. conv.</b> (n=24)	15,5	14,6	13,7	14,0
<b>DualMat</b> (n=24)	15,6	14,2	13,4	12,8
<b>EPM</b>	0,8153	0,7123	0,6274	0,6443
<b>Valor de P</b>	0,9713	0,6832	0,7089	0,1913

Analisando os dados da tabela, verifica-se que não existem diferenças estatísticas entre os tratamentos. De notar que, segundo Sanz *et al.* (2012) é aconselhável que as porcas entrem para a maternidade com 18 a 20mm de espessura de gordura dorsal. No entanto, na avaliação dos valores de espessura de gordura dorsal obtidos com o “Renco” para os animais deste estudo, não nos devemos basear em valores padrão utilizados para porcas LW x LR, uma vez que as porcas desta exploração, na sua genética possuem uma percentagem considerável de Piétrain. Sendo assim, estas porcas não apresentam valores tão elevados de EGD uma vez que a sua genética compromete a deposição de reservas.



## **Conclusões**

Os resultados apresentados anteriormente mostram que o facto de podermos libertar as porcas nas maternidades DualMat a partir do 4º dia após o parto e, aparentemente melhorando as suas condições de bem-estar, comporta apenas melhorias marginais em alguns parâmetros.

A mortalidade dos leitões foi superior nas maternidades DualMat nas primeiras 24 horas após o parto. Os leitões nas maternidades novas apresentam um GMD superior aos animais alojados nas maternidades convencionais na terceira e quarta semana de lactação assim como na fase seguinte, dos 28 aos 35 dias de idade.

As porcas alojadas nas maternidades novas apresentaram, na terceira e quarta semanas de lactação, uma IMD superior às porcas nas maternidades convencionais, o que, pelos resultados obtidos nos GMD dos leitões e no facto de não existirem diferenças significativas na CC e EGD dos animais, o que se mostra positivo.

Os custos inerentes aos dois tipos de maternidade são substancialmente diferentes. As maternidades convencionais têm um custo de cerca de 600€ enquanto as maternidades novas têm um custo aproximado a 950€, por unidade. Esta diferença de custos agrava-se ainda mais com o aumento da área disponível por maternidade.

Assim, consideramos que o protótipo de maternidade DualMat por nós projetado deverá ser objecto de mais estudos que visem aprofundar o conhecimento sobre os seus efeitos nas performances produtivas nas porcas e nos leitões, tanto no período de lactação e recria como também na engorda. A avaliação da produtividade de um grande número de animais é essencial para a implementação de qualquer sistema novo que possa ter impacto na produtividade dos animais e, conseqüentemente um elevado impacto económico nas explorações.

## **Bibliografia**

Abrahão, A. *et al.*, 2004. Causas de mortalidade de leitões neonatos em sistema intensivo de produção de suínos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 41(2), pp.86–91.

Baxter, E. M., Lawrence, A. B., e Edwards, S. A., 2012. Alternative farrowing accommodation: welfare and economic aspects of existing farrowing and lactation systems for pigs. *Animal*, 6(01), 96-117.

Baxter, E. M., Lawrence, A. B., e Edwards, S. A., 2011. Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *Animal*, 5 (04), 580-600.

BPEX, 2014. The BPEX Yearbook 2013-2014. , p.99. Disponivel em: [www.bpex.org.uk](http://www.bpex.org.uk).

Cozler, Y., Guyomarc'H, C., Pichodo, X., Quinio, P. e Pellois, H., 2002. Factors associated with stillborn and mummified piglets in high-prolific sows. *Animal Research*, 51(Anim. Res.), pp.261–268.

Ferreira. A. A., Vianna, W. L., de Oliveira, L. F., Carvalho, S., Moretti, A. D. S. A., e Paulista, J. S., 2004. Causas de mortalidade de leitões neonatos em sistema intensivo de produção de suínos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 41, 86-91.

Hales, J., Moustsen, V. A., Nielsen, M. B. F. e Hansen, C. F., 2015. Temporary confinement of loose-housed hyperprolific sows reduces piglet mortality 1. *Journal of Animal Science*, pp.4079–4088.

Main, R., Dritz, S., Tokach, M., Goodband e R., Nelssent, J., 2004. Increasing weaning age improves pig performance in a multisite production system. *Journal of Animal Science*, 82, pp.1499–1507.

Marchant, J. N., Rudd, A. R., Mendl, M. T., Broom, D. M., Meredith, M. J., Corning, S. e Simmins, P H, 2000. Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Veterinary Record*.

Marchant-forde, J.N., 2011. Welfare of Sows and Piglets at Farrowing, Swine Welfare Factsheet, pp.1-3

Moustsen, V. A., Hales, J., Lahrmann, H. P., Weber, P. M. e Hansen, C. F., 2013. Confinement of lactating sows in crates for 4 days after farrowing reduces piglet mortality. *Animal*, pp.648–654.

Nuñez, M., Flores, G. e Rutlant, W., 2012. Avaliação da condição corporal da porca. Disponível em: [https://www.3tres3.com.pt/alimentacao\\_porca/avaliac%C3%A3o-da-condic%C3%A3o-corporal-da-porca\\_6404/](https://www.3tres3.com.pt/alimentacao_porca/avaliac%C3%A3o-da-condic%C3%A3o-corporal-da-porca_6404/).

Pedersen, L.J., Malmkvist, J. e Andersen, H.M.L., 2013. Housing of sows during farrowing: a review on pen design, welfare and productivity. , 2, pp.190–200.

Skorupski, M., 2001. Use of Farrowing Crates During Farrowing and Lactation (Literature Review). Monogastric Research Centre.

Weber, R., Keil, Nina M., Fehr, Max. e Horat, René., 2009. Factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science*, 124(1–3), pp.216–222.

## Otimização de técnicas de produção de rotíferos *Brachionus plicatilis*<sup>1</sup>

Sofia Coelho Botelho<sup>1\*</sup>, Hugo Batista<sup>2</sup>, Margarida Ferreira<sup>2</sup>, José Júlio Gonçalves Barros Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade De Trás-Os-Montes E Alto Douro, Vila Real, Portugal.

<sup>2</sup> Oceanário de Lisboa, Portugal.

\*Autor correspondente: sbotelho@utad.pt

### Resumo

Os rotíferos são amplamente utilizados em aquicultura como primeiro alimento para os estágios larvares de peixes e crustáceos, em especial devido ao seu tamanho reduzido (130-320 µm), à baixa mobilidade, ao valor energético e à possibilidade de manipular artificialmente o seu valor nutricional. Estes invertebrados alimentam-se por filtração de vários organismos e partículas, tais como microalgas, protozoários, bactérias, matéria orgânica morta e dietas comerciais. Para a sua utilização em aquicultura, a sua principal fonte de alimento são as microalgas. Estas podem ser fornecidas em fresco, concentradas, liofilizadas ou congeladas. Uma outra forma de os alimentar consiste no fornecimento de alimentos comerciais, cuja composição consiste em nutrientes essenciais para o crescimento de larvas de peixe marinhos. Este ensaio teve como objetivo verificar em que condições de temperatura (20 e 25°C), salinidade (16 e 32 ppm) e alimento (microalgas *Nannochloropsis sp.* e *Isochrysis sp.* e o alimento comercial Easy DHA Selco<sup>®</sup>) a cultura de rotíferos (*Brachionus plicatilis*) se desenvolveria de forma mais favorável. Verificou-se que o melhor crescimento da cultura de rotíferos foi conseguido com o fornecimento de *Nannochloropsis sp.*, a uma temperatura de 25°C e salinidade de 16 ppm, sendo que os resultados menos favoráveis foram observados com a utilização de Easy DHA Selco<sup>®</sup>, a 25°C e salinidade 16 ppm (P<0,0001).

**Palavras-chave:** *Brachionus plicatilis*, alimento, crescimento populacional, salinidade, temperatura

## **Abstract**

Rotifers are widely used in aquaculture as the first feed for fish and crustacean larval stages, especially due to their small size (130-320 µm), low mobility, energetic value and the possibility of artificial manipulation of their dietary value. These invertebrates feed by filtration of several organisms and particles, such as microalgae, protozoa, bacteria, dead organic matter and artificial diets. For its use in aquaculture, their main food source is usually microalgae. Another way of feeding rotifers consists on the supply of artificial diets, such as Easy DHA Selco<sup>®</sup>, which contains several essential nutrients for the proper development of the marine fish larvae. Experiments were conducted in order to evaluate in which conditions of temperature (20 and 25°C), salinity (16 and 32 ppm) and food (microalgae *Nannochloropsis sp.* and *Isochrysis sp.*, and artificial diet Easy DHA Selco<sup>®</sup>) the culture of rotifers (*Brachionus plicatilis*) would develop in the most favorable way. The results show that the best development of this culture was obtained with the supply of *Nannochloropsis* at the temperature of 25°C and 16 ppm of salinity, being that the least favorable development of the culture was registered with the use of Easy DHA Selco<sup>®</sup>, at 25°C and 16 ppm (P<0.0001).

**Keywords:** *Brachionus plicatilis*, food, populations growth, salinity, temperature

## Introdução

Os pioneiros na utilização do rotífero *Brachionus plicatilis* como alimento vivo foram anguicultores japoneses (Ito, 1960). Após esta descoberta, a aquicultura sofreu um grande desenvolvimento (Protella *et al.*, 1997), sendo os rotíferos amplamente utilizados como primeiro alimento vivo para os estágios iniciais larvares de inúmeros peixes, crustáceos e moluscos (Watanabe, 1985; Hagiwara *et al.*, 2001; Ando *et al.*, 2004; Cheng *et al.*, 2004; Kotani *et al.*, 2009; Seychelles *et al.*, 2009; Jeeja *et al.*, 2011), tornando possível, por sua vez, a produção em massa de larvas de peixe (Watanabe, 1985).

Os rotíferos são considerados um alimento ideal devido ao seu tamanho (130-320  $\mu\text{m}$ ), natureza planctônica, intervalo entre gerações curto e taxas produtivas elevadas, características adequadas para a produção em massa (sob condições controladas), elevada capacidade de crescimento e de reprodução em culturas de elevada densidade, relativa baixa mobilidade, valor calórico adequado e a possibilidade de manipular artificialmente a sua qualidade nutricional (Watanabe *et al.*, 1983; Lubzens, 1987; Fielder *et al.*, 2000; Dhert *et al.*, 2001; Seychelles *et al.*, 2009; Jeeja *et al.*, 2011; Yin *et al.*, 2013). Para além disso, em muitas espécies de peixes, as presas vivas são preferidas ao alimento inerte devido à sua capacidade de se deslocarem na coluna de água, apelando ao instinto predatório das larvas e estando constantemente disponíveis para estas (Conceição *et al.*, 2010). A adequação do tamanho da presa ao tamanho da boca do predador é de extrema importância, tornando a seleção da estirpe de organismo a utilizar um dos parâmetros mais importantes na cultura de rotíferos (Lubzens, 1987; Lucas e Southgate, 2012; Dhont *et al.*, 2013). Por tudo isto, os rotíferos são considerados um primeiro alimento excepcional para larvas de peixes (Howell, 1973; Lubzens, 1987; Dhont *et al.*, 2013). No entanto, apesar destes organismos serem resistentes e a sua cultura em grande escala ser fácil (Lucas e Southgate, 2012), também é laboriosa, intensiva e algo delicada, visto poderem ocorrer ocasionais contaminações das culturas que acabam por levar ao seu colapso (Dhont *et al.*, 2013).

O cultivo de rotíferos nas maternidades de peixes, moluscos e crustáceos continua a ser um processo dispendioso, em muitos casos ainda constituindo um dos fatores limitantes da industrialização do processo de larvicultura (Coutteau e Sorgeloos, 1997; Suantika *et al.*, 2000). O fornecimento de rotíferos em quantidade adequada durante as épocas cruciais, aquelas em que existe uma grande quantidade de larvas, é um dos principais problemas em muitos tipos de produção em aquicultura (Lubzens, 1987), forçando as maternidades a manter várias culturas de rotíferos, para além de culturas de reserva (Candrea *et al.*, 1996; Suantika *et al.*, 2000;

Hagiwara *et al.*, 2001). Uma vez que os rotíferos se alimentam por filtração e a sua dieta natural consiste numa variedade ampla de bactérias, protozoários, detritos, fitoplâncton (microalgas) e/ou zooplâncton de menor tamanho (Rezeq e James, 1987; Omori e Ikeda, 1994; Øie e Olsen, 1997; Jeeja *et al.*, 2011), o alimento fornecido é um fator determinante para o crescimento da cultura, afetando a qualidade nutricional dos rotíferos, revelando-se assim essencial para a sobrevivência e ótimo crescimento das larvas de peixes, crustáceos e moluscos (Lubzens, 1987; Szyper, 1989; Jeeja *et al.*, 2011).

O presente trabalho teve como finalidade testar o efeito na densidade de cultivo de *Brachionus plicatilis* no tempo com a manipulação de fatores: abióticos, temperatura (20°C e 25°C) e salinidade (16 ppm e 32 ppm); e bióticos, nomeadamente a fonte de nutrição, com microalgas (*Nannochloropsis* e *Isochrysis*) e a preparação comercial Easy DHA Selco®.

## Materiais e Métodos

Todos os ensaios tiveram a duração de 5 dias e foram iniciados com rotíferos provenientes do stock do Oceanário de Lisboa, a uma densidade média de 40 rotíferos/ml. Cada cultura de rotíferos foi mantida num gobelé, com o volume inicial de 1 litro, o qual foi colocado dentro de um banho-maria com recirculação de água. Para cada alimento foram utilizados 2 banhos-maria, programados para cada uma das temperaturas em avaliação. Dentro da cada banho-maria foram colocados 5 gobelés de cada uma das salinidades em estudo. As culturas foram mantidas utilizando um sistema “*Modified batch culture*” com recurso à adição diária de 100 ml de alimento, acrescentados ao volume inicial. Desta forma, cada um dos três alimentos foi testado em quintuplicado, tendo sido avaliados os efeitos das várias combinações possíveis de temperatura e salinidade de acordo com o esquema da figura 1.

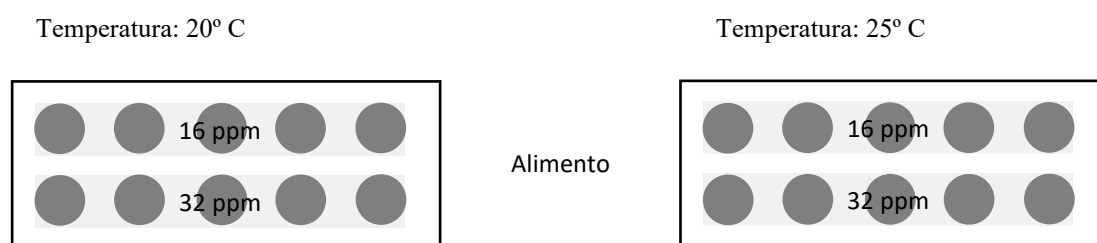


Figura 1: Montagem experimental para cada um dos alimentos.

A contagem dos rotíferos foi realizada diariamente, sendo que os primeiros a ser contados foram os de salinidade mais alta, tendencialmente sempre à mesma hora. Tendo em conta o

número de rotíferos obtidos na contagem de cada dia, o alimento era preparado de acordo com as recomendações dos fabricantes e fornecido uma vez por dia, sensivelmente à mesma hora. Antes do fornecimento, o alimento foi diluído em água com a salinidade correspondente.

Previamente à recolha das amostras para contagem, era realizada uma cuidadosa agitação do conteúdo do gobelé, com o auxílio da vareta de arejamento. Seguidamente eram retiradas três amostras, de 3 ml cada, em três locais diferentes da coluna de água. O processo de contagem dos rotíferos foi realizado em amostras individuais (1 ml). Essa amostra foi colocada numa placa de petri com uma malha no fundo por forma a facilitar a contagem com uma lupa eletrónica.

#### ***Nannochloropsis sp; concentrado vivo PhytoBloom green formula®***

Este é um alimento comercial fabricado pela empresa Necton SA. Após a abertura da embalagem foi mantido no frigorífico, entre 0 e 4°C. A quantidade deste alimento a distribuir foi calculada de acordo com as instruções do fabricante e dependendo da densidade de rotíferos existentes (Tabela 1).

#### ***Isochrysis sp. PhytoBloom prof®***

Outro dos alimentos utilizados foi o produto comercial “*Isochrysis sp. PhytoBloom prof®*”, da Necton, composto pela microalga *Isochrysis*, liofilizada.

Foram realizados os cálculos para determinar a quantidade de microalga a ser utilizada, tendo em conta a tabela 1, de acordo com as recomendações do fabricante e a quantidade de rotíferos presente na cultura.

Tabela 1: Quantidade de alimento “*Nannochloropsis sp. concentrado vivo PhytoBloom green formula®*” (PhytoBloom 2013a) e “*Isochrysis sp. PhytoBloom prof®*” (PhytoBloom 2013b) fornecidos tendo em conta o número de rotíferos.

	PhytoBloom Green Formula	PhytoBloom Prof
Dia 0	2,5 ml/10 <sup>6</sup> rotíferos	1 – 1,2 g/10 <sup>6</sup> rotíferos
Dia 1 a 7	1 – 1,5 ml/10 <sup>6</sup> rotíferos	0,25 – 0,3 g/10 <sup>6</sup> rotíferos



### ***Easy DHA Selco®***

O terceiro alimento testado foi o “Easy DHA Selco®”, tendo sido oferecido nas quantidades descritas na tabela 2. Foram utilizadas as concentrações referentes ao produto comercial “DHA Protein Selco®” visto não terem sido encontradas recomendações do fabricante relativamente à quantidade recomendada de “Easy DHA Selco®” para rotíferos. De referir ainda que este produto foi formulado para enriquecimento nutricional de *Artemia salina*.

Tabela 2: Quantidades de “DHA Protein Selco®” a fornecer em função do número de rotíferos/ml da cultura (adaptado Moretti *et al.*, 1999).

Passos	Idade (dias)	Rotíferos/ml	Taxa de alimentação diária (g/10 <sup>6</sup> rotíferos)
Inoculação	0	200	0,55
	1	250	0,44
	2	350	0,34
Enriquecimento	3	450	0,31
Colheita	4	600	

### ***Análise estatística***

A análise estatística foi realizada pelo programa JMP-SAS (versão 5.1; SAS Institute Inc. Cary, NC, USA), com recurso a ANOVA multifatorial tendo em conta os efeitos da alimentação, temperatura e salinidade. Foi realizada a comparação de médias através do teste de Tukey HSD (Tukey-Kramer Honestly Significant Difference).

### **Resultados e Discussão**

Nas tabelas 3 e 4 são apresentados, respetivamente, os resultados dos valores obtidos na análise descritiva e de comparação de médias e os efeitos da temperatura (20 e 25° C), salinidade (16 e 32 ppm) e dos diferentes alimentos testados: “*Nannochloropsis sp. concentrado vivo PhytoBloom green formula®*” (Nanno), “*Isochrysis sp. PhytoBloom prof®*” (Iso) e “*Easy DHA Selco®*” (Selco®).

Tabela 3: Média dos mínimos quadrados, desvio padrão, mínimo, máximo e coeficiente de variação para o número de rotíferos por alimento, temperatura e salinidade.

Temperatura (°C)	Salinidade (ppm)	Alimento														
		Iso					Nanno					Selco®				
		MNQ	dp	Min	Máx	CV (%)	MNQ	dp	Min	Máx	CV (%)	MNQ	dp	Min	Máx	CV (%)
20	16	58,1	16,0	8	94	27,6	77,6	37,3	8	165	48,1	48,6	15,9	18	102	32,6
	32	41,1	9,6	7	74	23,2	48,2	19,9	14	101	41,3	33,5	11,6	6	67	34,5
25	16	62,0	19,7	29	114	31,8	107,0	56,2	34	258	52,5	23,0	12,2	4	48	53,1
	32	48,9	11,0	20	81	22,5	72,3	31,6	17	151	43,8	38,2	8,5	21	69	22,2

Iso – Isochrysis sp. PhytoBloom prof®; Nanno – Nannochloropsis sp. concentrado vivo PhytoBloom green formula®; Selco®- Easy DHA Selco® MNQ – Média dos mínimos quadrados; dp- desvio padrão; Min - mínimo; Máx - máximo

Tabela 4: Efeito dos diferentes tratamentos sobre a concentração de rotíferos (por ml de solução).

Efeitos	[Rotíferos]	SEM	P
<b>Alimento</b>			
Nanno	76,28 <sup>a</sup>	1,43	<0,0001
Iso	52,53 <sup>b</sup>		
Selco®	35,84 <sup>c</sup>		
<b>Temperatura (°C)</b>			
25	58,59 <sup>a</sup>	1,17	<0,0001
20	51,18 <sup>b</sup>		
<b>Salinidade (ppm)</b>			
16	62,72 <sup>a</sup>	1,17	<0,0001
32	47,04 <sup>b</sup>		

Em cada coluna, médias com índices diferentes representam valores significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ). SEM-standard error of the mean.

Verificou-se a existência de um efeitos altamente significativos ( $P < 0,0001$ ) dos vários tratamentos (alimento, temperatura e salinidade) sobre a concentração de rotíferos por ml.

Nos vários alimentos testados, o Nanno foi aquele que apresentou melhores resultados, com uma densidade média de 76,28 rotíferos/ml. O alimento que apresentou piores resultados foi o Selco®, com uma densidade média de 35,84 rotíferos/ml. Estes resultados foram similares aos encontrados por Suchar e Chigbu (2006) que observaram a existência de um efeito altamente significativo ( $P < 0,001$ ) na utilização de diferentes microalgas marinhas (*Nannochloropsis oculata* e *Isochrysis galbana*, entre outras) sobre o número final de rotíferos e a taxa de crescimento populacional do rotífero marinho *Colurella dicentra*. No mesmo estudo, os segundos melhores resultados foram obtidos com a microalga *Nannochloropsis* com resultados superiores aos obtidos com *Isochrysis galbana* ( $P = 0,05$ ; Suchar e Chigbu, 2006). Viayah e Mohammadi (2015) testaram o efeito de diferentes microalgas (*Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis*, e *Scenedesmus*) sobre a densidade populacional de duas estirpes de rotíferos verificando a existência de efeitos altamente significativos ( $P < 0,0001$ ) relacionados com o tipo de microalga fornecida. Utilizando outro tipo de alimento vivo,

Rajthilak *et al.* (2014) analisaram o efeito da utilização das microalgas *Isochrysis galbana* e *Nannochloropsis salina* no crescimento populacional de copépodes (*Nitokra affinis*), relatando a existência de um efeito altamente significativo ( $P < 0,001$ ) sobre o crescimento populacional da espécie.

Relativamente à influência das temperaturas testadas sobre a concentração de rotíferos, verificou-se que estas exerceram um efeito altamente significativo ( $P < 0,0001$ ), tendo os melhores resultados sido obtidos com a temperatura de 25° C (58,6 rotíferos/ml), comparativamente aos registados para a temperatura de 20°C (51,2 rotíferos/ml). Resultados similares foram obtidos por Altaff e Janakiraman (2015) quando testaram o efeito de diferentes temperaturas (26 e 31°C) na densidade de rotíferos, tendo verificado que existia um efeito altamente significativo ( $P < 0,001$ ) deste parâmetro da água com obtenção de melhores crescimentos a temperaturas mais baixas (26°C). Walczyńska e Serra (2014) obtiveram resultados semelhantes sendo que, no seu estudo, o número de rotíferos foi mais elevado a 25°C (média de 1.204,7 rotíferos/50 ml) do que a 20°C (média de 421 rotíferos/50 ml). Já Jing *et al.* (2014), reportaram a ocorrência de um efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da temperatura sobre a densidade, crescimento populacional e *ratio* de ovos (ovos/rotífero) em *Brachionus plicatilis*. Nesse estudo foi também apontada a temperatura de 25°C (de entre 20, 25 e 30°C) como sendo aquela que originou os melhores resultados. No entanto, Bosque *et al.* (2001), num estudo relativo ao efeito da temperatura (20 e 25°C) sobre o tempo de vida e o número de descendentes por fêmea do rotífero marinho *Synchaeta littoralis*, embora tenham observado a ocorrência de um efeito altamente significativo ( $P < 0,0001$ ), os melhores resultados foram observados a 20°C. Rajthilak *et al.* (2014), num estudo com copépodes *Nitokra affinis*, constataram que a temperatura teve um efeito altamente significativo no crescimento populacional ( $P < 0,001$ ) sendo que, nas várias temperaturas estudadas (15, 20, 25, 30 e 35°C), os melhores resultados obtidos foram a 30° C e os piores a 15° C.

No que respeita à influência da salinidade, esta teve um efeito muito significativo ( $P < 0,001$ ) sobre o número de rotíferos, tendo sido obtidos os melhores resultados com uma salinidade de 16 ppm (62,7 rotíferos/ml), comparativamente aos obtidos com a salinidade mais elevada (32 ppm; 47,0 rotíferos/ml). Estes resultados estão em linha com os observados por Cheng *et al.* (2011) que, trabalhando com outra espécie de rotíferos, *Brachionus rotundiformis*, mas com condições de cultura ligeiramente diferentes (28°C, alimentados com *Isochrysis galbana* e com salinidades de 5, 10, 20 e 30 ppm), também verificaram que a salinidade afetava de forma altamente significativa ( $P < 0,001$ ) a taxa de crescimento das culturas. Também Bosque *et al.* (2001) estudaram o efeito da salinidade (25, 30 e 35 ppm) sobre o tempo de vida e o número de descendentes por fêmea do rotífero marinho

*Synchaeta littoralis*, verificando que esta teve um efeito altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) em ambas as variáveis tendo sido registado um aumento em ambos os parâmetros produtivos com a diminuição da salinidade do meio.

Da análise estatística dos resultados foi observada a existência de interações altamente significativas que se apresentam na tabela 5.

Tabela 5: Interações entre alimento, temperatura e salinidade.

Efeitos	P
Alimento*Temperatura	<0,0001
Alimento*Salinidade	<0,0001
Temperatura*Salinidade	0,0037
Alimento*Temperatura*Salinidade	<0,0001
	SEM
Alimento*Temperatura	2,03
Alimento*Salinidade	2,03
Temperatura*Salinidade	1,66
Alimento*Temperatura*Salinidade	2,87

Na figura 2 são apresentados os dados referentes às interações entre o tipo de dieta e a temperatura da água. com registo de , tendo-se esta revelado altamente significativa. É possível observar que esta interação foi particularmente positiva ( $P < 0,0001$ ) quando foi fornecido o alimento Nanno que originou os melhores resultados em ambas as temperaturas testadas; os piores resultados foram obtidos com a utilização do alimento comercial Selco<sup>®</sup>, a qualquer das temperaturas.

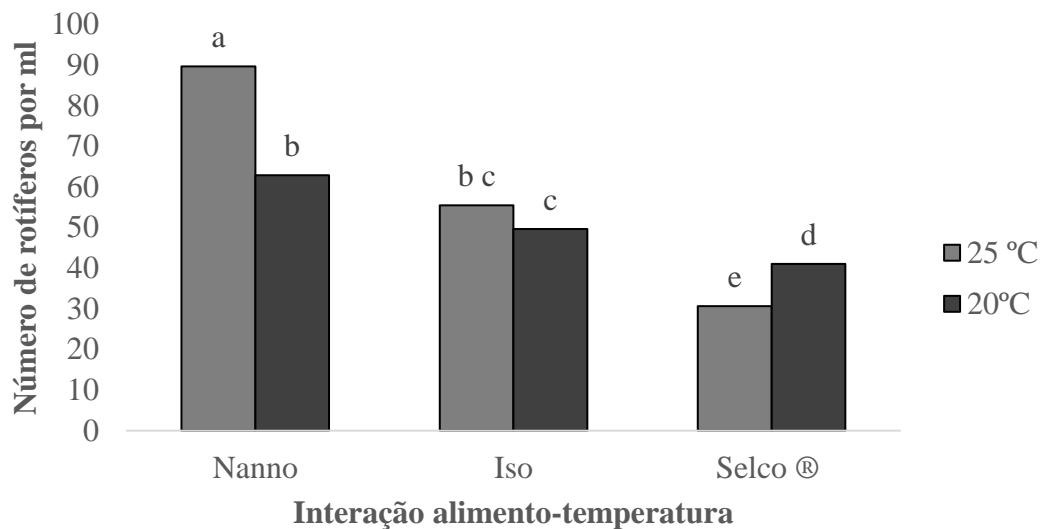


Figura 2: Interação entre o alimento e a temperatura da água em termos do número de rotíferos/ml. Barras com expoentes diferentes são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

Aparentemente, a temperatura de 25° C favoreceu o crescimento da população de rotíferos quando foram utilizados os alimentos Nanno e Iso. Já quando os rotíferos foram alimentados com Selco®, os resultados apontaram para 20 °C como sendo a temperatura mais indicada para obtenção de melhores resultados.

Esta observação foi diferente da registrada por Korstad *et al.* (1989). Estes investigadores obtiveram melhores resultados com a microalga *Isochrysis galbana* do que com a *Nannochloropsis atomus* ( $P < 0,05$ ). No entanto, as condições de cultura (20° C e 20 ppm de salinidade) em que decorreram essas experiências foram diferentes das utilizadas no presente estudo.

Na figura 3 são apresentados os resultados da interação entre alimento e salinidade.

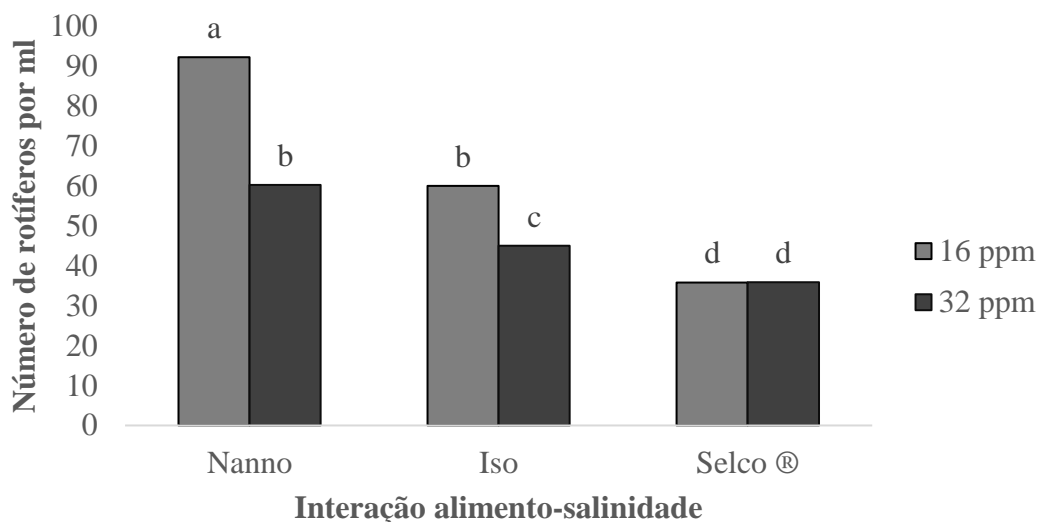


Figura 3: Interação entre o tipo de dieta e a salinidade da água, expresso em número de rotíferos por ml. Barras encimadas com letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

Analisando os dados verificou-se que a combinação do alimento Nanno com uma salinidade de 16 ppm foi aquela que permitiu obter as melhores densidades de rotíferos sendo os piores resultados obtidos com a dieta Selco®, a qualquer uma das salinidades. Viayeh e Mohammadi (2015) estudaram a interação entre alimento (diferentes microalgas – *Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis* e *Scenedesmus*) e a salinidade (5, 15 e 25 ppm) em duas estirpes iranianas (Ba e Zbl) de *Brachionus plicatilis*. Numa das estirpes (Ba), os autores observaram a ocorrência de uma interação altamente significativa ( $P < 0,0001$ ) entre alimento e salinidade para a densidade da população e taxa de crescimento específico.

Por fim, quanto à interação entre a salinidade e a temperatura (figura 4), os melhores resultados foram obtidos à temperatura de 25°C, independentemente das salinidades testadas. Os piores resultados foram observados com a salinidade de 32 ppm, à temperatura de 20°C. Resultados semelhantes foram observados por Oltra e Todoli (1997), que ao estudarem o efeito da temperatura (20 e 24°C), salinidade (20, 25, 30 e 37 ppm) e nível de alimento e suas interações sobre o tempo de vida e número de descendentes por fêmea do rotífero marinho *Synchaeta cecilia valentina*, observaram a ocorrência de uma interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre salinidade e temperatura sobre o tempo de vida e um efeito altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) no número de descendentes por fêmea. Também Bosque *et al.* (2001) verificaram que a interação entre temperatura e salinidade teve um efeito altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) sobre o tempo de vida e significativo ( $P < 0,05$ ) no número de descendentes por fêmea do rotífero marinho *Synchaeta littoralis*.

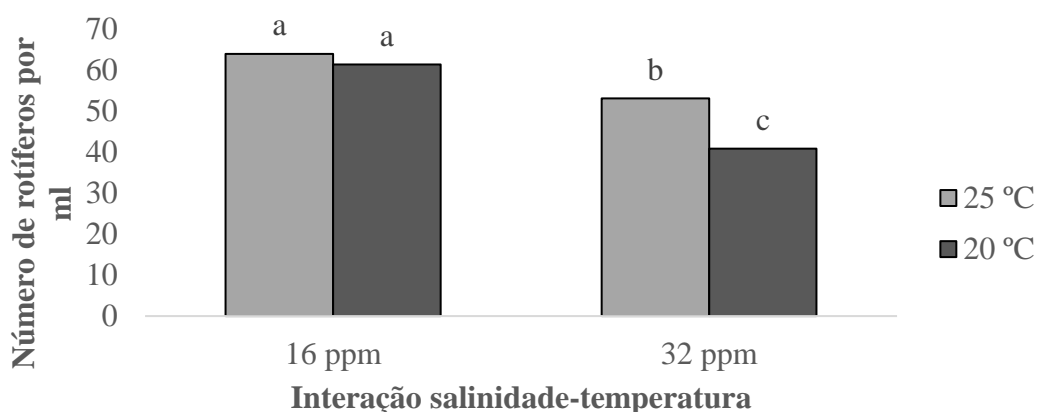


Figura 4: Interação entre a salinidade e a temperatura, expresso em número de rotíferos por ml. Barras encimadas com letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

A análise estatística evidenciou a existência de uma interação altamente significativa ( $P < 0,0001$ ) dos fatores em análise (alimento\*temperatura\*salinidade) relativamente à concentração de rotíferos. Na figura 5 são apresentadas essas interações entre tratamentos.

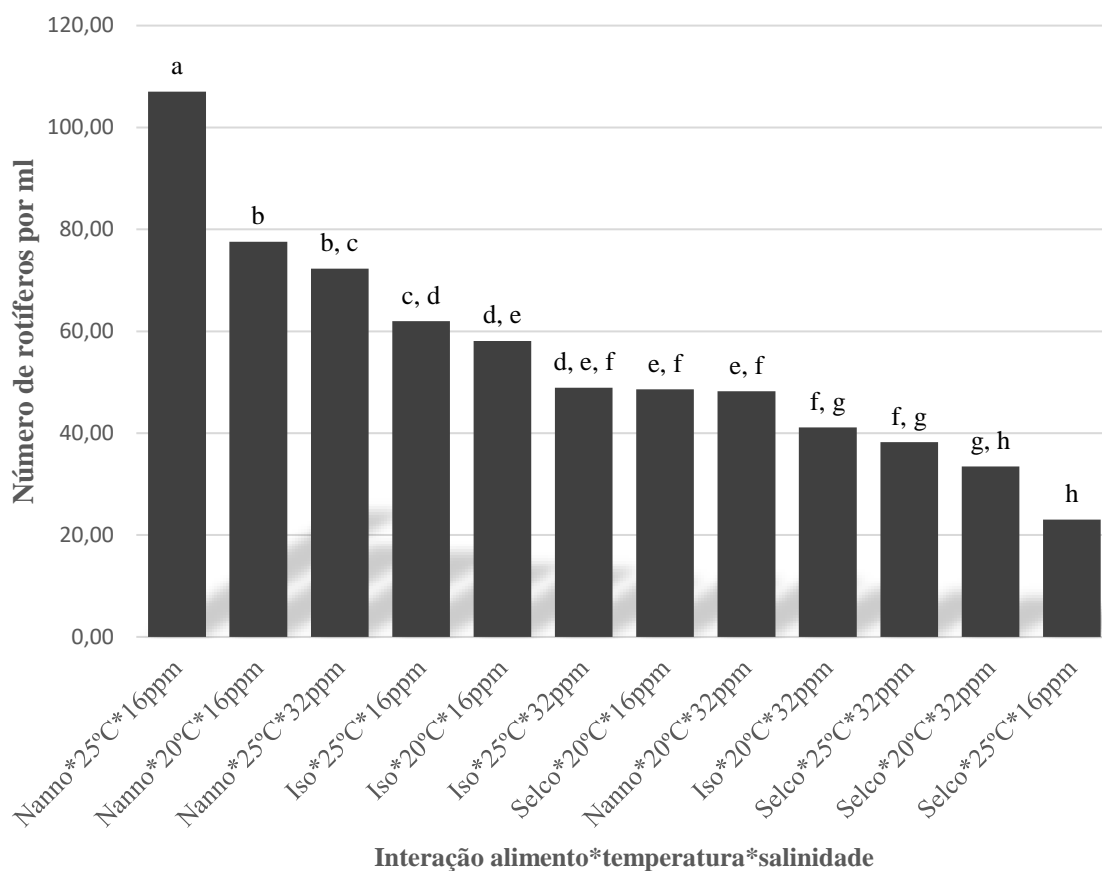




Figura 5: Interação entre o alimento\*temperatura\*salinidade, expressa em número de rotíferos por ml. Barras encimadas com letras diferentes são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

Da análise das interações torna-se evidente que a melhor combinação resultou da alimentação com dieta Nanno, a 25°C e com uma salinidade de 16 ppm. Os piores resultados foram obtidos com a combinação Selco®\*25°C\*16 ppm. Também é pertinente referir que o alimento com melhores resultados (Nanno) acabou por ter resultados similares ao pior alimento (Selco®), quando ambos foram fornecidos a 20°C e com salinidades de 16 e 32 ppm, respetivamente ( $P > 0,05$ ).

Apesar dos resultados que obtivemos terem revelado diferenças significativas, é necessário ter em consideração que, provavelmente, nenhuma espécie de microalga será ideal para a cultura de todas as espécies de rotíferos, devido aos seus hábitos alimentares diversos e estrutura e tamanho da corona, mastax e boca que determinam o tamanho da partícula de alimento que conseguem ingerir (Suchar e Chigbu, 2006). Desta forma, os resultados obtidos com uma ou mais estirpes não devem ser generalizados para outras, visto que membros do mesmo género raramente possuem características similares, mesmo que sejam cultivadas com microalgas semelhantes (Sarma e Nandini, 2002).

Simultaneamente, é importante referir que o alimento comercial utilizado, Easy DHA Selco® é um alimento especificamente formulado para a alimentação e enriquecimento de náuplios de *Artemia* e, esse facto, pode ter estado na origem do pior desenvolvimento demonstrado pelas culturas de rotíferos.

## Conclusões

Sendo o rotífero *Brachionus plicatilis* uma das espécies mais comumente utilizada em aquicultura e em investigação laboratorial, resulta importante o conhecimento das condições ideais para o seu cultivo. Considerando as hipóteses testadas, aparentemente, as melhores condições de cultura para a estirpe de rotíferos *Brachionus plicatilis* existente no Oceanário de Lisboa foram atingidas com o fornecimento do alimento “*Nannochloropsis sp.* concentrado vivo PhytoBloom green formula®”, a 25°C de temperatura da água e com uma salinidade do meio de 16 ppm.

Tendo em consideração as diferenças entre espécies de rotíferos, e mesmo entre as estirpes desta espécie, deve prosseguir-se com cautela aquando da aplicação das condições observadas neste ensaio para outras estirpes/espécies de rotíferos.

É ainda aconselhável que, em locais onde seja requerida a produção contínua de rotíferos, sejam realizados testes em pequena escala (à semelhança deste ensaio) para averiguar quais as

melhores condições para o cultivo em massa dessa estirpe em particular, de modo a produzir rotíferos de boa qualidade e em quantidades desejáveis.

### **Agradecimentos**

Este trabalho foi realizado no âmbito do curso de Mestrado em Engenharia Zootécnica (UTAD), nas instalações do Oceanário de Lisboa, Portugal. Os investigadores vêm por esta forma agradecer a toda a equipa de trabalho do Oceanário de Lisboa em especial à Dr.<sup>a</sup> Núria Baylina pela oportunidade de realizar este estudo.

### **Referências bibliográficas**

- Altaff, K., e Janakiraman, A., 2015. Effect of temperature on mass culture of three species of zooplankton, *Brachionus plicatilis*, *Ceriodaphnia reticulata* and *Apocyclops dengizicus*.
- Ando, Y., Kobayashi, S., Sugimoto, T., e Takamaru, N., 2004. Positional distribution of n-3 highly unsaturated fatty acids in triacyl-sn-glycerols (TAG) of rotifers (*Brachionus plicatilis*) enriched with fish and seal oils TAG. *Aquaculture*, 229(1), 275-288.
- Bosque, T., Hernandez, R., Pérez, R., Todolí, R., e Oltra, R., 2001. Effects of salinity, temperature and food level on the demographic characteristics of the seawater rotifer *Synchaeta littoralis* Rousselet. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 258(1), 55-64.
- Candrea, P., Dhert, P., Novelli, A., e Brissi, D., 1996. Potential gains through alimentation/nutrition improvements in the hatchery. In *Seabass and Seabream culture: problems and prospects. An international workshop* (Vol. 388, pp. 145-155). Verona, Italy: Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc.
- Cheng, S. H., Aoki, S., Maeda, M., e Hino, A., 2004. Competition between the rotifer *Brachionus rotundiformis* and the ciliate *Euplotes vannus* fed on two different microalgae. *Aquaculture*, 241(1), 331-343.
- Cheng, S. H., Kâ, S., Kumar, R., Kuo, C. S., e Hwang, J. S., 2011. Effects of salinity, food level, and the presence of microcrustacean zooplankters on the population dynamics of rotifer *Brachionus rotundiformis*. *Hydrobiologia*, 666(1), 289-299.
- Conceição, L. E., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., e Dinis, M. T., 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, 41(5), 613-640.
- Coutteau, P., e Sorgeloos, P., 1997. Manipulation of dietary lipids, fatty acids and vitamins in zooplankton cultures. *Freshwater Biology*, 38(3), 501-512.

- Dhert, P., Rombaut, G., Suantika, G., e Sorgeloos, P., 2001. Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture*, 200(1), 129-146.
- Dhont, J., Dierckens, K., Støttrup, J., Van Stappen, G., Wille, M., e Sorgeloos, P., 2013. Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. *Advances in Aquaculture Hatchery Technology*, 157.
- Fielder, D. S., Purser, G. J., e Battaglione, S. C., 2000. Effect of rapid changes in temperature and salinity on availability of the rotifers *Brachionus rotundiformis* and *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture*, 189(1), 85-99.
- Hagiwara, A., Gallardo, W. G., Assavaaree, M., Kotani, T., & De Araujo, A. B., 2001. Live food production in Japan: recent progress and future aspects. *Aquaculture*, 200(1), 111-127.
- Howell, B. R., 1973. Marine fish culture in Britain VIII. A marine rotifer, *Brachionus plicatilis* Muller, and the larvae of the mussel, *Mytilus edulis* L., as foods for larval flatfish. *Journal du Conseil*, 35(1), 1-6.
- Ito, T., 1960. On the culture of the mixohaline rotifer *Brachionus plicatilis* O.F. Muller, in sea water. *Rep. Fat. Fish., Prefect. Univ. Mie*, 3: 708-740.
- Jeeja, P. K., Imelda, J., e Paulraj, R., 2011. Nutritional composition of rotifer (*Brachionus plicatilis* Muller) cultured using selected natural diets. *Indian Journal of Fisheries*, 58(2), 59-65.
- Jing, D., Yehui, Y., Yingying, Z., Kanyun, W., Haiyu, G., e Lin, L., 2014. Effects of temperature and food on population growth and reproduction of rotifer, *Brachionus plicatilis*. *Modern Journal of Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 4, 009.
- Korstad, J., Olsen, Y., e Vadstein, O., 1989. Life history characteristics of *Brachionus plicatilis* (Rotifera) fed different microalgae. *Em Rotifer Symposium V* (pp. 43-50). Springer Netherlands.
- Kotani, T., Genka, T., Fushimi, H., Hayashi, M., Dierckens, K., e Sorgeloos, P., 2009. Effect of cultivation methods on nutritional enrichment of euryhaline rotifer *Brachionus plicatilis*. *Fisheries Science*, 75(4), 975-984.
- Lubzens, E., 1987. Raising rotifers for use in aquaculture. In *Rotifer Symposium IV* (pp. 245-255). Springer Netherlands.
- Lucas, J. S., e Southgate, P. C., 2012. *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*. John Wiley e Sons.
- Øie, G., e Olsen, Y., 1997. Protein and lipid content of the rotifer *Brachionus plicatilis* during variable growth and feeding condition. In *Live Food in Aquaculture* (pp. 251-258). Springer Netherlands.

- Omori M. e Ikeda T., 1984. Feeding. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*, pp. 134-172. John Wiley and Sons, New York.
- Oltra, R., e Todolf, R., 1997. Effects of temperature, salinity and food level on the life history traits of the marine rotifer *Synchaera cecilia valentina*, n. subsp. *Journal of plankton research*, 19(6), 693-702.
- PhytoBloom, 2013a. Phytobloom By Necton Ideal Green Water solution Ready-to-use micromicroalgae. Disponível em: <http://goo.gl/UMHIG8>
- PhytoBloom, 2013b. Phytobloom By Necton Ideal Green Water solution Ready-to-use micromicroalgae. Disponível: <http://goo.gl/98mLBJ>
- Portella, M. C., Cestarolli, M. A., Verani, J. R., e Rojas, N. E., 1997. Produção de organismos planctônicos para alimentação inicial de larvas de peixes de água doce. *Boletim Instituto de Pesca, São Paulo (Bra)*, 24, 79-89.
- Rajthilak, C., Santhanam, P., Anusuya, A., Pazhanimuthu, A., Ramkumar, R., Jeyaraj, N., e Perumal, P., 2014. Laboratory Culture and Population Growth of Brackish water Harpacticoid Copepod, *Nitokra affinis* (Gurney, 1927) under Different Temperatures, Salinities and Diets. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 6(1), 72-8.
- Rezeq, T. A., e James, C. M., 1987. Production and nutritional quality of the rotifer *Brachionus plicatilis* fed marine *Chlorella sp.* at different cell densities. Em *Rotifer Symposium IV* (pp. 257-261). Springer Netherlands.
- Sarma, S. S. S., e Nandini, S., 2002. Comparative life table demography and population growth of *Brachionus macracanthus* Daday, 1905 and *Platytias quadricornis* Ehrenberg, 1832 (Rotifera, Brachionidae) in relation to microalgal (*Chlorella vulgaris*) food density. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 30(2-3), 128-140.
- Seychelles, L. H., Audet, C., Tremblay, R., Fournier, R., e Pernet, F., 2009. Essential fatty acid enrichment of cultured rotifers (*Brachionus plicatilis*, Müller) using frozen-concentrated microalgae. *Aquaculture Nutrition*, 15(4), 431-439.
- Suantika, G., Dhert, P., Nurhudah, M., e Sorgeloos, P., 2000. High-density production of the rotifer *Brachionus plicatilis* in a recirculation system: consideration of water quality, zootechnical and nutritional aspects. *Aquacultural Engineering*, 21(3), 201-213.

- Suchar, V. A., e Chigbu, P., 2006. The effects of microalgae species and densities on the population growth of the marine rotifer, *Colurella dicentra*. Journal of experimental marine biology and ecology, 337(1), 96-102.
- Szyper, J. P., 1989. Nutritional depletion of the aquaculture feed organisms *Euterpina acutifrons*, *Artemia sp.* and *Brachionus plicatilis* during starvation. Journal of the World Aquaculture Society, 20(3), 162-169.
- Viayeh, R. M., e Mohammadi, H., 2012. An experimental study on food and salinity preferences of two *Brachionus plicatilis* rotifer strains from Iran. African Journal of Aquatic Science, 37(1), 101-106.
- Walczyńska, A., e Serra, M., 2014. Inter-and intraspecific relationships between performance and temperature in a cryptic species complex of the rotifer *Brachionus plicatilis*. Hydrobiologia, 734(1), 17-26.
- Watanabe, T., Kitajima, C., e Fujita, S., 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. Aquaculture, 34(1), 115-143.
- Watanabe, T., 1985. Nutritional quality of live food organism and their enrichment. Central Marine Fisheries Research Institute, Cochin.
- Yin, X. W., Min, W. W., Lin, H. J., e Chen, W., 2013. Population dynamics, protein content, and lipid composition of *Brachionus plicatilis* fed artificial macromicroalgal detritus and *Nannochloropsis sp.* diets. Aquaculture, 380, 62-69.

## **Avaliação do efeito da frequência alimentar em juvenis de tenca (*Tinca tinca*)**

### **Evaluation of feeding frequency effect on tench (*Tinca tinca*) juveniles**

Basto, S.<sup>1\*</sup>; Jorge, S.<sup>1</sup>; Gonçalves, M.<sup>1</sup>; Rema, P<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e alto Douro. 5001-801, Vila Real. Portugal

\*Autor correspondente: sarabasto24@gmail.com

#### **Resumo**

O presente estudo de 62 dias teve como objetivo avaliar os efeitos da frequência alimentar ao nível do crescimento e da eficiência alimentar em juvenis de tenca (*Tinca tinca*). Para o efeito definiram-se três tratamentos em que os peixes foram alimentados manualmente, até à saciedade visual aparente, duas (T2x), três (T3x) ou quatro (T4x) vezes por dia. Foi utilizada uma dieta controlo formulada de modo a respeitar as exigências nutricionais da espécie. Distribuíram-se, aleatoriamente, grupos de 136 tencas (PMI  $11,5 \pm 0,5$ g) por 6 tanques, constituindo duplicados de cada tratamento. No final do ensaio foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) nos parâmetros do ganho de peso, taxa de crescimento específico e ingestão voluntária de alimento nos peixes do tratamento T4x em relação aos restantes tratamentos. Os resultados obtidos neste estudo sugerem uma melhor performance dos juvenis de tenca quando sujeitos a frequência alimentar elevada (4 tomas diárias).

**Palavras-chave:** Frequência alimentar; Ingestão; Tenca; *Tinca tinca*.

## **Abstract**

The present study of 62 days aimed to evaluate the effects of feeding frequency on growth and food efficiency in tench (*Tinca tinca*) juveniles. For this purpose, three treatments were defined in which the fish were manually fed two (T2x), three (T3x) or four (T4x) times per day, until they were apparently satiated. A control diet was used to fulfil the nutritional species requirements. Groups of 136 tenchs (IBW:  $11,5 \pm 0,5$ g) were randomly distributed by 6 tanks, constituting duplicates of each treatment. Statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) were observed at the end of the trial in the parameters of weight gain, specific growth rate and voluntary feed intake in the T4x fish compared to the other treatments. The results obtained in this study suggest a better performance of tench juveniles when exposed to a higher feeding frequency (4 times a day).

**Key words:** Feeding frequency; Intake; Tench; *Tinca tinca*.

## **Introdução**

A tenca é uma espécie carnívora cujos juvenis se alimentam principalmente de zooplâncton e pequenos invertebrados (Sáez-Royuela *et al.*, 2015; González-Rodríguez *et al.*, 2016). A produção de tenca em aquacultura é apelativa devido à qualidade nutricional do seu filete, à possibilidade de ser cultivada em diversos sistemas de produção e devido à alta fertilidade e resistência a doenças que afetam outros peixes ciprinídeos como a carpa (*Cyprinus carpio*) (Panicz *et al.*, 2017). Apesar disso, o crescimento lento desta espécie continua a ser o maior entrave à sua produção (Kamiński *et al.*, 2017). Por outro lado, o conhecimento relativo à nutrição da espécie é limitado, sendo utilizadas, frequentemente, dietas comerciais especificamente formuladas para outras espécies (García *et al.*, 2015; Sáez-Royuela *et al.*, 2015) que, na maioria dos casos, se revelam inadequadas para o crescimento da tenca (Sáez-Royuela *et al.*, 2015). Um dos aspetos importantes no manejo alimentar dos peixes relaciona-se com a frequência de fornecimento do alimento. Esta influencia a absorção e retenção dos nutrientes da dieta e, conseqüentemente, vários parâmetros como o crescimento (Zhao *et al.*, 2016), a eficiência da utilização do alimento (Wu *et al.*, 2015), a composição corporal, a sobrevivência e a qualidade da água (Ferdous *et al.*, 2014). Uma frequência alimentar apropriada às exigências das espécies permite obter um lucro económico superior, animais com dimensões homogêneas, uma melhoria geral na produção e uma redução significativa da emissão de compostos azotados para o ambiente (Oh e Maran, 2015). Sendo a frequência de alimentação um aspeto importante da nutrição e manejo alimentar em aquacultura, o objetivo principal deste trabalho consistiu na avaliação do efeito do número de refeições nos parâmetros do crescimento e da eficiência alimentar em juvenis de tenca.

## **Materiais e Métodos**

### **Dietas experimentais**

Para a realização do ensaio foi formulada uma dieta para juvenis de tenca de modo a respeitar as exigências nutricionais da espécie. A dieta experimental (Tabela 1) continha farinha de peixe como principal fonte de proteína.



**Tabela 1** – Ingredientes da dieta experimental.

<b>Ingredientes (%)</b>	
Farinha de peixe LT 70 <sup>1</sup>	40,0
Farinha de peixe 60 <sup>1</sup>	20,0
Concentrado proteico (CPSP 90)	5,0
Concentrado proteico de ervilha	5,0
Glúten de trigo	6,2
Farinha de trigo	14,0
Óleo de peixe	8,0
Premix (Vitaminas e Minerais) <sup>2</sup>	1,0
Vitamina E (Lutavit E50)	0,1
Lecitina de soja	0,5
Antioxidante	0,2
Propionato de sódio	0,1

<sup>1</sup> Farinha de peixe LT– Low temperature, EXALMAR; Farinha de peixe (60% Proteína Bruta)

<sup>2</sup> Premix, Portugal: Vitaminas (mg ou IU kg<sup>-1</sup> dieta): Vitamina A (acetato de retinilo), 20.000 UI; vitamina D3 (DL-colecalciferol), 2000 UI; vitamina E (Lutavit E50), 100 mg; vitamina K3 (Menadiona Bissulfito de Sódio), 25 mg; vitamina B1 (hidrocloridrato de tiamina), 30 mg; vitamina B2 (riboflavina), 30 mg; pantotenato de cálcio, 100 mg; ácido nicotínico, 200 mg; vitamina B6 (Hidrocloreto de piridoxina), 20 mg; vitamina B9 (ácido fólico), 15 mg; vitamina B12 (cianocobalamina), 100 mg; vitamina H (biotina), 3000 mg; vitamina C (Lutavit C35), 1000 mg; inositol, 500 mg; cloreto de colina, 1000 mg; betaína 500 mg; Minerais (mg ou % kg<sup>-1</sup> dieta): Co (carbonato de cobalto), 0,65 mg; Cu (Sulfato de Cobre), 9 mg; Fe (Sulfato de ferro), 6 mg; I (iodeto de potássio), 0,5 mg; Mn (Óxido de manganês), 9,6 mg; Se (selenito de sódio), 0,01 mg; Zn (sulfato de zinco) 7,5 mg; Ca (carbonato de cálcio), 18,6%; KCl, 2,41%; NaCl, 4,0 %.

A dieta experimental foi produzida pela SPAROS Lda. O método de fabrico envolveu a moagem prévia dos ingredientes, num moíno de martelo micropulverizador (Hosokawa Alpine, modelo SH1, Alemanha), que foram seguidamente colocados num misturador (90 L) de dupla hélice. Nesta fase não foram adicionados os óleos. A mistura foi extrudida usando uma malha de espessura de 15 mm, através de uma extrusora à escala piloto (Clextal BC45; Clextal, França) de dupla rosca com diâmetro de 55,5 mm, a uma temperatura que variou entre os 105 e os 110°C. Seguidamente, o lote de alimento foi seco a uma temperatura de 60°C (durante 2h) num forno de convecção (OP-750 UF,

LTE Scientifics, Reino Unido). O óleo foi incorporado, após o arrefecimento dos pellets em condições de revestimento a vácuo (coating), num misturador de vácuo (PG-10VCLAB, Dinnisen, Países Baixos). A dieta experimental foi armazenada e refrigerada, em recipientes hermeticamente fechados, até ser utilizada.

#### Ensaio de crescimento

A experiência foi efetuada sob a supervisão de cientistas treinados e acreditados pela DGAV, de acordo com as recomendações da categoria C da FELASA e na sequência da Diretiva Europeia 2010/63/UE relativa à proteção dos animais utilizados para fins científicos. O ensaio foi realizado no Biotério de organismos aquáticos da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro que detém o certificado de Atribuição de Permissão Administrativa de Funcionamento outorgado pela DGAV.

Os juvenis de tenca foram adquiridos na empresa Orniex que realizou importação direta de Israel. Após um período mínimo de 40 dias de habituação às instalações, foram constituídos 6 grupos homogêneos de 136 peixes que apresentavam um peso médio individual de  $11,5 \pm 0,5$  g. Os grupos foram divididos aleatoriamente por 6 tanques de fibra de vidro (300 L de capacidade) com fornecimento de água filtrada proveniente de um sistema de recirculação semiaberto. Nos tanques foi mantido um fluxo de água permanente de  $120 \text{ L h}^{-1}$ . Ao longo do ensaio, os parâmetros da água foram medidos em permanência por uma sonda multiparamétrica e mantidos dentro de valores apropriados para a espécie (temperatura:  $23,0 \pm 0,5$  °C; oxigénio dissolvido:  $6,5 \pm 1,0$  mg L<sup>-1</sup> e pH:  $7,0 \pm 0,1$ ). A densidade animal foi moderada ( $4,9 \text{ kg m}^3$ ).

O alimento foi fornecido manualmente até à saciedade visual aparente. Os tratamentos consistiram no fornecimento de duas (T2x - 10:00h e 15:00h), três (T3x - 10:00h, 13:00h e 16:00h) e quatro vezes (T4x - 10:00h, 12:00h, 14:00h e 16:00h) por dia. Os animais foram submetidos a um fotoperíodo artificial de 16 horas de luz e 8 horas de obscuridade.

Para a avaliação do crescimento dos peixes no decurso da experiência efetuaram-se pesagens de grupo mensais, sendo os peixes sujeitos a um jejum prévio de 24h. Adicionalmente, foi determinado o alimento ingerido mensalmente para eventuais correções do seu fornecimento e para cálculos posteriores do crescimento e da eficiência alimentar.

## Análise proximal da dieta

As amostras da dieta foram analisadas, em duplicado, quanto ao teor em matéria seca (105°C; 24h), cinzas (combustão a 550°C; 25h), proteína bruta ( $N \times 6,25$ ; analisador Leco N, Modelo FP-528, Corporação Leco, St. Joseph, EUA), gordura bruta (extração por éter de petróleo; Soxtherm, Gerhardt, Alemanha), energia bruta (bomba calorimétrica adiabática, Werke C2000, IKA, Alemanha) e fósforo (espectrofotometria de UV). A dieta experimental (Tabela 2) continha um teor em lípidos na ordem dos 14%.

**Tabela 2** – Composição proximal da dieta experimental.

<b>Composição proximal (% MS)</b>	
Matéria seca	94,78
Proteína bruta	52,35
Gordura bruta	14,46
Cinzas	14,87
Energia bruta (kJ/g MS)	19,35
Fósforo	2,12

## Cálculos

Para a avaliação dos parâmetros do crescimento e da eficiência alimentar foram calculados o ganho de peso (GP), a taxa de crescimento específico (TCE), o índice de conversão alimentar (IC) e a ingestão voluntária de alimento (IV). Tendo em conta que o PM, PMI e PMF são respetivamente a média do peso corporal dos grupos, o peso médio inicial e o peso médio final dos peixes, aplicaram-se as seguintes fórmulas:

$$\text{TCE} \left( \frac{\%}{\text{d}} \right) = \frac{(\ln(\text{PMF}) - \ln(\text{PMI}))}{\text{Duração do ensaio (dias)}} \times 100$$

$$\text{GP} \left( \frac{\% \text{PMI}}{\text{d}} \right) = \left( \frac{\text{Ganho de peso (g)}}{\text{Biomassa inicial (g)} \times \text{Duração do ensaio (dias)}} \right) \times 100$$

$$\text{IC} = \frac{\text{Ingestão de alimento (g MS)}}{\text{Ganho de peso (g)}}$$

$$\text{IV} \left( \frac{\% \text{PM}}{\text{d}} \right) = \frac{\text{Ingestão de alimento (g MS)}}{\left( \frac{\left( \frac{(\text{PMI (g)} + \text{PMF (g)})}{2} \right)}{\text{n}^\circ \text{ dias}} \right)}$$

## Análise Estatística

Os dados são apresentados na forma de médias + desvio padrão. Para avaliar as diferenças entre os vários tratamentos os dados foram submetidos a uma análise de variância simples (ANOVA) usando o programa estatístico JMP (versão 11). A unidade experimental considerada foi o grupo de peixes por tanque (n=2). No caso da existência de diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ), foi utilizado o teste de Tukey para avaliação das diferenças entre médias.

## Resultados

### Parâmetros do crescimento e da eficiência alimentar

Na tabela 3 é possível observar o desempenho do crescimento e da eficiência alimentar dos peixes alimentados duas vezes (T2x), três (T3x) e quatro vezes (T4x) por dia. O PMI foi homogêneo em todos os grupos partindo do pressuposto que não existiam diferenças significativas de peso iniciais ( $P > 0,05$ ).

No início do ensaio, as tencas apresentavam um peso médio de 11,5 g. Após 62 dias de alimentação, os pesos médios dos peixes aumentaram consideravelmente tendo sido registradas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). Os peixes do tratamento T2x, que consistia no fornecimento de duas tomas diárias de alimento, apresentaram pesos médios finais mais baixos, na ordem dos 15,29 g, evidenciando diferenças estatisticamente significativas ( $P < 0,05$ ) comparativamente ao tratamento T4x cujos pesos foram de 17,37g. Entre os tratamentos T2x e T3x

não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $P>0,05$ ). Relativamente aos parâmetros GP, TCE e IV, os tratamentos T2x e T3x apresentaram desempenho inferior com diferenças estatisticamente significativas comparativamente ao tratamento T4x (Tabela 3). Relativamente ao IC, não se registaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos.

**Tabela 3.** Parâmetros do crescimento e da eficiência alimentar dos juvenis de tenca, sujeitos a diferentes frequências alimentares. Valores são médias + desvio padrão (n=2). Em cada linha, valores com expoente diferente representam valores significativamente diferentes ( $P<0,05$ ).

	Tratamento			P
	T2x	T3x	T4x	
PMI (g) <sup>1</sup>	11,40 ± 0,07	11,41 ± 0,02	11,26 ± 0,06	-
PMF (g) <sup>2</sup>	15,29 <sup>b</sup> ± 0,21	16,12 <sup>ab</sup> ± 0,06	17,37 <sup>a</sup> ± 0,50	<b>0,0163</b>
GP (%PMI/dia) <sup>3</sup>	0,55 <sup>b</sup> ± 0,04	0,66 <sup>b</sup> ± 0,00	0,87 <sup>a</sup> ± 0,00	<b>0,0006</b>
TCE (%PMI/dia) <sup>4</sup>	0,47 <sup>b</sup> ± 0,03	0,56 <sup>b</sup> ± 0,00	0,70 <sup>a</sup> ± 0,04	<b>0,0108</b>
IC <sup>5</sup>	1,76 ± 0,08	1,65 ± 0,05	1,75 ± 0,02	0,1943
IV (%PMI/dia) <sup>6</sup>	0,83 <sup>b</sup> ± 0,02	0,91 <sup>b</sup> ± 0,03	1,21 <sup>a</sup> ± 0,05	<b>0,0029</b>

<sup>1</sup> PMI=Peso Médio Inicial; <sup>2</sup> PMF=Peso Médio Final; <sup>3</sup> GP=Ganho de Peso; <sup>4</sup> TCE=Taxa de Crescimento Específico; <sup>5</sup> IC=Índice de Conversão Alimentar; <sup>6</sup> IV=Ingestão Voluntária de Alimento.

## Discussão e Conclusões

Em aquacultura, a frequência alimentar com que os peixes são alimentados é condicionada por diversos fatores tais como: os parâmetros ambientais, o tamanho e idade dos peixes (Ganzon-Naret, 2013), a espécie (Lee *et al.*, 2000a), as condições de produção e a composição da dieta fornecida (Oh e Maran, 2015). Uma frequência alimentar inadequada pode contribuir para o aumento dos custos de produção, prejudicar o crescimento dos peixes, degradar a qualidade da água, facilitar a propagação de doenças ou conduzir a uma heterogeneidade do tamanho dos peixes (Baloi *et al.*, 2017). A dieta utilizada no ensaio foi formulada de modo a conter um teor em proteína bruta superior a 50% que, segundo González-Rodríguez *et al.*, (2014), deverá ser o nível ideal de proteína a ser incluído em dietas de juvenis de tenca para obtenção de bons crescimentos e utilização eficiente do alimento. Dietas desequilibradas nutricionalmente associadas a um manejo alimentar inadequado podem causar mortalidade e deformações corporais em juvenis de tenca (Rennert *et al.*, 2003; Wolnicki *et al.* 2006). No ensaio que realizámos a mortalidade foi nula, não havendo registo de peixes com deformações ósseas. Estas observações sugerem que a dieta fornecida se mostrou adequada às necessidades nutricionais da espécie.

Num trabalho similar, utilizando as mesmas condições experimentais e uma dieta idêntica, mas com juvenis de peso médio inicial inferior (4,8g), Leite, (2017) obteve valores médios de taxa de crescimento na ordem dos 1,68 % d<sup>-1</sup>. No presente ensaio, para juvenis de maior peso inicial (11,5g), os valores obtidos foram francamente inferiores, tendo oscilado entre 0,47 e 0,7 % d<sup>-1</sup>. Esta constatação permite-nos concluir que a tenca deve ser considerada uma espécie de crescimento exceccionalmente lento quando comparada com outros peixes ciprinídeos (Quirós e Alvariño, 1998; Wolnicki *et al.*, 2003), ou como a perca-sol verde (*Lepomis cyanellus*) que apresenta valores médios de TCE de 2,1 a 2,9 % d<sup>-1</sup> (Wang *et al.*, 1998), a tilápia (*Sarotherodon niloticus*) com valores na ordem dos 3,3 a 3,8 % d<sup>-1</sup> (Ali *et al.*, 2016) ou, ainda, a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) com entre 2,42 e os 2,71 % d<sup>-1</sup> (Gomes *et al.*, 1995).

Além de apresentar crescimento lento, a tenca é uma espécie de difícil manejo alimentar, podendo exibir mortalidade elevada quando submetida a dietas menos específicas (Kujawa *et al.*, 2006; Myszkowski *et al.*, 2010; Rennert *et al.*, 2003; Quirós *et al.*, 2003). Exemplificando a dificuldade na sua alimentação, Rennert *et al.*, (2003) observaram que as tencas se aglomeravam em grupo, no fundo do tanque, não reagindo imediatamente ao fornecimento de alimento e afastando-se deste. Durante o decorrer do nosso ensaio, os peixes apresentaram comportamento desinibido o que, conseqüentemente, facilitou a manipulação e a gestão alimentar. Esta situação poderá ter como origem o facto de os peixes terem sido submetidos a um período relativamente longo de adaptação nas nossas instalações antes de se iniciar o ensaio. Na verdade, antes desta adaptação, as tencas demonstravam um comportamento idêntico ao referido por Rennert *et al.* (2003), sugerindo que, nesta espécie, a aclimação às condições experimentais é essencial para a realização do trabalho científico.

Como referido, a frequência do fornecimento de alimento é fundamental para o manejo alimentar em aquacultura. Esse tema é abordado por vários autores com inúmeros estudos em diversas espécies dos quais destacamos aqueles que foram realizados por Ganzon-Naret, E. S. (2013) com robalo, Ferdous *et al.*, (2014) com tilápia, Sun *et al.*, (2016) com salmão do Atlântico, Zhao *et al.*, (2016) com carpa prussiana e Baloi *et al.*, (2017) com sardinha.

Todavia, a literatura disponível acerca do regime alimentar ideal para *Tinca tinca* é escassa. Sun *et al.*, (2016) referem que um aumento da frequência alimentar pode ser benéfico, uma vez que reduz a dominância no tanque de cultivo e os peixes conseguem aceder mais facilmente, e de igual forma, ao alimento. Adicionalmente, Wysujack e Drahotta, (2017) verificaram que uma frequência alimentar mais elevada afeta positivamente o crescimento e o índice de conversão alimentar de algumas espécies. Os nossos resultados indicam que a taxa de crescimento e o ganho de peso foram significativamente superiores nos peixes alimentados com frequência mais elevada (tratamento T4x)

em relação aos outros tratamentos. Em concordância, Schnaittacher *et al.*, (2005) verificaram que juvenis de linguado do Atlântico apresentaram crescimento mais elevado quando eram alimentados cinco vezes ao dia em relação a uma ou três vezes diárias. Em estudos com robalo asiático, Ganzon-Naret (2013) observou ganho de peso e TCE mais elevados nos juvenis alimentados com a maior frequência (seis vezes ao dia). No entanto, deve ser referido que outros estudos, realizados em peixe-gato, apontam para melhores crescimentos e maior eficiência alimentar quando alimentados apenas duas vezes por dia (Andrews e Page, 1975). No caso de garoupas, Thia-Eng e Seng-Keh, (1978) referiram melhores resultados para regimes alimentares com fornecimento de alimento uma vez em cada dois dias, comparados com regimes alimentares com frequências mais elevadas (até três vezes por dia). No entanto, Kayano *et al.*, (1993) verificaram que tomas diárias entre 4 a 6 vezes por dia seriam as ideais para obtenção de melhores resultados em garoupa.

García *et al.*, (2010) referiram que, em ensaios de crescimento com tencas juvenis de 5 meses de idade com o peso médio de 0,388 g, sujeitas a regime intensivo, os valores médios da taxa de crescimento foram relativamente reduzidos (0,70 %/d<sup>-1</sup>), podendo ser melhorados (até 1,98%/d<sup>-1</sup>) se as dietas secas fossem suplementadas com alimento natural. Os nossos resultados apontam para a mesma gama de valores em juvenis com pesos médios na ordem dos 12g e valores bastante mais favoráveis em juvenis de menor peso (5g). Estes resultados, no seu conjunto, reforçam a ideia do crescimento lento apresentado pela tenca que pode, segundo Rennert *et al.*, (2003), apresentar variações no crescimento e no aproveitamento alimentar dependendo da estirpe utilizada.

No que se refere ao aproveitamento alimentar, expresso pelo índice de conversão, os nossos resultados não apontam a existência de alterações significativas deste parâmetro originadas pela alteração da frequência alimentar. De facto, os valores médios do IC variaram entre 1,65 e 1,76 não tendo sido influenciados pelo número de refeições revelando, assim, um bom aproveitamento da dieta fornecida. Deve ser referido que a gama de valores obtida para o IC neste ensaio apresentou-se mais favorável do que as obtidas por Mareš *et al.*, (2007) (1,84 a 4,15), Cileček *et al.*, (2011) (1,37 a 1,95) e Leite, (2017) (2,45 e 2,73). González-Rodríguez *et al.*, (2014) reportaram valores de 1,36 a 1,48 quando substituíram a farinha de peixe da dieta por farinha de penas de aves na dieta de juvenis de tenca.

Acompanhando o aumento do crescimento dos peixes, a ingestão voluntária de alimento (%PM/d<sup>-1</sup>) foi significativamente superior (P<0,05) nas tencas alimentadas com uma maior frequência (T4x). Isto está de acordo com o que foi reportado em diversos trabalhos em diferentes espécies, tais como carpa prussiana (Zhou *et al.*, 2003), halibute do Atlântico (Schnaittacher *et al.*, 2005), truta-arco-íris (Túrker e Yildirim, 2011) e salmão do Atlântico (Zhao *et al.*, 2016). Para além disso, Okumus e

Bascinar, (2001) e Blanquet e Oliva-Teles, (2010) observaram que a restrição de alimento pode interferir negativamente no ganho de peso e índice de conversão em truta arco íris e rodvalho, respectivamente sendo, por isso, preferível o regime de fornecimento diário de alimento.

A abordagem preliminar que foi realizada neste trabalho contribuiu para o alargamento do conhecimento da nutrição da espécie *Tinca tinca*. No entanto, devem ser realizados estudos complementares na área.

Os dados obtidos permitem-nos reforçar a ideia de que o crescimento da tenca é relativamente lento comparativamente a outros ciprinídeos. Em termos de eficiência alimentar, o aumento do número de refeições diárias não influenciou negativamente o índice de conversão do alimento. Com base nos resultados obtidos, e para a gama de pesos utilizada, podemos dizer que uma frequência alimentar de 4 vezes por dia parece ser a mais recomendada para a melhoria do desempenho zootécnico dos juvenis de tenca. No entanto, o ganho de peso observado após 2 meses de alimentação fez-se acompanhar de um aumento dos valores da conversão alimentar, sem expressão significativa, que deixa antever a necessidade da realização de estudos complementares.

## **Bibliografia**

Andrews, J.W. e Page, J.W., 1975. The Effects of Frequency of Feeding on Culture of Catfish. Trans. Am. Fish. Soc., 104: 317– 321.

Baloi, M. F., Sterzelecki, F. C., Sugai, J. K., Passini, G., Carvalho, C. V. A. e Cerqueira, V. R., 2017. Growth performance, body composition and metabolic response to feeding rates in juvenile Brazilian sardine *Sardinella brasiliensis*. Aquac. Nutr., 1-9.

Blanquet, I. e Oliva-Teles, A., 2010. Effect of feed restriction on the growth performance of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) juveniles under commercial rearing conditions. Aquac. Res., 41: 1255– 1260.

Cileček, M., Baránek, V., Vitek, T., Kopp, R. e Mareš, J., 2011. Production effect of different commercial feeds on juvenile tench (*Tinca tinca* L.) under the intensive rearing conditions. Acta Univ. Agric. Silv. Mendel. Brun. Czech Repub., 59: 93-98

Ferdous, Z., Nahar, N., Hossen, M.S., Sumi, K.R. e Ali, M.M., 2014. Performance of different feeding frequency on growth indices and survival of monosex tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) fry. Int J Fish Aquat Stud., 1: 80–83.



- Ganzon-Naret, E. S., 2013. Effects of feeding frequency on growth, survival rate and body composition in sea bass (*Lates calcarifer*) juveniles fed a commercial diet under laboratory condition. *Am. Biol. & Am. Husb.*, Vol. 5, issue 2: 175-182.
- García, V., Celada, J.D., Carral, J.M., Sáez-Royuela, M., González, R. e González, Á., 2010. Decapsulated Artemia Cysts: A Suitable Dietary Supplement for Juvenile Tench (*Tinca tinca* L.). *J. Appl. Aquac.*, 22: 57–65.
- García, V., Celada, J.D., González, R., Carral, J.M., Sáez-Royuela M. e González, Á., 2015. Response of juvenile tench (*Tinca tinca* L.) fed practical diets with different protein contents and substitution levels of fish meal by soybean meal. *Aquac. Res.*, 46: 28– 38.
- Gomes, E.F., Rema, P. e Kaushik, S.J., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *Aquac.*, 130: 177–186.
- González-Rodríguez, Á., Celada, J.D., Carral, J.M., Sáez-Royuela, M. e Fuertes, J.B., 2014. Effects of varying protein level in practical diets on survival, growth, feed utilization and body composition of juvenile tench (*Tinca tinca* L.). *Aquac. Int.*, 22: 1723– 1735.
- González-Rodríguez, Á., Celada, J.D., Carral, J.M., Sáez-Royuela, M. e Fuertes, J.B., 2016. Evaluation of pea protein concentrate as partial replacement of fish meal in practical diets for juvenile tench (*Tinca tinca* L.). *Aquac. Res.*, 47: 2825–2834.
- Kamiński, R., Sikorska, J. e Wolnicki, J., 2017. Diet and water temperature affect growth and body deformities in juvenile tench *Tinca tinca* (L.) reared under controlled conditions. *Aquac. Res.*, 48: 1327–1337.
- Kayano, Y., Yao, S., Yamamoto, S., Nakagawa, H., 1993. Effects of feeding frequency on the growth and body constituents of young red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Aquac.* 110: 271–278.
- Kujawa, R., Hliwa, P., Martyniak, A., Mamcarz, A. e Kucharczyk, D., 2006. Initial rearing of vimba larvae (*Vimba vimba* L.) under controlled conditions on natural food and commercial fodder. *Polish. J. of Nat. Sc.*, 21: 971-985.
- Lee, S-M, Cho, S.H. e Kim, D.-J., 2000. Effects of feeding frequency and dietary energy level on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck & Schlegel). *Aquac. Res.*, 31: 917– 921.

- Leite, F. M. R., 2017. Estudos preliminares em tenca (*Tinca tinca*): avaliação do crescimento e comportamento alimentar (Tese de Mestrado).
- Mareš, J., Jirásek, J., Baránek, V., Fiala, J. e Kopp, R., 2007. Production effect of various feeds on two size classes of juvenile tench (*Tinca tinca*) under the conditions of intensive rearing. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun. Czech Repub.*, 1: 111-116.
- Myszkowski, L., Kamler, E. e Kwiatkowski, S., 2010. Weak compensatory growth makes short-term starvation an unsuitable technique to mitigate body deformities of *Tinca tinca* juveniles in intensive culture. *Reviews in fish biology and fisheries.*, 20: 381-388.
- Oh, S.-Y. e Maran, B.A.V., 2015. Feeding frequency influences growth, feed consumption and body composition of juvenile rock bream (*Oplegnathus fasciatus*). *Aquac. Int.*, 23: 175–184.
- Okumus, I. e Bascinar, N., 2001. The effect of different numbers of feeding days on feed consumption and growth of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)]. *Aquac. Res.*, 32: 365–367.
- Panicz, R., Żochowska-Kujawska, J., Sadowski, J. e Sobczak, M., 2017. Effect of feeding various levels of poultry by-product meal on the blood parameters, filet composition and structure of female tenches (*Tinca tinca*). *Aquac. Res.*, 1-12.
- Quirós, M. e Alvariño, J. M. R., 1998. Growth of tench (*Tinca tinca* L.) fed with and without the addition of the cladoceran *Daphnia*. *Polskie Archiwum Hydrobiologii.*, 45: 447-451.
- Quirós, M., Nicodemus, N., Alonso, M., Bartolomé, M., Écija, J.L. e Alvariño, J.M.R., 2003. Survival and changes in growth of juvenile tench (*Tinca tinca* L.) fed defined diets commonly used to culture non-cyprinid species. *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 149–151.
- Rennert, B., Kohlmann, K. e Hack, H., 2003. A performance test with five different strains of tench (*Tinca tinca* L.) under controlled warm water conditions. *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 161–164.
- Sáez-Royuela, M., Casado, M., Celada, J.D., Carral, J.M. e González-Rodríguez, A., 2015. Effect of dietary lipid level on survival, growth performance and body composition of juvenile tench (*Tinca tinca* L.) fed practical diets. *Aquac.*, 439: 14–19.
- Schnaittacher, G., King, W. e Berlinsky, D.L., 2005. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquac. Res.*, 36: 370– 377.
- Sun, G., Liu, Y., Qiu, D., Yi, M., Li, X. e Li, Y., 2016. Effects of feeding rate and frequency on growth performance, digestion and nutrients balances of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in recirculating aquaculture systems (RAS). *Aquac. Res.*, 47: 176–188.

- Thia-Eng, C. e Seng-Keh, T., 1978. Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskål), cultured in floating net-cages. *Aquac.*, 14: 31–47.
- Wang, N., Hayward, R.S. e Noltie, D.B., 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquac.*, 165: 261–267.
- Wolnicki, J., Myszkowski, L. e Kamiński, R., 2003. Effect of supplementation of a dry feed with natural food on growth, condition and size distribution of juvenile tench *Tinca tinca* (L.). *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 157–160.
- Wolnicki, J., Myszkowski, L., Korwin-kossakowski, M., Kamiński, R. e Stanny, L. A., 2006. Effects of different diets on juvenile tench, *Tinca tinca* (L.) reared under controlled conditions. *Aquac Int.*, 14: 89-98.
- Wu, Y., Han, H., Qin, J. e Wang, Y., 2015. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, body composition and waste output of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*) reared in net pens. *Aquac. Res.*, 46: 1436–1443.
- Wysujack, K. e Drahotta, A., 2017. Low effect of different feeding regimes on growth and feed conversion efficiency of juvenile Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Aquac. Res.*, 48: 5166–5170.
- Zhao, S., Han, D., Zhu, X., Jin, J., Yang, Y. e Xie, S., 2016. Effects of feeding frequency and dietary protein levels on juvenile allogynogenetic gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) var. CAS III: growth, feed utilization and serum free essential amino acids dynamics. *Aquac. Res.*, 47: 290– 303.
- Zhou, Z., Cui, Y., Xie, S., Zhu, X., Lei, W., Xue, M. e Yang, Y., 2003. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *J. Appl. Ichthyol.*, 19: 244– 249.

## **Farinha das folhas de mandioca em dietas suplementadas com carboidrases para poedeiras: desempenho e qualidade dos ovos**

Luiz Carlos Machado<sup>1\*</sup>, Tiago Antônio dos Santos<sup>2</sup>, Adriano Geraldo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Professores do IFMG Campus Bambuí. Minas Gerais – Brasil

<sup>2</sup>Zootecnista Gerente Regional na Biogenic Group. tiagoant.santos@gmail.com

\*Autores correspondentes: Luiz.machado@ifmg.edu.br / adriano.geraldo@ifmg.edu.br

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de níveis crescentes da farinha das folhas de mandioca (FFM) em dietas suplementadas com enzimas carboidrases sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos em galinhas poedeiras semi-pesadas da linhagem Isa Brown. Foram utilizadas 300 aves com 32 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com parcela subdividida no tempo (quatro períodos de 21 dias cada), cinco níveis de inclusão da farinha das folhas e seis repetições, perfazendo 30 parcelas experimentais com 10 aves cada. Os tratamentos foram compostos de uma dieta referência e as demais com quatro níveis crescentes de inclusão de FFM (1,5; 3,0; 4,5 e 6,0% da ração), sendo todas essas suplementadas com 0,02% de complexo enzimático, sendo avaliados parâmetros de desempenho produtivo e qualidade dos ovos. Não houve efeito dos tratamentos sobre a produção de ovos e conversão alimentar ( $P>0,05$ ) bem como sobre a gravidade específica, espessura e porcentagem de casca. Foi observada diferença significativa ( $P<0,05$ ) para consumo de ração e coloração de gema, onde os níveis de inclusão de 4,5 e 6,0% proporcionaram maior consumo e coloração da gema. A inclusão de FFM em níveis de até 6,0% em rações suplementadas com carboidrases, para poedeiras semi-pesadas, não afeta o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras Isa Brown. A inclusão de níveis de 4,5% e 6% proporciona também maior intensidade de coloração nas gemas dos ovos.

**Palavras chave:** galinhas poedeiras, avicultura, enzimas exógenas, coloração da gema.

## **ABSTRACT**

The objective was to evaluate the inclusion of increasing levels of cassava leaf meal (CLM) supplemented with carbohydrate enzymes in a balanced diet for Isa Brown semi-heavy laying hens and their effects on productive performance and the quality of the eggs. A total of 300 32 weeks laying hens were used being distributed in a completely randomized design with a plot subdivided in time (four periods of 21 days each), five levels of inclusion and six replications. So each experimental plot contained 10 hens. The treatments were composed of one reference diet and another's four diets with increasing levels of CLM (1.5, 3.0, 4.5 and 6.0%) supplemented with 0.02% of the enzymatic complex, being evaluated performance and egg quality parameters. There were no effect of treatments on egg production and feed conversion ( $P>0.05$ ) as well as on the specific gravity, thickness and percentage of bark. A significant difference ( $P<0.05$ ) was observed for feed intake and yolk color, where the inclusion of 4.5 and 6.0% of CLM provided higher levels of feed intake and color of the yolk. The inclusion of CLM at levels up to 6.0% in carbohydrate-supplemented diets for semi-heavy laying hens does not affect egg quality and performance of Isa Brown laying hens. The level of 4.5% of cassava leaves flour provides better egg yolk coloration.

**Key-words:** chicken hens, exogenous enzymes, poultry science, yolk coloring

## INTRODUÇÃO

A produção avícola brasileira vem atravessando um processo de grande transformação, sendo um segmento extremamente competitivo no mercado internacional. No ano de 2018 o consumo per capita anual do país foi de 212 ovos, havendo aumento de 11,45% e 92,89% na produção e exportação de ovos respectivamente, em relação ao ano de 2017 (ABPA, 2019). A alimentação das aves engloba aproximadamente 60 a 70% dos custos totais de produção desta atividade produtiva e atualmente as matérias primas ditas tradicionais, que são *commodities* agrícolas, podem alcançar preços elevados no mercado, conforme a época do ano, sendo essencial a pesquisa por ingredientes alternativos (Anaeto e Adighibe, 2011, Iji *et al.*, 2017, Celis *et al.*, 2019). Em países tropicais existem várias espécies de plantas e subprodutos agroindustriais capazes de fornecer aporte significativo de nutrientes a baixo custo (Iji *et al.*, 2017; Ogbuewu e Mbajorgu, 2019). Neste contexto, se destacam os subprodutos da parte aérea da mandioca, que muitas vezes não é aproveitada, apresentando elevado conteúdo de cálcio, ferro, vitaminas, aminoácidos e pigmentos carotenoides como a luteína, podendo contribuir para uma melhor pigmentação da gema dos ovos para atender à demanda dos consumidores (Eggum, 1970; Wobeto *et al.*, 2006; Kyawt *et al.*, 2014) ou ainda contribuir para redução do teor de colesterol da gema (Kyawt *et al.*, 2014).

A farinha das folhas de mandioca (FFM) um subproduto agroindustrial obtido a partir da parte aérea, que, após processamento, apresenta baixo teor de glicosídeos cianogênicos (Ferreita *et al.*, 2011). Como destacado por Faria *et al.* (2011) é um ingrediente alternativo que pode apresentar eficiência econômica satisfatória bem como contribuir para a melhoria da qualidade de carcaça em frangos de corte. Outros autores trabalharam avaliando a substituição dos alimentos tradicionais por subprodutos da mandioca na alimentação das aves, obtendo resultados interessantes a partir da parte subterrânea rica em amido (Nascimento *et al.*, 2000; Cruz *et al.*, 2006; Anaeto e Adighibe, 2011; Ogbuewu e Mbajorgu, 2019; Celis *et al.*, 2019), da parte aérea rica em pigmentos e aminoácidos (Ravindran, 1995; Silva *et al.*, 2000; Borin *et al.*, 2006; Faria *et al.*, 2011; Machado *et al.*, 2016) ou ainda avaliando a mistura entre parte subterrânea e aérea em diferentes proporções (Eruvbetine *et al.*, 2003, Kyawt *et al.*, 2014).

Contudo, a FFM possui elevado teor de taninos e carboidratos fibrosos, principalmente polissacarídeos não amiláceos, que além de serem pouco aproveitados pelas aves, dificultam a digestão e absorção dos demais nutrientes, além de considerável elevação na taxa de passagem, podendo haver redução significativa na digestibilidade dos nutrientes (Scapinello *et al.* 1999; Bertechini, 2006; Borin *et al.*, 2006; Machado *et al.*, 2016). Para melhoria do valor nutricional de ingredientes com elevado conteúdo fibroso e redução do efeito antinutricional da fibra, pode ser

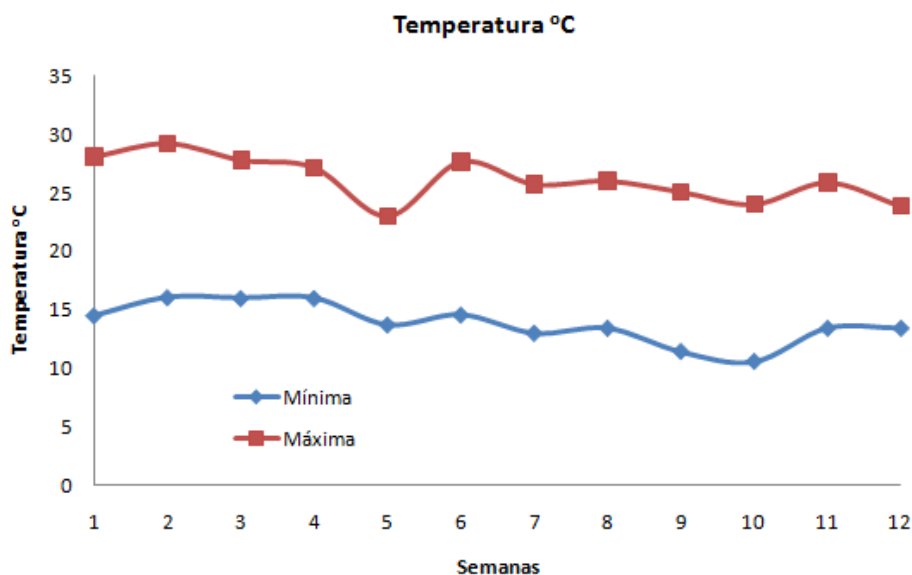
realizado tratamento alcoólico para solubilização de taninos (Machado *et al.*, 2016) ou utilizado complexo enzimático (CE) composto por enzimas carboidrases tais como  $\alpha$ -galactosidase, galactomananase, xilanase, e  $\beta$ -glucanase, que atuarão em compostos não digeridos pelas enzimas animais, proporcionando redução do efeito antinutricional e maior disponibilização de moléculas para possível absorção (Bertechini, 2006). Silva *et al.* (2000) perceberam que essas enzimas foram eficazes para melhora do valor de energia metabolizável, quando níveis crescentes de farinha das folhas de mandioca foram adicionados às dietas para frangos de corte.

Dessa maneira, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da adição de níveis crescentes de FFM em dietas suplementadas com carboidrases, sobre o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de poedeiras semi-pesadas da linhagem Isa Brown, de 32 a 44 semanas de idade.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Animais e condições experimentais**

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG - Campus Bambuí), no período de março a julho de 2009, com duração de 84 dias (4 períodos de 21 dias cada). No ano de realização da pesquisa não se exigia a aprovação do protocolo em comitê de ética animal e os procedimentos adotados estão em conformidade com as práticas zootécnicas tradicionais, sem submissão de animais a restrições hídricas ou alimentar ou qualquer outro procedimento invasivo. Os animais permaneceram em galpão de postura sem climatização, coberto com telhas de barro, com pé direito de 1,80 m, cercado com tela de polietileno para impedir a entrada de pássaros e outros animais. Os comedouros utilizados eram do tipo calha e os bebedouros do tipo *nipple*. O programa de luz adotado seguiu o fornecimento diário de 16 horas de luz (natural + artificial). A temperatura mínima e máxima (médias) observadas no período experimental, podem ser visualizadas na Figura 1, sendo o termômetro instalado no centro do galpão, localizado à altura das aves.



**Figura 1-** Médias de temperatura observadas no período de março a julho de 2009.

Foram utilizadas 300 aves da linhagem Isa Brown no período de 32 a 44 semanas de idade, distribuídas em 30 parcelas experimentais, sendo cada parcela constituída por cinco gaiolas (duas aves por gaiola, a qual continha dimensões de 30 x 38 x 40 cm). A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental com arração realizado duas vezes ao dia.

## Tratamentos

Os tratamentos foram assim definidos: 1) referência: ração padrão sem inclusão de FFM ou complexo enzimático (CE); 2) FFM1,5: ração com inclusão de 1,5% de FFM e 0,02% de CE; 3) FFM3,0: ração com inclusão de 3,0% de FFM e 0,02% de CE; 4) FFM4,5: ração com inclusão de 4,5% de FFM e 0,02% de CE; 5) FFM6,0: ração com inclusão de 6,0% de FFM e 0,02% de CE. O CE era constituído de enzimas carboidrases, com atividades  $\alpha$ -galactosidade (35 u/g), galactomananase (110 u/g),  $\beta$ -glucanase (1.100 u/g) e xilanase (1.500 u/g). As dietas foram formuladas de acordo com as necessidades propostas no manual da linhagem Isa Brown (Hendrix Genetics - Nutrition Management Guide) sendo isoenergéticas, isoprotéicas, isocálcicas e isofosfóricas, considerando um consumo diário estimado em 120g/ave/dia. Os aminoácidos foram equilibrados para atender à exigência nutricional em aminoácidos totais, em função da falta de informações sobre a digestibilidade dos aminoácidos da FFM para aves. Para a formulação, foram utilizados dados de composição nutricional dos alimentos descritos em Rostagno *et al.* (2005). A composição percentual e nutricional das rações experimentais e a composição da FFM se encontram,



respectivamente, nas tabelas 1 e 2. A FFM foi obtida a partir do processamento da parte aérea da mandioca, plantada em plantio adensado. Nesta metodologia a parte aérea da mandioca é recolhida, seca e processada em equipamento específico, havendo separação em cinco frações de diferentes granulometrias, desde uma grosseira e mais lenhosa a uma mais fina com elevado teor proteico (Ferreira *et al.*, 2011).

**Tabela 1** - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais.

<b>Ingredientes</b>	<b>Referência</b>	<b>FFM1,5</b>	<b>FFM3,0</b>	<b>FFM4,5</b>	<b>FFM6,0</b>
Milho (%)	60,24	58,88	57,52	56,16	54,80
Farelo de soja (%)	27,89	27,48	27,06	26,65	26,23
Farinhadas folhas de mandioca (%)	-	1,50	3,00	4,50	6,00
Calcário (%)	8,43	8,36	8,30	8,23	8,17
Fosfato bicálcico (%)	1,52	1,52	1,52	1,53	1,53
Óleo de soja (%)	0,86	1,20	1,54	1,88	2,22
DL-metionina (%)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Suplemento mineral <sup>1</sup> (%)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico <sup>2</sup> (%)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de sódio (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Complexo enzimático <sup>3</sup> (%)	-	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Composição calculada</b>					
Nutriente					
Proteína bruta (%)	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70
Cálcio (%)	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Fósforo disponível (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Lisina total (%)	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93
Metionina + cisteína total (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Treonina total (%)	0,69	0,69	0,69	0,70	0,70
Energia metabolizável <sup>4</sup>	2750	2750	2750	2750	2750
<b>Composição analisada</b>					
Matéria seca (%)	89,34	89,51	88,65	89,46	89,56
Proteína bruta (%)	17,19	16,94	16,28	16,11	16,56
Extrato etéreo (%)	3,82	4,08	4,12	4,75	5,88
Matéria mineral (%)	12,69	13,29	13,62	12,94	11,99
FDN (%)	45,21	44,47	51,54	52,92	55,98
FDA (%)	5,58	6,27	6,37	6,71	7,23

<sup>1</sup> Composição suplemento mineral por kg de produto: manganês 75000 mg, ferro 50000 mg, iodo 1500 mg, zinco 70000mg, cobre 8500mg, cobalto 200 mg.

<sup>2</sup> Composição suplemento vitamínico por kg de produto: vitaminas: A 800000 µ, B12 1000 mg, D3 2000000 µ, E 15000mg, K3 2000 mg, B2 4000 mg, B6 1000 mg, niacina 19900 mg, ac. pantatênico 5350 mg, ac. fólico 200 mg, selênio 2500 mg, antioxidante 100000 mg.

<sup>3</sup> Complexo enzimático com atividades α-galactosidade (35 u/g), galactomananase (110 u/g), β-glucanase (1.100 u/g) e xilanase (1.500 u/g).

<sup>4</sup> Valores em kcal/kg.

**Tabela 2** - Composição químico-bromatológica da farinha das folhas de mandioca

Princípio nutritivo	Valor (%)	Princípio nutritivo	Valor (%)
Matéria seca	91,12	Fósforo	0,35
Proteína bruta	20,39	Cálcio	1,67
Extrato etéreo	4,62	Lisina <sup>1</sup>	1,29
Matéria mineral	10,19	Metionina + cistina <sup>1</sup>	0,83
FDN	53,92	Treonina <sup>1</sup>	0,96
FDA	27,15	Energia	1697,00
		Metabolizável <sup>2</sup>	

<sup>1</sup> Valores obtidos a partir de Ortega-Flores *et al.* (2003) e Eggun (1970)

<sup>2</sup> Valor em kcal/kg, obtido a partir de Silva *et al.* (2000)

### Parâmetros avaliados

Para avaliação do desempenho produtivo, foram tomados dados de produção média de ovos (porcentagem de ovos), perda dos ovos (%), consumo de ração (g/ave/dia), peso médio dos ovos (g) e conversão alimentar (g ração/g ovo). Os ovos foram coletados duas vezes ao dia, com anotação dos ovos íntegros, quebrados e trincados. Ao final de cada semana foi calculada a produção de ovos por ave por dia e também o consumo de ração pelas aves da parcela experimental, pesando-se as sobras de ração dos baldes. Quando na perda de alguma ave, a parcela de ração não consumida foi pesada e anotada em planilha para correção, conforme metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2007). Ao final de cada período experimental foi calculada a média da produção de ovos e do consumo de ração das três semanas correspondentes a cada fase. Para determinação do peso médio dos ovos, ao final de cada semana, todos os ovos íntegros produzidos foram coletados e pesados ao final da tarde para obtenção do peso médio por parcela experimental. Para cálculo do peso médio dos ovos no

período, foi utilizada a média obtida a partir das pesagens realizadas em três semanas. Para avaliação da qualidade externa e interna dos ovos foram tomados os parâmetros de peso específico dos ovos, coloração da gema, porcentagem de casca e espessura da casca. Para a determinação do peso específico, se utilizou todos os ovos íntegros produzidos nos três últimos dias do período, sendo imersos e avaliados em 10 soluções de NaCl acondicionadas em baldes plásticos, com densidade variando de 1,066 a 1,102g/cm<sup>3</sup> e gradiente de 0,004 entre as mesmas (método da imersão salina, Castelló *et al.*, 1989), sendo a densidade das soluções confirmadas a partir da utilização de densímetro de petróleo marca Incoterm. Para avaliação da coloração da gema foi utilizada escala padrão de 1 a 15 cores (disco colorimétrico *Yolk Color Fan* - DSM).

### **Análise estatística**

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 5 tratamentos e 6 repetições, sendo as parcelas subdivididas no tempo (4 períodos de 21 dias cada). Utilizou-se o teste de Scheffé para contrastes entre tratamentos, onde contrastou-se os resultados obtidos das aves recebendo o tratamento referência (0% de inclusão de FFM) em relação aos diferentes níveis de inclusão FFM, e teste de regressão aplicada sobre os níveis quantitativos de inclusão FFM (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6%). Para avaliação dos períodos experimentais (21; 42; 63 e 84 dias) também se aplicou o teste de regressão. Os dados foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ) utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## **RESULTADOS**

### **Efeitos gerais sobre o desempenho e qualidade dos ovos**

Foi observado efeito significativo ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre o consumo de ração e peso médio dos ovos (tabela 3, figura 2). Analisando-se os contrastes ortogonais, observa-se um menor consumo de ração pelas aves que receberam a dieta referência em relação as aves que receberam as dietas com inclusão de 4,5% ( $P < 0,05$ ) e 6,0% de FFM ( $P < 0,01$ ) na ração. Houve efeito linear ( $P < 0,01$ ) dos tratamentos sobre o consumo de ração onde a maior inclusão de FFM proporcionou maior consumo alimentar (figura 2). Para os parâmetros produção de ovos e conversão alimentar, não foi encontrado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos nos contrastes propostos e na análise de regressão ( $P > 0,05$ ) (tabela 3).

**Tabela 3:** Consumo de ração (g/ave.dia), produção de ovos (%/ave.dia), peso médio dos ovos (g) e conversão alimentar de poedeiras que receberam dietas experimentais no período de 32 a 44 semanas de idade.

Variáveis	Tratamentos					CV1(%) <sup>6</sup>	Efeito	DMS <sup>1</sup>	DMS <sup>2,3,4,5</sup>	R
	Referência	FFM1,5	FFM3,0	FFM4,5	FFM6,0					
Consumo de ração(g/ave/dia)	<b>115,30<sup>1**</sup></b>	117,84	118,1	<b>120,48<sup>4*</sup></b>	<b>122,55<sup>5**</sup></b>	5,59	L**	5,034	6,368	96,21
Produção de ovos (%/ave/dia)	90,80	93,14	94,28	92,67	93,91	6,95	NS	4,900	6,198	-
Peso médio dos ovos (g)	<b>62,07<sup>1**</sup></b>	<b>63,97<sup>2**</sup></b>	63,42	<b>64,19<sup>4**</sup></b>	<b>63,87<sup>5*</sup></b>	3,68	NS	1,769	2,238	-
Conversão alimentar (kg ração/kg ovos)	2,1022	2,0021	1,9933	2,0525	2,0669	9,18	NS	0,142	0,180	-

Médias seguidas por asterisco na linha são diferentes estatisticamente pelo teste Scheffé (\*\* P<0,01, \*P<0,05)

<sup>1</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e demais tratamentos:  $Y = 4m_1 - m_2 - m_3 - m_4 - m_5$ ;

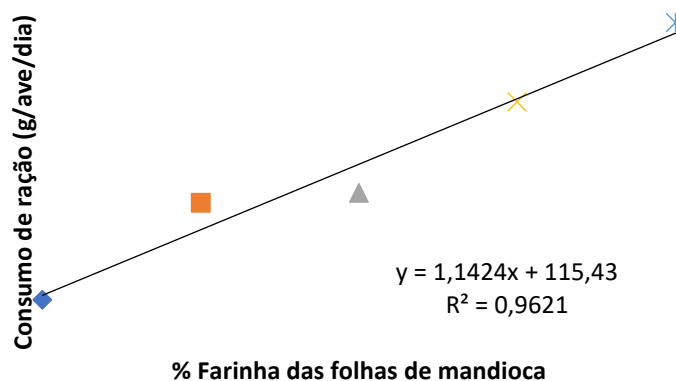
<sup>2</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM1,5:  $Y = m_1 - m_2$ ;

<sup>3</sup> contraste ortogonal propostos entre o tratamento referência e FFM3,0:  $Y = m_1 - m_3$ ;

<sup>4</sup> contrastes ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM4,5:  $Y = m_1 - m_4$ ;

<sup>5</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM6,0:  $Y = m_1 - m_5$ .

<sup>6</sup>CV1(%): coeficiente de variação para tratamento



**Figura 2-** Efeito dos níveis quantitativos de FFM sobre consumo de ração (g/ave/dia).

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos sobre a gravidade específica dos ovos e porcentagem de casca (tabela 4). Analisando os contrastes, observa-se que o tratamento referência apresentou melhores valores somente em relação aos tratamentos com suplementação de 3,0% ( $P < 0,05$ ) e 4,5% de FFM ( $P < 0,05$ ) na ração. Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos níveis de

inclusão na análise de regressão polinomial. Para a porcentagem de casca, observou-se somente o efeito do contraste ortogonal entre o tratamento referência em relação ao tratamento com 6,0% de inclusão de FFM ( $P < 0,05$ ), onde a maior inclusão proporcionou uma menor porcentagem de casca nos ovos.

**Tabela 4:** Parâmetros de qualidade dos ovos de poedeiras que receberam dietas experimentais no período de 32 a 44 semanas de idade.

Variáveis	Tratamentos					CV1(%) <sup>6</sup>	Efeito	DMS <sup>1</sup>	DMS <sup>2,3,4,5</sup>
	Referência	FFM1,5	FFM3,0	FFM4,5	FFM6,0				
Gravidade específica (g/ml)	<b>1,0930<sup>1*</sup></b>	1,0925	<b>1,0916<sup>3*</sup></b>	<b>1,0916<sup>4*</sup></b>	1,0920	0,19	NS	0,002	0,002
Espessura da casca (mm)	0,556	0,549	0,550	0,546	0,555	5,59	NS	0,002	0,003
Porcentagem de casca (%)	10,12	10,00	10,02	9,89	<b>9,81<sup>5*</sup></b>	4,71	NS	0,356	0,450

Médias seguidas por asterisco na linha são diferentes estatisticamente pelo teste Scheffé (\*\*  $P < 0,01$ , \* $P < 0,05$ )

<sup>1</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e demais tratamentos:  $Y = 4m_1 - m_2 - m_3 - m_4 - m_5$ ;

<sup>2</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM1,5:  $Y = m_1 - m_2$ ;

<sup>3</sup> contraste ortogonal propostos entre o tratamento referência e FFM3,0:  $Y = m_1 - m_3$ ;

<sup>4</sup> contrastes ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM4,5:  $Y = m_1 - m_4$ ;

<sup>5</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM6,0:  $Y = m_1 - m_5$ .

<sup>6</sup>CV1(%): coeficiente de variação para tratamento

### Efeitos dos períodos avaliados

Com relação aos períodos experimentais avaliados, a tabela 5 apresenta o desempenho produtivo das aves. Nota-se que houve efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) dos períodos sobre todas as variáveis de desempenho analisadas. Além disso, pode-se observar que no último período houve uma piora significativa no desempenho geral das aves.

**Tabela 5:** Médias dos parâmetros de desempenho produtivo de poedeiras em idade de 32 a 44 semanas, considerando quatro períodos de 21 dias cada.

Variáveis	Períodos (dias)				CV2(%) <sup>6</sup>	Efeito	<sup>7</sup> R <sup>2</sup>
	1 (1-21° dia)	2 (22-42° dia)	3 (43-63° dia)	4 (64-84° dia)			
Consumo de ração (g/ave/dia)	120,34	120,41	122,09	112,59	2,51	Q**	84,94
Produção de ovos (%/ave/dia)	97,00	96,21	95,14	83,49	3,24	Q**	95,63
Peso médio dos ovos (g)	62,72	64,01	64,49	62,80	1,26	Q**	96,03
Conversão Alimentar (kg ração/kg ovos)	1,98	1,96	1,99	2,24	6,17	Q**	96,76

Q\*\* - Efeito quadrático (P<0,01). R<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação.

<sup>6</sup>CV2(%): coeficiente de variação para períodos.

<sup>7</sup>R<sup>2</sup>: coeficiente de correlação em porcentagem.

Houve efeito quadrático para a gravidade específica e efeito linear para porcentagem de casca, onde o quarto período apresentou valores superiores, demonstrando melhoria na qualidade da casca (tabela 6). Para a variável espessura da casca não foi observado o efeito dos tratamentos sobre esta medida (P>0,05).

**Tabela 6:** Médias dos parâmetros de qualidade de ovos de poedeiras em idade de 32 a 44 semanas, considerando quatro períodos de 21 dias cada.

Variáveis	Períodos (dias)				CV2(%) <sup>6</sup>	Efeito	<sup>7</sup> R <sup>2</sup>
	1 (1-21° dia)	2 (22-42° dia)	3 (43-63° dia)	4 (64-84° dia)			
Gravidade específica (g/ml)	1,0919	1,0920	1,0915	1,0932	0,10	Q**	73,90
Espessura (mm)	0,54	0,58	0,53	0,56	3,39	NS	-
Porcentagem de casca (%)	9,79	9,89	10,04	10,15	3,94	L**	99,08

L\*\* – Efeito linear \*(P<0,05) e \*\*(P<0,01);

Q\*\* - Efeito quadrático (P<0,01);

NS – Não significativo (P>0,05).

<sup>6</sup>CV2(%): coeficiente de variação para períodos experimentais.

<sup>7</sup>R<sup>2</sup>: coeficiente de correlação em porcentagem.

## Interação entre os efeitos sobre tratamentos e períodos experimentais

Em relação à coloração de gema, houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e períodos experimentais, sendo direcionados os contrastes do tratamento controle com os demais para comparação entre as médias. Os resultados são apresentados na tabela 7.

**Tabela 7:** Médias desdobradas em tratamento dentro de período para a variável da coloração da gema de ovos de poedeiras no período de 32 a 44 semanas de idade.

Coloração da gema				
Tratamentos	Períodos (dias)			
	1 (1-21° dia)	2 (22-42° dia)	3 (43-63° dia)	4 (64-84° dia)
Referência	7,750	7,375	<b>7,125<sup>1*</sup></b>	7,208
FFM1,5	7,625	7,583	7,126	7,250
FFM3,0	7,750	7,500	7,542	7,333
FFM4,5	8,083	7,708	<b>7,667<sup>4*</sup></b>	<b>7,792<sup>4**</sup></b>
FFM6,0	8,125	7,083	<b>7,625<sup>5*</sup></b>	7,250
CV1(%) <sup>6</sup> = 4,53    CV2(%) <sup>7</sup> = 4,30    DMS = 0,6619 <sup>2,3,4,5</sup> 0,5233 <sup>1</sup>				

Médias seguidas por asterisco na linha são diferentes estatisticamente pelo teste Scheffé (\*\*  $P < 0,01$ , \*  $P < 0,05$ )

<sup>1</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e demais tratamentos:  $Y = 4m_1 - m_2 - m_3 - m_4 - m_5$ ;

<sup>2</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM1,5:  $Y = m_1 - m_2$ ;

<sup>3</sup> contraste ortogonal propostos entre o tratamento referência e FFM3,0:  $Y = m_1 - m_3$ ;

<sup>4</sup> contrastes ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM4,5:  $Y = m_1 - m_4$ ;

<sup>5</sup> contraste ortogonal proposto entre o tratamento referência e FFM6,0:  $Y = m_1 - m_5$ .

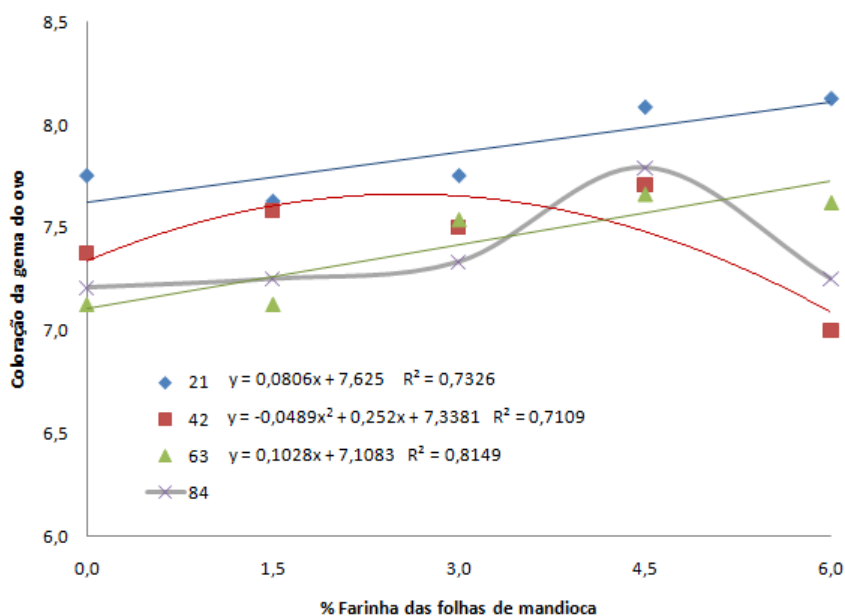
<sup>6</sup>CV1(%): coeficiente de variação para tratamentos.

<sup>7</sup>CV2(%): coeficiente de variação para períodos experimentais.

Para os contrastes propostos, observou-se menor coloração de gema ( $P < 0,05$ ) para a dieta referência em comparação com FFM4,5 e FFM6,0 no período 3 (43°- 63°dia). Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o período 4 (64°- 84°dia), sendo observado menor grau de coloração de gema para a dieta referência quando comparada com FFM4,5. O contraste realizado para a variável coloração de gema apontou melhores resultados para coloração da gema do ovo com a inclusão de 4,5% de FFM na dieta.



Analisando os níveis quantitativos de FFM dentro de cada período experimental (figura 3) através da análise de regressão para a variável coloração de gema do ovo, observou-se efeito linear ( $P < 0,05$ ) dentro do período 1 ( $1^{\circ}$ -  $21^{\circ}$ dia) e no período 3 ( $43^{\circ}$ -  $63^{\circ}$ dia) ( $P < 0,01$ ). Foi observado também efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) para o período 2 ( $22^{\circ}$ -  $42^{\circ}$ dia), não ocorrendo efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos dentro do período 4 ( $64^{\circ}$ -  $84^{\circ}$ dia).



**Figura 3-** Efeito dos níveis quantitativos de FFM dentro de cada período experimental, sobre a variável coloração da gema do ovo. 21: Período 1 ( $1^{\circ}$ -  $21^{\circ}$ dia); 42: período 2 ( $22^{\circ}$ -  $42^{\circ}$ dia); 63: período 3 ( $43^{\circ}$ -  $63^{\circ}$ dia); 84: período 4 ( $64^{\circ}$ -  $84^{\circ}$ dia)

## DISCUSSÃO

Neste trabalho foi encontrado efeito linear dos níveis de inclusão de FFM sobre o consumo de ração (figura 3), diferentemente de Cruz *et al.* (2006) que verificaram efeito quadrático. Esta diferença se deve principalmente à natureza distinta entre os dois subprodutos agroindustriais vindos da mandioca (a farinha da apara de mandioca tem elevado teor de amido e baixos de proteína e carboidratos fibrosos), se tratando aqui de um ingrediente com elevado teor de fibras. Analisando os contrastes propostos, observa-se que somente as aves alimentadas com FFM4,5 e FFM6,0 apresentaram maior consumo de ração em relação às aves alimentadas com a dieta referência. Este fato ocorre devido à elevação na taxa de passagem em consequência de maior conteúdo fibroso nestas

dietas e como há uma menor taxa de absorção de nutrientes, haverá também necessidade de ingestão de maior quantidade de ração para se garantir a mesma quantidade de nutrientes absorvida (Borin *et al.*, 2006, Bertechini, 2006). Resultados semelhantes foram também encontrados por por Kyawt *et al.* (2014).

Embora tenham influenciado o consumo, os níveis de FFM aqui utilizados não provocaram alterações significativas no desempenho produtivo das aves. Mesmo com maiores níveis de fibras, incluindo aqui polissacarídeos não amiláceos, as dietas experimentais foram bem equilibradas e proporcionaram assim aporte adequado de nutrientes. Além disso, embora não se tenha avaliado a inclusão da FFM sem a adição de carboidrases, acredita-se que as enzimas exógenas contribuíram para redução dos efeitos antinutricionais proporcionados pelos polissacarídeos não amiláceos (Bertechini, 2006), disponibilizando moléculas para absorção e metabolismo energético.

Trabalhos que utilizaram a FFM para aves são escassos. Corroborando estes achados, Ravindran (1995) e Kyawt *et al.* (2014) não observaram queda no desempenho produtivo de poedeiras quando a FFM foi incluída nas rações. Utilizando frangos de corte, Silva *et al.* (2000) verificaram ser possível a adição de 5,17% de FFM em dietas suplementadas com enzimas, sem comprometer a performance. Já Eruvbetine *et al.* (2003) e Faria *et al.* (2011) perceberam ligeira queda no desempenho de frangos quando 10% de FFM foi incluído na ração destes animais, embora a análise financeira tenha mostrado que houve viabilidade econômica para inclusão do ingrediente neste nível, sendo indicado a sua adoção. Neste sentido, Bengson *et al.*, (1986) apontaram a substituição de 5-10% da ração por FFM como uma boa opção econômica para a produção de frangos de corte. Fica claro que a FFM é um ingrediente passível de ser utilizado na alimentação das aves, desde de que sejam utilizados níveis adequados.

As aves que receberam a dieta referência apresentaram menor peso dos ovos em relação as aves que consumiram as dietas FFM1,5; FFM4,5 e FFM6,0. Isso pode ter estreita relação com o fato de que com a elevação do nível de inclusão de FFM houve maior necessidade da inclusão de óleo de soja para ajuste do conteúdo de energia metabolizável (tabela 1). Esta alteração proporcionou maior conteúdo de ácidos graxos essenciais, como o linoleico, em algumas rações, havendo estreita relação destes níveis com o peso do ovo (Bertechini, 2006, Lelis et al, 2009).

Analisando os contrastes propostos, observa-se que as aves alimentadas com a ração referência apresentaram melhores valores de gravidade específica dos ovos em relação a aves que receberam as dietas FFM 3,0 e FFM 4,5; não diferindo da gravidade específica dos ovos das aves que consumiram as dietas FFM 1,5 e FFM 6,0. Apesar das diferenças serem significativas somente entre o tratamento referência em relação a ração com FFM3,0 e FFM4,5, observa-se que os valores aqui

encontrados são bons, de acordo com Roque e Soares (1994) na qual classificam os ovos como de casca grossa (boa qualidade) quando a gravidade específica é maior que 1,080 g/ml. Também os valores de espessura de casca aqui aferidos estão dentro do esperado, sendo ainda maiores que Kyawt *et al.* (2014), que encontraram valores médios de 0,445mm.

Os pigmentos advindos da FFM foram eficientes para garantir melhor coloração da gema, podendo esta ser uma alternativa interessante a nível de formulação de rações nas granjas. Esta melhoria na tonalidade a partir da inclusão da FFM foi também verificada por Ravidram (1995) e Kyawt *et al.* (2014).

Como esperado, o desempenho produtivo das aves piorou com o avançar da idade. Chama-se atenção ao fato de que no período 4, os parâmetros avaliados apresentaram resultados insatisfatórios, abaixo do esperado para esta linhagem (tabela 5). A partir da análise das condições de alojamento e manejo, não se encontrou situação lógica que explicasse esta queda no desempenho dos animais.

## **CONCLUSÕES**

A inclusão de farinha das folhas de mandioca em níveis de até 6,0% em rações suplementadas com carboidratos, para poedeiras semi-pesadas, não afeta o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras Isa Brown. A inclusão de 4,5% de farinha das folhas de mandioca proporciona melhor coloração da gema dos ovos.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao IFMG - Campus Bambuí, à FAPEMIG pela concessão das bolsas e a UNIQÚMICA pela doação do complexo enzimático e aminoácidos para a execução do projeto.

## **REFERÊNCIAS**

Anaeto, M. e Adighibe, L.C., 2011. Cassava root meal as substitute for maize in layers ration. *Braz J. Poultry Sci.*, 13(2): 153-156.

Associação Brasileira de Proteína Animal – Relatório Anual 2019. 165p. Disponível em: <http://abpa-br.org/mercados/>

Bengson, Z.S., Alladin, C.C. e Menguita, M.C., 1986. Cassava leaves as potential feed for broilers. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PH8810880>. Acesso em 30 de janeiro de 2020.

Bertechini, A.G., 2006. Nutrição de monogástricos. Editora UFLA, Lavras, 301pp.

Borin, K., Lindberg, J. E. e Ogle, R. B., 2006. Digestibility and digestive organ development in indigenous and improved chickens and ducks fed diets with increasing inclusion levels of cassava leaf meal. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 90: 230-237

Castelló, J.A.L., Pontes, M. e González, F.F., 1989. Producción de huevos. Real Escuela de Avicultura, Barcelona, 367pp.

Celis, P.W., Mathios, F.M., Cáceres, C. J., Aguilar, V. J. 2019. Rendimiento productivo de polos parrilleros alimentados con harina de yuca (*Manihot esculenta*) como reemplazo del maíz. *Rev. Inv. Vet. Perú.*, 30(2): 676-681.

Cruz, F. G. G., Filho, M. P. e Chaves, F. A. L., 2006. Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. *Rev. Bras. Zoot.*, 35(6): 2303-2308.

Eggun, B. O., 1970. The protein quality of cassava leaves. *Br. J. Nutr.*, 24: 761-768.

Eruvbetine, D., Tajudeen I. D., Adeosun A. T. e Olojede A. A., 2003. Cassava (*Manihot esculenta*) leaf and tuber concentrate in diets for broiler chickens. *Bioresour. Technol.*, 86(3): 277-281.

Faria, P. B., Vieira, J. O, Silva, J. N., Rodrigues, A. Q., Souza, X. R., Santos, F. R. e Pepeira A. A., 2011. Performance and carcass characteristics of free-Range broiler chickens fed diets containing alternative feedstuffs. *Braz. J. Poultry Sci.*, 13(3): 211-216.

Ferreira, M., Machado L. C., Ferreira W. M. e Silva J., 2011. Parte aérea de diferentes cultivares de mandioca como fonte de fibra para utilização na alimentação animal. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 7: 1-11.

Ferreira, D.F. 2011. Sisvar. A computer statistical analysis system., *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.

Hendrix Genetics. Nutrition management guide. Sd. 28p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipp/brasil>

Kyawt, Y.Y., Toyama, H., Htwe, W.M., Thaikua, S., Imura, Y. e Kawamoto, Y., 2014. Effects of cassava substitute for maize based diets on performance characteristics and egg quality of laying hens. *Int. J. Poult. Sci.*, 13(9): 518-524.

Iji, P.A., Toghyani, M., Ahiwe E.U. e Omede A.A., 2017. Alternative sources of protein for poultry nutrition. In: Applegate T. Achieving sustainable production of poultry meat, volume 2: breeding and nutrition, pp.237-269.

Lelis, G. R., Silva, M. D., Tavernari, F. C., Albino, L. F. T. e Rostagno H. S., 2009. Performance of layers fed diets containing different oils. *Braz. J. Poultry Sci.*, 11(4): 235-240.

Machado, L. C., Oliveira, M. L. R., Geraldo, A., Sousa, E. J. J. e Santos T. A., 2016. Digestibilidade de rações e valor de energia metabolizável da farinha das folhas de mandioca e do feno do terço superior da rama da mandioca com e sem tratamento alcóolico para codornas. *Revista Agrogeoambiental*, 8: 111-117.

Nascimento, G. A. J., Costa, F. G. P., Amarante Junior, V. S. e Barros L. R., 2005. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. *Ciênc. Agrotec.*, 29: 200-207.

Ortega-Flores, C. I., Costa, M. A. L., Cereda, M. P. e Penteado, M. V. C., 2003. Avaliação da qualidade protéica da folha desidratada de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição*, 25: 47-59.

Ogbuewu, I. P. e Mbajjorgu, C. A. 2019. Potencial of leaf and seedes of tropical plants in chickens diets: effect on spermatozoa and egg production. *Trop Anim Health Prod*, 51(2): 267-277.

Ravindran, V. 1995. Short comunication: Evaluation of a layer diet formulated from no-conventional feedingstuffs. *Br Poult Sci*, 36: 165-170.

Rostagno, H. S., 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 2. Editora UFV, Viçosa, 186 pp.

Roque, L., Soares, M.C., 1994. Effects of Eggshell Quality and Broiler Breeder Age on Hatchability. *Int. J. Poult. Sci.*, 73: 1838-1845.

Sakomura, N.K. e Rostagno, H. S., 2007. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Funep, Jaboticabal, 283pp.

Scapinello, C., Falco, J.E., Furlan, A.C. e Faria, H.G., 1999. Valor nutritivo do feno da rama de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para coelhos em crescimento. Rev. Bras. Zoot. 28(5): 1063-1067.

Silva, H. O., Fonseca R. A. e Guedes Filho R. S., 2000. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. Rev. Bras. Zoot.,29(3): 823-829.

Wobeto, C., Corrêa, A. D., Abreu, C. M. P., Santos, C. D. e Abreu, J. R., 2006. Nutrients in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf meal at three ages of the plant. Ciênc. Tecnol. Aliment., 24(4): 865-869.

## Ingestive behavior and production of Holstein cows on tropical pastures

Luis Henrique Ebling Farinatti<sup>1\*</sup>, Cesar Henrique Espírito Candal Poli<sup>2</sup>, Jalise Fabíola Tontini<sup>2</sup>,  
Vivian Fischer<sup>2</sup>, Pedro Lima Monks<sup>3</sup>, James P. Muir<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Federal University of Acre, Cruzeiro do Sul, AC, Brazil

<sup>2</sup> Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>3</sup> Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil

<sup>4</sup> Texas A&M AgriLife Research and Extension Center, Stephenville, Texas, USA

\*Corresponding author: lhefarinatti@gmail.com

### Abstract

The structure of tropical forages can influence grazing behavior and production of dairy cows. Two experiments were evaluated in southern Brazil. Experiment 1 included perennial tropical forages Guinea grass (*Panicum maximum*), elephant grass (*Pennisetum purpureum*) and Bermudagrass (*Cynodon* spp.). Experiment 2 included annual tropical forages millet (*Pennisetum americanum*) and sorghum (*Sorghum bicolor*). In the two years of study a rotational grazing system was adopted, with distribution of animals in a Latin square design and a completely randomized design in Experiments 1 and 2, respectively. The grazing horizon was monitored, with entrance of the animals at 60 (perennial) and 40 cm (annual) plant height. Forage yield and nutritive value were determined. The ingestive behavior of the animals was evaluated at each grazing cycle, every 28 and 14 days in Experiment 1 and 2, respectively. Individual milk production and fat content were also measured. Forage disappearance percentage was similar in both experiments, 47% on average. The nutritive value of tropical forages had similar neutral detergent fiber ( $75 \pm 5.97\%$ ) and crude protein ( $10 \pm 2.5\%$ ) which did not influence individual milk production ( $13.3 \pm 1.1$  l/cow/day), milk fat concentration (3.47 %) or cow grazing behavior. Guinea grass paddocks had greater milk production per area. Tropical forage structures, which are mainly determined by leaf physical shape available for grazing, were more important than total forage and leaf mass, influencing milk production per area and per animal. Bite rate and rumination time were most closely related to milk production.

**Key words:** Annual tropical swards, Cows in lactation period, Grazing horizon, Perennial tropical swards, Rumination

## Comportamento ingestivo e produção de vacas Holandesas em pastagens tropicais

**Resumo:** A estrutura das forragens tropicais pode influenciar o comportamento de pastejo e a produção de vacas leiteiras. Dois experimentos foram avaliados no sul do Brasil. O experimento 1 incluiu forrageiras tropicais perenes: capim Tanzânia (*Panicum maximum*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e capim-Bermuda (*Cynodon* spp.); no experimento 2 foram incluídos os tropicais anuais: milho (*Pennisetum americanum*) e sorgo (*Sorghum bicolor*). Nos dois anos de estudo, foi adotado o sistema de pastejo rotativo, com distribuição dos animais em delineamento de quadrado latino e delineamento inteiramente casualizado, Experimentos 1 e 2, respectivamente. O horizonte de pastejo foi monitorado, com entrada dos animais em 60 (perene) e 40 cm (anual). Procedimentos foram realizados para determinar o rendimento e a qualidade da pastagem. O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado em cada ciclo de pastejo, a cada 28 e 14 dias, no Experimento 1 e 2, respectivamente. A produção individual de leite e o teor de gordura também foram medidos. A porcentagem de desaparecimento de forragem foi semelhante nos dois experimentos, 47% em média. O valor nutritivo das forrageiras tropicais apresentou FDN semelhante ( $75 \pm 5.97\%$ ) e PB ( $10 \pm 2.5\%$ ). Isso não influenciou a produção individual de leite ( $13.3 \pm 1.1$  l /vaca/dia), a quantidade de gordura (3.47%) ou o comportamento de pastejo das vacas. Os piquetes de capim tanzânia permitiram maior produção de leite por área. As estruturas forrageiras tropicais, determinadas principalmente pela forma física foliar disponível para pastagem, foram mais importantes que a forragem total e a massa foliar, influenciando a produção de leite por área e por animal. A taxa de bocado e o tempo de ruminação estão mais intimamente relacionados à produção de leite.

**Palavras-chave:** Pasto tropical anual, Vacas em período de lactação, Horizonte de pastoreio, Pasto tropical perene, Ruminação

### 1. Introduction

Milk is among the six most important agricultural products in Brazil (EMBRAPA, 2016). Brazilian livestock production stands out due to bovine production on forage, mostly in tropical pastures, which are an important food source not just to Brazil, but to all tropical and subtropical regions, because of the high growth and production rates of C4 grasses (Dias-Filho, 2014). Milk production peaks in Brazil coincide with times when there are better grazing conditions due to rainfall leading to production cost reduction. Therefore, regardless of heterogeneity in production systems,



forages have a direct influence on milk production in tropical and subtropical regions worldwide. This is particularly important for regions with forage as the only ruminant feed source (Boval and Dixon, 2012).

The adoption of grazing-based milk production is becoming more necessary due to economic or market influences. Exploiting grazing resources can assure lower operational costs in comparison to more intensive systems (Ramsbottom *et al.*, 2015), as well as a means to dilute land capital costs by having greater production per hectare (McDonald *et al.*, 2016). Intensifying this system does not necessarily require adding other food sources to the animals' diet, such as concentrates that increase the operational cost, but, rather, boosting yield per area by increasing forage yield and quality (Pereira and Cóser, 2017). Accordingly, it is essential to pay close attention to sward structure in order to achieve maximum forage utilization which, in turn, leads to greater milk production in tropical pastures. Tropical sward structure is among the primary factors determining quality and quantity of ingested forage (Palhano *et al.*, 2005; Boval *et al.*, 2007). The relation between forage structure and production remains poorly understood for tropical bovine milk production based solely on tropical forage.

Forage structure can influence milk cow grazing behavior and depends on management strategies that maintain adequate biomass levels and guarantee nutritive value to the animals (Lemaire and Agnusdei, 1999). Palhano *et al.* (2005), for instance, found that milk heifers fed forage recognize the variations in the vertical and horizontal plant structures and actively target those they prefer. However, the relation between the structure of different annual and perennial tropical grasses remains unclear for milk production on tropical swards. The objective of our study was to evaluate the influence of various perennial and annual tropical forage structures on the grazing behavior and milk production of grazing cows receiving no additional feed supplements.

## **2. Materials and methods**

### **2.1 Experimental site and procedures**

The study comprised two experiments conducted during two summer periods of 2002 and 2004 in tropical swards. The experiments were carried out in subtropical Brazil.

#### *Experiment I – perennial tropical forages*

The first experiment (30°05' S latitude, 52°21'W longitude) focused on perennial tropical forages and was conducted between January and February 2002. Treatments were Guinea grass (*Panicum maximum*, cv. Tanzania), elephant grass (*Pennisetum purpureum*, cv. Mott) and

Bermudagrass (*Cynodon* spp., cv. Tifton 85). The experiment covered 9 ha and each forage species covered 3 ha. The grazing area available for each forage species was subdivided in 30 sub-paddocks (0.1 ha each) because grazing was performed based on a 1-day grazing and 28-day rest rotation system.

Nine multiparous Holstein cows (mean weight  $475 \pm 20$  kg), at 100 lactation days, were used and distributed in a Latin square design, with three groups (each group was considered as an experimental unit, EU) encompassing three animals each. After the final rotation, all groups had grazed in all three forages. The animals were milked twice a day, at 06:30 and 16:30 hours and were taken back to the sward after each milking. The cows remained on pasture day and night with access to water and mineral salt *ad libitum*.

### *Experiment II – Annual tropical forages*

The second experiment (31°52' S latitude, 52°21' W longitude) focused on annual tropical forages, between January and February 2004 and was divided in two 14-day assessment periods. Millet (*Pennisetum americanum*, cv. comum) and sorghum (*Sorghum bicolor*, cv. AG 2501C) constituted the two treatments. The total experimental site covered 5.28 ha and was divided into 16 sub-paddocks each 0.33 ha, eight for each grass species. Sub-paddocks were arranged in a completely randomized design with two repetitions per treatment. Four groups, encompassing three Holstein cows each (each group was considered the EU) were standardized according to live weight ( $478 \pm 46$  kg), body condition score ( $3.58 \pm 0.8$ ), age ( $4.5 \pm 1.6$  years), number of offspring ( $1.6 \pm 0.6$ ), lactation days ( $89 \pm 61$ ) and milk production ( $9.9 \pm 2.4$  l/cow/day). Each group of three animals grazed only one grass type. Rotational grazing allowed animals to stay 3.5 days in each sub-paddock and the swards were allowed to rest for 11.5 days between grazing events.

### 2.2 Sward management and assessment

All sub-paddocks were grazed to a target 50% of pre-grazing plant height in both experiments; this should not have limited consumption by maintaining an appropriate plant height for diet selection (Palhano *et al.* 2005). The target sward height for animal entry was 60 and 40 cm in Experiment 1 and 2, respectively. To achieve this, stocking density was adjusted during each grazing cycle: Experiment 1 – every 28 days, Experiment 2 – every 14 days. This procedure followed the “put-and-take” technique (Mott and Lucas, 1952) using additional Holstein cows in order to maintain availability of the established forage mass.

Procedures related to forage production determination, such as forage mass, accumulation rate and forage height (per EU) were performed every 28 and 12 days in Experiment 1 and 2, respectively.

These time periods corresponded to sward rest time, which was defined as the grazing cycle. Forage mass determination in Experiment 1 was measured by harvesting plants at ground level within a 1-m<sup>2</sup> frame at two random sampling points that represented the mean forage height in each EU. Cuts in Experiment 2 were made in 0.25-m<sup>2</sup> quadrats at five sampling points per sub-paddock. Leaf, sheath and stem separation were determined in each plant sample.

Forage heights were measured from the mean distance between the soil surface and the highest leaf blade at the canopy surface by using a sward stick calibrated to 1.5-cm intervals (Barthram, 1986). One hundred random forage height measurements were taken in each sub-paddock, before and after grazing, in both experiments. Accumulation rate was measured from the difference between the forage mass immediately after post-grazing and in the mass at the end of the rest interval. All forage samples were dried in forced-ventilation oven at 65°C until reaching constant mass. They were then weighed in order to express the forage mass in kilograms of dry matter (DM) per area unit.

The hand-plucking technique was used to collect forage material used to assess forage nutritive value every 28 days as described by Johnson (1978). Bromatological analysis of the sward was performed on dry matter (DM) and crude protein (CP) content, based on AOAC (1995) and neutral detergent fiber (NDF) based on Van Soest *et al.* (1991).

## 2.3 Animal parameters

### *Milk yield*

Milk yield/cow/day was measured once a week, four collections per grazing cycle in Experiment 1 for a total 8 collections. Two collections per grazing cycle were performed in Experiment 2, totaling four assessments. The fat content of milk was analyzed using spectroscopy in the middle infrared region according to ISO 9622: 2013 (IDF 141: 2013).

### *Intake behavior evaluations*

A total 144 hours of grazing behavior were observed. Three assessments were conducted, one in the third cycle in Experiment 1 and two in Experiment 2, one in each grazing cycle. Day and night visual observations of the tester animals were carried out for 48 hours; these started after the first milking (08:00 hours). Grazing, rumination and idleness duration were recorded every 10 minutes. The method adopted to observe grazing behavior was described by Jamieson and Hodgson (1979). Grazing consisted of the time animals ate or selected forage. Rumination period was the time animals chewed but did not graze. The rumination period was therefore defined as mouth movement without concurrent ingestion. Idleness represented resting time, when the animal was not grazing or ruminating.

Bite rate (number of bites/minute) was assessed during grazing and defined as time spent by the animal to take 20 bites, as described by Forbes and Hodgson (1985).

## 2.4 Statistical analyses

Analyses of variance and the PROC GLM were performed using SAS 9.4 statistical software for each experiment. Differences were considered significant at  $P \leq 0.05$ . Multiple means were compared through the Tukey test at 5% significance level. An exploratory factorial multivariate analysis was conducted including data from both experiments. The goal was to assess milk production and grazing behavior in different tropical grasses and its relation to forage structure and nutritive value. The SPSS software, version 18.0, was used in the multivariate analysis.

## 3. Results and discussion

Forage plant heights were adjusted in each treatment, based on the mean entry and exit heights. Plant height measurements allowed for checking the grazing horizon and calculating the forage disappearance percentage in each treatment (Table 1). Forage disappearance percentage was similar in both experiments, 47% on average. The grazing horizon allowed animals to selectively graze, even with the different entry and exit plant heights, a result of plant structure and climatic factors during the experiments.

The animal stocking rate adjustment allowed forage species used in Experiment 1, Guinea grass, elephant grass and Bermudagrass, to maintain a mean availability of 6375 kg DM/ha at the beginning of each grazing cycle and mean residue of 4247 kg DM/ha. The mean forage mass in Experiment 2 was lower: 1842 kg DM/ha at the beginning of each grazing cycle at animal entry and 1344 DM/ha as forage residue of the sorghum and millet species.

The nutritive value of perennial and annual tropical forages had similar NDF and CP percentages ( $75 \pm 5.97\%$  and  $10 \pm 2.5\%$ ), respectively (Table 2). This proximity resulted in similar milk fat content in both treatments. It did not influence milk yield or cow grazing behavior. The similarity among forage species and collection time reflected the lack of variation in leaf nutritive value.

The mean percentage of CP in the assessed forage species reached 10% in the two experiments which is low if compared with other studies (Johnson *et al.* 2001; Sá *et al.* 2010). However, according to NRC (2007), the level of CP did not limit intake. On the other hand, the high percentage of NDF limited forage potential to promote large volumes of milk production. The mean NDF percentage

(75%) possibly reduced animal forage intake capacity (Ferreira *et al.* 2013). The CP and NDF contents did not vary throughout the 2 months of assessment in both experiments.

Milk fat concentration was similar in the two experiments, regardless of the forage species. Cows on perennial swards produced milk with 3.44% fat, not differing from that observed in Experiment 2 (3.50% fat). Approximately 44% of milk fat results from triglycerides ingested by the cow while the remainder comes from endogenous synthesis. Milk fat level is therefore closely correlated to diet nutritive value, especially fatty acids acetate and butyrate which are formed in the rumen.

Daily milk yields per animal were similar among different tropical forage species in the two experiments (Table 3). These yields reflect real tropical sward conditions. Studies conducted with forage belonging to genera *Pennisetum*, *Panicum*, *Brachiaria* and *Cynodon* without concentrate supplement, with crossbred Holstein x Zebu cows, had mean daily milk yields ranging from 11 to 14 kg/cow (Gomide *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2005; Deresz *et al.*, 2006), results similar to those found in this study. These authors indicated that tropical forages can meet animal nutrition demand at this production level, as long as swards offer leaf amounts that allow selectivity by grazing animals.

Greater leaf blade yield (2499 kg DM/ha) and stocking rate (497 kg live weight/ha) in Guinea grass paddocks allowed greater milk production per area (Table 3). Fewer Bermudagrass leaf blades (1333 kg DM/ha) were insufficiently to compensated for greater DM yield offered per animal.

Multivariate analysis over both experiments (Figure 1) indicated that forage and leaf mass available per animal are important features in tropical pastures. They are important not only to generate greater forage accumulation, but also as key variables that set milk yield of cows fed only on tropical cespitose pasture. Forage mass and leaf blade variables are closely correlated to milk production. Production per animal had little participation in vector variation. The variable “animal yield” is closer to zero in the axis (vector crossings).

Factorial multivariate analysis indicated that Factor 1 explained 38.72% of total variance, whereas Factor 2 explained 23.44%. Variables in Factor 1 include leaf yield and forage height, which are related to milk variables such as fat and yield, as well as to cow body condition. Variables in Factor 2 consisted of cow weight and leaf percentage.

A second multivariate analysis considering the grazing behaviour and pasture structure results of the two experiments was carried out. This analysis showed that Factor 1 was mainly explained by forage availability, sward height, grazing time, rumination time, idleness time and number of bites per minute and per day. Factor 2 was mainly composed of variables related to leaf percentage of sward and amount. Factor 1 explained 46.79%, and Factor 2 explained 19.36% of total variation.

Forage NDF contents were above 70% for all forages. Such high percentage led to long rumination times, similar to those recorded by Derez *et al.* (2001), which resulted in shorter grazing time. Grazing time recorded for cows in elephant grass paddocks (6 h 07') was greater than that reported by Ziech (2016) when assessing lactating cow grazing mixed elephant grass/legume pasture. The legumes in the Ziech (2016) trial likely increased diet nutritive value, thereby requiring less grazing time.

Figure 2 illustrates that bite rate and rumination time, which are negatively correlated, were the variables that best characterize milk production. The greater the bite rate, the lower the rumination time and the greater the milk production. One of the biggest limitations for tropical forage consumption is time required by animals to consume a large bite (Carvalho *et al.*, 2001, Palhano *et al.*, 2005). Plant structure, therefore, influences animal bites, as described in the classical studies by Milne *et al.* (1982), Hodgson (1990) and Carrère *et al.* (1995), all of whom assessed grasses and legumes with different heights and densities. In contrast, leaf percentage in tropical forages does not play as important a role in milk production, as indicated in Figure 2. It seems that plant structure and architecture, which favour the plant's physical availability, are even more important than the relative amount of leaf for milk production determination.

#### **4. Conclusions**

Tropical forage structures, which are mainly determined by leaf physical shape available for grazing, were more important than total forage and leaf mass for influencing cow milk production on pasture. Such differences strongly influence milk production per area and per animal. Tropical forages, whether annual or perennial, show greater milk production variation per area, due to stocking rates, than per animal. Bite rate and rumination time are most closely related to milk production.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

Funding for this project was provided by the Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Empresa Brasleideira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pecuária Sul) and Universidade Federal de Pelotas (Ufpel).

## REFERENCES

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1995). Official methods of analysis (15th edn). Washington, DC: AOAC.
- Barthram, G.T. (1986). Experimental techniques: the HFRO sward stick. Biennial Report. Hill Farming Research Organization, pp. 29–30.
- Boval, M., & Dixon, R. M. (2012). The importance of grasslands for animal production and other functions: a review on management and methodological progress in the tropics. *Animal*, 6, 748-762.
- Boval, M., Fanchone, A., Archimède, H., & Gibb, M. J. (2007). Effect of structure of a tropical pasture on ingestive behaviour, digestibility of diet and daily intake by grazing cattle. *Grass and Forage Science*, 62, 44-54.
- Carrère, P., Louault, F., Soussana, J.F., & Pichon, P. (1995). Defoliation of a grass (*Lolium perenne* L.) and clover (*Trifolium repens* L.) mixture continuously grazed by sheep. In: *International Rangeland Congress*, 5, 80-81.
- Carvalho, P.C.F., Ribeiro Filho, H.N., Poli, C.H.E. *et al.* (2001). Importance of pasture structure in the ingestion and selection of diets by grazing animal. In: Mattos, Wilson Roberto Soares. (Org.). *Proceedings of the XXXVIII Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science*, Piracicaba, 1, 853-871.
- Derez, F. (2001). Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capimelefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 197-204.
- Deresz, F., Paim-Costa, M.L., Coser, A.C. *et al.* (2006). Chemical composition, digestibility of elephant grass cv. Napier managed under rotational grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 863-869.
- Dias-Filho, M.B. (2014). *Diagnosis of pastures in Brazil / Moacyr Bernardino Dias-Filho*. - Belém, PA: Embrapa Eastern Amazon.
- EMBRAPA (2016). Brazilian Company of Agricultural Research. Milk Cattle Economic Importance. <https://cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteCerrado/>. Accessed 20 Jul 2017.
- Ferreira S., Freitas, M.D., Pereira, M L. R., *et al.* (2013). Factors affecting the food consumption of cattle. *Animal Research Archives*, 2, 9 - 19.

- Forbes, T.D.A. & Hodson, J. (1985). Comparative studies on the influence of swards conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. *Grass and Forage Science*, 40, 69-77.
- Gomide, J.A., Wendling, I.J., Bras, S.P. *et al.* (2001). Consumption and milk production of crossbred cows in *Brachiaria decumbens* pastures managed under two daily forage offers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 1194-1199.
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: science into practice*. Longman Handbooks in Agriculture. 203p.
- Jamieson, W.S. & Hodgson, J. (1979). The effect of daily herbage allowance and sward characteristic upon ingestion behavior and herbage intake of calves under strip grazing management. *Grass and Forage Science*, 34, 273-282
- Johnson, A.D. (1978). Sample preparation and chemical analysis of vegetation, In: *Measurement of grassland vegetation and animal production*, Commonwealth Agricultural Bureau, 96-102
- Johnson, C. R., Reiling, B. A., Mislevy, P., & Hall, M. B. (2001). Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *Journal of Animal Science*, 79, 2439-2448.
- Lemaire, G., & Agnusdei, M. (1999). Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: *Simpósio Internacional "Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology"*, 1999, Curitiba:UFPR. p.165-186.
- McDonald, K. A., Penno, J. W., Lancaster, J. A. S. *et al.* (2016). Production and economic responses to intensification of pasture-based dairy production systems. *Journal of Dairy Science*, 100, 6602-6619.
- Milne, J.A., Hodgson, J., Thompson, R., Souter, W.G. & Barthram, G.T. (1982). The diet ingested by sheep grazing swards differing in white clover and perennial ryegrass content. *Grass and Forage Science* 37, 209-218.
- Mott, G.O. & Lucas, H.L. (1952) The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures, In: *International Grassland Congress*, 1952. Pennsylvania State College Press, 1380-1395.
- NRC. 2007 *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*, (National Academy of Science, Washington, DC)



- Palhano, A.L., Carvalho, P.C.F, Dittrich, J.R. *et al.* (2005). Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1860-1870.
- Pereira, A.V. & Cóser, A.C. (2017). Forage for cutting and grazing. Brazilian company of agricultural research, EMBRAPA Gado de Leite.
- Ramsbottom, G., B. Horan, D. P., Berry, & Roche, J.R. (2015). Factors associated with the financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. *Journal Dairy Science*, 98, 3526-3540.
- Sá, J. F., Pedreira, M. S., Silva, F. F., Bonomo, et. al. (2010). Carbohydrates and proteins fractions of tropical grasses cut at three ages. *Brazilian Archives of Veterinary Medicine and Zootechny*, 62, 667-676.
- Santos, A.L., Lima, M.L.P., Berchielli, T.T. *et al.* (2005). Effect of day of occupation on dairy production of crossbred cows on rotational grazing of tropical forages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 1051-1059.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Ziech, M. F., Olivo, C. J., Meinerz, G. R., Agnolin, C. A., & Skonieski, F. (2016). Ingestive behavior of dairy cows grazing intercropped pastures in warm season. *Ciência Animal Brasileira*, 17, 198-205.

## TABLES

**Table 1.** Rotation entry and exit plant height (mean  $\pm$  standard deviation), grazing horizon and percentage of disappearance of different tropical forage species in a rotating pasture system with Holstein cows

	Forage height (cm)			
	Entrance	Exit	Grazing horizon	Forage disappearance %
Guinea grass	77 $\pm$ 4.93	47 $\pm$ 8.12	30	39
Elephant Grass	84 $\pm$ 10.50	37 $\pm$ 12.04	47	56
Bermudagrass	46 $\pm$ 9.29	23 $\pm$ 6.23	23	51
2002	<b>69 <math>\pm</math> 20.22</b>	<b>36 <math>\pm</math> 12.05</b>	<b>33</b>	<b>48</b>
Sorghum	48 $\pm$ 7.17	28 $\pm$ 11.43	20	42
Millet	36 $\pm$ 9.89	19 $\pm$ 9.87	17	47
2004	<b>42 <math>\pm</math> 8.46</b>	<b>24 <math>\pm</math> 6.36</b>	<b>18</b>	<b>44</b>

**Table 2.** Average nutritional values (% of dry matter  $\pm$  standard deviation) of different species of tropical grasses (perennial and annual) in rotational grazing systems with Holstein cows

<b>Perennial Tropical Grasses</b>	<b>CP<sup>1</sup></b>	<b>NDF<sup>2</sup></b>
Guinea grass	9 $\pm$ 1.85 b*	78 $\pm$ 1.21 b
Elephant Grass	13 $\pm$ 0.73 a	75 $\pm$ 1.35 c
Tifton 85	11 $\pm$ 2.86 ab	84 $\pm$ 2.73 a
<b>Periods</b>		
January	9 $\pm$ 1.37	80 $\pm$ 2.34
February	11 $\pm$ 1.86	77 $\pm$ 2.76
<b>Annual Tropical Grasses</b>		
Millet	10 $\pm$ 0.71	74 $\pm$ 2.54
Sorghum	10 $\pm$ 1.36	72 $\pm$ 1.87
<b>Periods</b>		
January	10 $\pm$ 0.89	74 $\pm$ 1.34
February	10 $\pm$ 1.12	73 $\pm$ 0.87

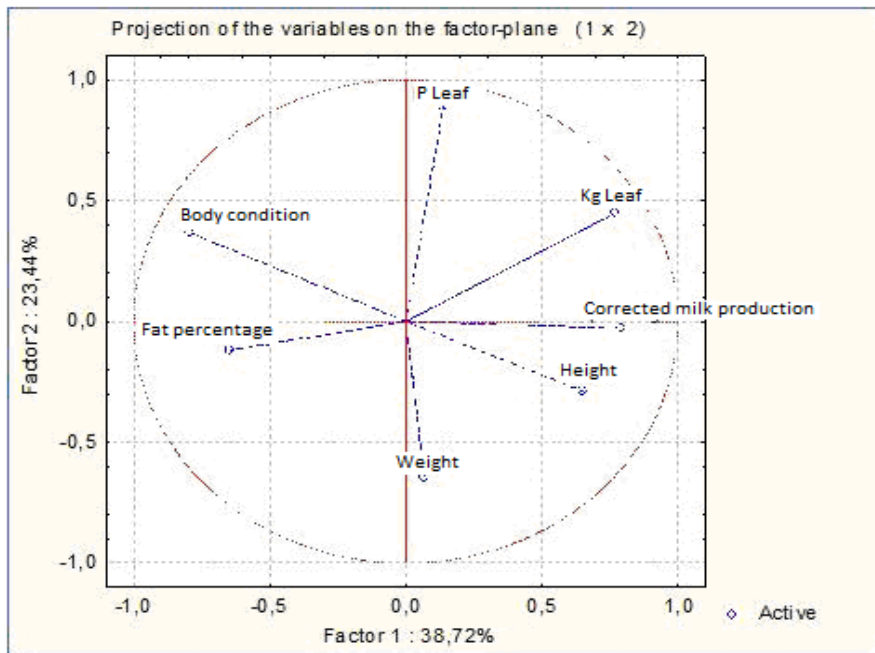
<sup>1</sup>CP: crude protein; <sup>2</sup>NDF: neutral detergent fiber; \*Means within columns under each subheading followed by different letters differ ( $P \leq 0.05$ ) according to Tukey multiple mean test.

**Table 3.** Daily milk yield per cow and per area and milk fat content (mean  $\pm$  standard deviation) produced by Holstein cows exclusively fed perennial and annual tropical forages

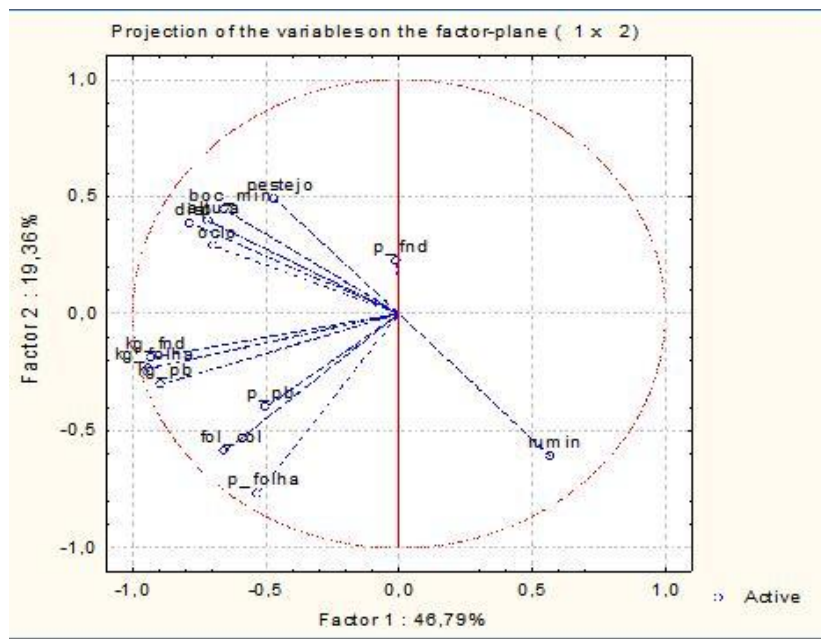
<b>Variables</b>	<b>Experiment 1</b>			<b>Experiment 2</b>	
	<b>Guinea grass</b>	<b>Elephant grass</b>	<b>Bermudagrass</b>	<b>Millet</b>	<b>Sorghum</b>
Milk/cow (l/cow/d)	14.40 $\pm$ 1.79	14.16 $\pm$ 1.88	15.69 $\pm$ 0.75	10.24 $\pm$ 0.35	12.19 $\pm$ 0.90
Milk/area (l/ha/d)	27.98 $\pm$ 2.68 <sup>a</sup>	16.62 $\pm$ 3.81 <sup>b</sup>	19.24 $\pm$ 4.73 <sup>b</sup>	31.41 $\pm$ 1.83	36.8 $\pm$ 4.10
Milk fat (%)	3.41 $\pm$ 0.59	3.50 $\pm$ 0.51	3.48 $\pm$ 0.29	3.75 $\pm$ 0.11	3.22 $\pm$ 0.21

Values in the same line within each experiment followed by different letters indicate differences according to Tukey's multiple mean test ( $P \leq 0.05$ ).

**FIGURES**



**Figure 1.** Multivariate analysis of forage canopy structure as well as body condition and milk yield of Holstein cows on tropical swards in southern Brazil.



**Figure 2.** Multivariate analysis of forage nutritive value, intake behavior and milk production of Holstein cows grazing tropical forages in southern Brazil. Symbol definitions are listed in the table below.

<b>Representation in the graphic:</b>	<b>Name of the assessed evaluation:</b>
Rumin	Rumination time
p_fnd	NDF %
Pastejo	Grazing time
boc_min	Bite/minute
Ocio	Idleness time
Altura	Forage height
kg_fdn	Amount of NDF
Kg_folha	Amount of leaf
Kg_pb	Amount of CP
P_pb	CP %
Fol_col	Leaf:Stem ratio
p_folha	Leaf %