



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Produção de forrageiras hidropônicas de três espécies de poáceas, no inverno

Osmar Souza dos Santos¹, Alfredo do Nascimento Júnior², Diniz Fronza³,
Hercules Nogueira Filho³, Denise Puntel Basso⁴, Daniel Gonçalves da Silva⁵

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Colaborador do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Pesquisador do CNPq. 97105-900, Santa Maria, RS. osmarsouzasantos@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da EMBRAPA/CNPTrigo. 99001-970, Passo Fundo, RS. alfredo@cnpt.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Colégio Politécnico da UFSM.

⁴ Acadêmica do Curso de Agronomia da UFSM.

⁵ Tecnólogo em Agropecuária.

Resumo

Com objetivos de quantificar a produção de forrageiras hidropônicas de três espécies de poáceas (gramíneas) produzidas no inverno, bem como identificar a densidade adequada de sementes e estabelecer a melhor época de colheita da forragem, foi conduzido um experimento no inverno de 2002, em túnel alto no Departamento de Fitotecnia da UFSM, Santa Maria, RS. Foram testadas aveia-preta, centeio e cevada, com cinco densidades de semeadura (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 3,0 kg m⁻²) em três épocas de colheita (7, 14 e 21 dias). O delineamento experimental foi completamente casualizado com seis repetições.

As variáveis avaliadas foram altura de planta, fitomassa fresca e seca. Concluiu-se que para produzir forrageiras hidropônicas no inverno, a cevada e o centeio são as espécies mais recomendadas; a densidade de 2,0 kg m⁻² de sementes é a mais adequada; a melhor época de colheita é aos 14 dias após a semeadura.

Palavras-chave: hidroponia, densidade de semeadura, idade de colheita, aveia-preta, centeio, cevada.

Production of three annual grass species of hydroponic fodder, in winter

Abstract

This experiment took place during winter, in 2002, at Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brazil, in a high tunnel. The objectives were to quantify the production of three species of hydroponic fodder in winter, to identify the proper density of the seeds and to establish the best season for harvesting the fodder. Three species of yearly grass were used (black oat, barley, and rye), with five densities of seeding (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; and 3,0 kg m⁻²) in three harvesting seasons (7, 14 and 21 days). The experimental design was completely randomized, with six repetitions. The evaluated variables were the height of the plants, the fresh phytomass and the dry phytomass. It was concluded that, in order to produce hydroponic fodder in winter, barley and rye are the most recommended species; 2,0 kg m⁻² is most adequate density of seeds; and the best harvesting season is 14 days after the seeding.

Keywords: Hydroponics, hydroponic fodder, seeding density, annual grass.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta excelentes condições para a exploração de ruminantes em pastagens, no entanto na região Sul do país um dos principais fatores responsáveis pela baixa produção dos rebanhos tem sido a deficiente nutrição e alimentação dos animais, principalmente durante o outono e o inverno.

Nesses períodos há quedas acentuadas na produção das pastagens nativas em vista da ocorrência de frio e geadas (NASCIMENTO et al., 2000).

O emagrecimento dos animais ocorre em propriedades que não possuem pastagens artificiais ou que não usam suplementação alimentar.

A necessidade de produzir grandes volumes de forragens em áreas reduzidas e com baixo custo, levou alguns pesquisadores a aprimorar a técnica de produção de forrageiras hidropônicas.

A forragem verde hidropônica (FVH) é uma tecnologia de produção de biomassa vegetal obtida através da germinação e desenvolvimento inicial das plantas a partir de sementes viáveis, de alta digestibilidade e qualidade nutricional (FAO, 2001).

A forragem hidropônica têm como vantagens a eliminação do uso de defensivos agrícolas, uma vez que não ocorrem invasoras prejudiciais, doenças e pragas no sistema, ciclo de produção mais rápido, independência das mudanças nas condições climáticas ao longo do ano, maior produtividade por unidade de área, redução da mão de obra, redução das tarefas inerentes à produção e conservação de forragens (silagem, fenação), economia e melhor aproveitamento dos fertilizantes, liberação de área para uso com outras culturas e uso de diferentes espécies vegetais (SANTOS et al., 2002).

RESH (1997) descreve unidades hidropônicas forrageiras bastante complexas, com controle de luminosidade, umidade e temperatura, que poderiam produzir relações de 1:10 (semente : forragem). Nesses sistemas podem ser utilizadas sementes de arroz, aveia, cevada, milho, sorgo ou trigo.

Sistemas menos complexos e que requerem menores investimentos têm sido descritos na literatura brasileira. BERNARDES (1996a) relata um sistema adotado por dois biólogos do estado de São Paulo, no qual a forragem hidropônica é produzida a partir de qualquer semente, seja alfafa, aveia, centeio, cevada, milho ou sorgo. Utiliza-se superfície plana revestida por plástico, cimento ou tijolo, coberta por cama composta de restos agrícolas vegetais, sobre a qual são semeadas as sementes. No período de 35 a 40 dias são produzidas, por m², 26 kg de massa fresca de aveia-preta, 25 a 30 kg de

massa de cevada, 38 a 40 kg de massa de milho ou 40 kg de massa de sorgo sacarino. Já, para a alfafa são produzidos 40 kg m⁻² de massa fresca a cada corte, no período de 90 dias.

A forragem hidropônica resulta em tecnologia apta para implantação e uso em nível de pequenas propriedades; oferece disponibilidade de forragem fresca todo ano, independente dos problemas climáticos que se sucedem; apresenta-se como alternativa para baixar os custos da alimentação animal, principalmente onde se utiliza o concentrado como insumo fundamental (FAO, 2001).

Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram quantificar a produção de fitomassa fresca e seca de três espécies de poáceas (gramíneas) produzidas em hidroponia, definir a densidade adequada de sementes para maximização da produção de massa e estabelecer a melhor idade de colheita das forrageiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria-RS, (latitude: 29°42'S, longitude: 53°42'W, altitude: 95 m). O clima da região, segundo a classificação de KÖPPEN é subtropical úmido com verões quentes (MORENO, 1961).

O experimento foi instalado em túnel alto com 6 m de largura e 27 m de comprimento, disposto no sentido norte-sul, coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 150 micra, aditivado contra raio ultravioleta.

Foram conduzidas as espécies aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), centeio (*Secale cereale* L.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.) com cinco densidades de semeadura (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 3,0 kg m⁻²) e três idades de colheita (7, 14 e 21 dias após a semeadura). Cada parcela era constituída de 1,0 m² e o delineamento experimental foi completamente casualizado com seis repetições.

Os canteiros foram confeccionados com filme plástico (lona preta de 100 μ), estendido sobre o solo nivelado, dentro do túnel, sendo as bordas limitadas por guias de madeira com 6,0 cm de altura, estaqueadas no solo.

Antes da semeadura as sementes foram pesadas para cada tratamento e colocadas em baldes de plástico, sendo imersas em água por 24 h e mantidas úmidas por mais 48 h, para iniciar o processo de germinação.

A semeadura foi realizada diretamente sobre lona preta, manual e uniformemente, sem utilização de substrato, no dia 27 de julho de 2002. Logo após a semeadura iniciou-se a irrigação com água pura durante os três primeiros dias e depois com solução nutritiva (NEVES, 2001).

A solução nutritiva foi estocada em tanque de fibra de vidro com capacidade de 2000 litros. Tanto a aplicação de solução nutritiva quanto a irrigação com água foram feitas através de rede de canos de PVC e mangueira preta de 1", automatizada por temporizador (timer), composta de moto-bomba com 1 CV de potência e sistema de irrigação por nebulização, com irrigações a cada cinco horas de intervalo, com duração de 2 min, perfazendo média de 1,77 L m⁻² dia⁻¹ (Figura 1).



Figura 1. Sementes pré-germinadas em parcelas de 1,0 m², recebendo solução nutritiva por 2min a cada 5h, através de nebulização.

As colheitas foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura e as variáveis avaliadas foram altura de planta, fitomassa fresca e seca, provenientes de amostras com tamanho de 0,33 m x 0,66 m (0,2178 m²) em cada parcela. Após a medida da altura e a pesagem da massa fresca, o material foi acondicionado em saco de papel e secado em estufa com circulação de ar forçado a 60°C até atingir massa constante.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias das variáveis qualitativas (idade de colheita e altura de planta) foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e as médias quantitativas (densidade de semeadura) foram submetidas à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a altura de planta, nas três idades de colheita das forrageiras, na medida em que se aumenta o número de dias para a colheita, indicando a maior altura para todas as espécies, aos 21 dias (Tabela 1).

As três espécies, aveia-preta, centeio e cevada, obtiveram bom crescimento nas três idades de colheita, provavelmente pelo fato das temperaturas médias do túnel se apresentarem amenas, predominante entre 10 e 20°C, favorecendo maior velocidade de desenvolvimento das espécies anuais de inverno.

Entre as espécies, o centeio e a cevada apresentaram, ao longo das três idades de colheita, as maiores alturas, alcançando 9,71 e 7,71 cm aos 7 dias, 18,38 e 16,42 cm aos 14 dias, 24,58 e 25,83 cm aos 21 dias, superando a aveia em 145 e 94% aos 7 dias, 64 e 47% aos 14 dias, 31 e 37% aos 21 dias, respectivamente. Isto demonstra que a aveia-preta requer temperaturas ainda mais baixas para desenvolvimento mais rápido.

No entanto, na produção de forragem hidropônica, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área, enquanto as colheitas tardias

podem acarretar grande competição entre plantas e perda da qualidade nutricional (HENRIQUES, 2000).

Em função das condições climáticas ideais para cevada e centeio e seu potencial de germinação e crescimento, as reservas das sementes foram utilizadas logo no início do processo germinativo.

Os resultados demonstram que para aveia-preta o aumento gradativo da altura de plantas é influenciado pela densidade de semeadura até $1,7 \text{ kg m}^{-2}$, atingindo um máximo de 13,5 cm de altura (Tabela 1). Este desempenho pode ser explicado em função da competição entre plantas pela luminosidade a medida em que aumenta a densidade de semeadura, e a partir de $1,7 \text{ kg m}^{-2}$ as sementes vão formando uma camada espessa, o que pode vir a prejudicar a germinação em virtude do abafamento da camada inferior.

As duas culturas que obtiveram maior crescimento em altura, favorecidas pelas condições climáticas, atingindo 19,16 e 17,55 cm foram a cevada e o centeio, sendo observado para a cevada uma competição por luminosidade a medida em que se aumentou a densidade de semeadura, em função da germinação das sementes, porém o centeio não apresentou o mesmo desempenho, permanecendo a sua altura constante ao longo das densidades de semeadura onde, nas densidades maiores, não foi observada competição acentuada entre plantas por luminosidade, pelo fato de que 33 % das sementes ali colocadas não germinaram, evitando a competição e favorecendo o desenvolvimento normal. A cevada apresentou o maior crescimento em altura, com 19,16 cm aos 21 dias, com densidade de $3,0 \text{ kg m}^{-2}$ de sementes.

A produção de fitomassa fresca segue tendência linear de incremento na medida em que se aumenta a densidade de semeadura, com conseqüente aumento do número de plantas por área e volume de raízes, o que aumenta a produção de forragem fresca, além da quantidade de sementes que eventualmente não germinaram, influenciando também no aumento da fitomassa fresca.

Na colheita realizada aos sete dias, a cevada e o centeio já demonstraram maior produção de fitomassa fresca, apresentando $7,78$ e $5,88 \text{ kg m}^{-2}$, com

boa germinação e ótimo desenvolvimento tanto da parte aérea como da radicular. Na colheita aos 14 dias apresentaram a maior produção de fitomassa fresca, alcançando produção máxima de 9,84 e 9,14 kg m⁻², diminuindo após este período para 8,48 e 8,68 kg m⁻², respectivamente, apesar da continuidade de crescimento da parte aérea (Tabela 1).

O crescimento da forragem hidropônica deve compreender o período 8 a 12 dias (SANDIA, 2003), contradizendo com a indicação de que sob condições favoráveis a colheita deve ser feita entre 16 e 20 dias (HENRIQUES, 2000).

A diminuição da fitomassa fresca da colheita realizada aos 21 dias, quando comparada à colheita feita aos 14 dias, está relacionada com o esgotamento das reservas das sementes. Outro fator que contribuiu para a diminuição da fitomassa, para a cevada e o centeio, foi a morte de raízes em função do excesso de umidade.

A cevada e o centeio apresentaram maior desempenho na produção de fitomassa fresca, porém esta fitomassa contém alto teor de água, pelo fato das plantas serem bastante jovens e não terem incrementado o teor de fibra, com isso a produção de fitomassa seca acabou prejudicada.

Tabela 1. Altura de planta (cm), produção de fitomassa fresca e seca (kg m⁻²), de três espécies de poáceas (gramíneas), em três idades de colheita (dias), para produção de forrageiras hidropônicas, no inverno.*

Espécies de Poáceas	Altura			Fitomassa fresca			Fitomassa seca		
	7	14	21	7	14	21	7	14	21
Aveia-preta	4,0Bc	11,2Bb	18,8Ba	3,6Cb	4,7Ca	5,3Ca	1,19Aa	1,06Ab	0,86Ac
Centeio	9,7Ac	18,4Ab	24,6Aa	7,8Ab	9,8Aa	8,5Ab	0,83Ca	0,56Cb	0,45Cc
Cevada	7,7Ac	16,4Ab	25,8Aa	5,9Bb	9,1Ba	8,7Ba	0,95Ba	0,70Bb	0,54Bc

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (espécies dentro de cada época de colheita) e minúscula (época de colheita dentro de espécie) não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

A aveia-preta, por necessitar de temperaturas mais amenas para boa germinação, obteve fraco desempenho na produção de volumoso, não apresentando diferença significativa entre as colheitas de 14 e 21 dias em função do crescimento retardado.

A gramínea anual de inverno que se mostrou mais significativa, na produção de fitomassa fresca na medida em que se aumentou a densidade de semeadura, foi a cevada, com produções de 17,53 kg m⁻² MF, com densidade de 3,0 kg m⁻² de sementes, produção alcançada pelo favorecimento das condições climáticas. O centeio teve ótimo incremento de fitomassa fresca, utilizando grande parte de suas reservas armazenadas nas sementes para formação e crescimento das plantas e obtenção de forragem.

Por sua vez, a FAO (2001) indica que a densidade de semeadura ótima para produção hidropônica está entre 2,2, a 3,4 kg m⁻².

Pesquisa realizada com cevada, centeio e ervilhaca (SANTOS et al., 2009) demonstrou que o centeio foi a espécie que produziu os teores mais elevados de proteína bruta, sendo a mais indicada para consumo animal, embora tanto o centeio como a cevada, associados a ervilhaca sejam indicados como forrageiras de alta qualidade nutricional.

A produção de forrageiras de cevada teve ótimo desempenho como alternativa para a alimentação de cordeiros (SANTOS et al., 2004).

A aveia-preta obteve rendimento satisfatório, 11,43 kg m⁻² MF, na densidade de 3,0 kg m⁻² de sementes quando comparado com as outras duas espécies de inverno fato relacionado com a temperatura, já que a aveia necessita de temperatura mais baixa para boa germinação e crescimento inicial.

Houve diferenças significativas (P<0,05) na produção de fitomassa seca em função das três épocas de colheita para a cevada e o centeio, onde a maior produção foi encontrada aos sete dias, com 0,95 e 0,83 kg m⁻², decrescendo nas colheitas subseqüentes para 0,70 e 0,56 kg m⁻² aos 14 dias e 0,54 e 0,45 kg m⁻² aos 21 dias, respectivamente.

SANTOS, O.S. et al. Produção de forrageiras hidropônicas de três espécies de poáceas, no inverno. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 16, Ed. 121, Art. 821, 2010.

Com a aveia-preta ocorreu pequeno decréscimo de fitomassa seca aos 14 dias, passando de 1,19 para 1,06 kg m⁻², não chegando a diferenciar estatisticamente da colheita aos sete dias; já aos 21 dias a média de produção de fitomassa seca foi de 0,86 kg m⁻², diferenciando estatisticamente (P<0,05) das duas épocas de colheita anteriores, indicando que a partir dos 14 dias ocorreu maior consumo das reservas em função do aumento no índice de germinação e crescimento de plantas.

O aumento da produção de fitomassa seca da aveia, em relação às outras culturas anuais de inverno (centeio e cevada), se deu em função do seu crescimento mais lento, fazendo com que, na colheita aos sete e 14 dias, boa parte da fitomassa adicionada na forma de sementes continuasse praticamente intacta.

CONCLUSÕES

Para produção de forrageiras hidropônicas no inverno, a cevada e o centeio são as espécies mais indicadas na densidade de 2,0 kg m⁻² de sementes com colheita aos 14 dias após a semeadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, L.J. Forragem hidropônica. Parte I. "A arte de tirar leite de pedra". **Hidropomanias e Cia.** ano I, n.7, setembro de 1996a. p.3.

FAO. **Manual técnico forraje verde hidropônico.** Santiago, 2001. v.1, 73p.

HENRIQUES, E.R. **Manual de produção – forragem hidropônica de milho.** Uberaba: FAZU, 2000. 15p.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria de Agricultura, 1961. 46p.

NASCIMENTO, I.S.; MONKS, P.L.; POLO, E.A. Efeitos de cortes outono-inverno sobre o desempenho produtivo e qualitativo de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. Cameroon. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

NEVES, A.L.R.A. **Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal.** Viçosa: CPT, 2001. 46p.

SANTOS, O.S. et al. Produção de forrageiras hidropônicas de três espécies de poáceas, no inverno. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 16, Ed. 121, Art. 821, 2010.

RESH, H.M. Unidades hidropônicas forrajeras. In:____. **Cultivos hidropônicos**. 4ª. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1997. p.174-179.

SANDIA. Sandia Nacional Laboratórios para New México y el Caribe. **Producción de forraje verde hidropônico**. 2003.

SANTOS, O.S. et al. Produção de forragem hidropônica. In:____. **Cultivos sem solo: hidroponia**. 2ª. Reimpressão. Santa Maria: UFSM/CCR, 2002. p.94-98. (Caderno Didático, 01).

SANTOS, O.S., ZORZAN, M.H.S., NOGUEIRA FILHO, H., FRONZA, D., DURANTE, E.C. Qualidade de forragens hidropônicas de centeio, cevada e ervilhaca. **PUBVET**, Londrina, v.3, n.16, 2009.

SANTOS, O.S.; MÜLLER, L.; PIRES, C.C.; TONETTO, C.J.; MEDEIROS, S.L.P.; FRESCURA, R.B.M.; HAUT, V. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros**. Santa Maria: UFSM / CCR, 2004. 8p. (Informe Técnico 04/2004).