

## PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE FORRAGEM DE MILHO EM TÚNEL PLÁSTICO

### HYDROPONIC FORAGE PRODUCTION IN PLASTIC TUNNEL

Felipe Gustavo Pilau, Reinaldo Antônio Garcia Bonnacarrère, Denise Schmidt<sup>3</sup>, Braulio Otomar Caron<sup>3</sup>, Paulo Augusto Manfron<sup>4</sup>, Osmar Souza dos Santos<sup>5</sup>, Sandro Luis Petter Medeiros<sup>6</sup>, Durval Dourado Neto<sup>7</sup>

#### Resumo:

Na região mesoclimática de Santa Maria, RS, durante a época fria do ano e durante períodos de estiagem a produção de carne e leite diminuí drasticamente pela escassez do pasto natural e a baixa qualidade nutricional da forragem para alimentação do rebanho bovino. Com o objetivo de suprir tais necessidades nutricionais e alimentares do rebanho bovino desta região, avaliou-se a forragem hidropônica de milho, utilizando-se como substratos casca de arroz e palhada de milho seca e triturada, em duas densidades de semeadura (2 e 3 kg m<sup>-2</sup>). Os resultados demonstraram que a maior densidade de semeadura apresentou maior produção em massa fresca que a menor densidade, mas não diferiu em massa seca. Com relação a composição química-bromatológica a maior densidade de semeadura obteve valores de proteína bruta superiores com a utilização do substrato de palhada de milho seca e triturada. Na análise dos substratos verificou-se que a palhada de milho triturada apresentou maior decréscimo de massa seca em relação a casca de arroz devido a sua maior velocidade de decomposição. Em relação a comparação entre a produção de massa seca colhida e a utilizada para a semeadura (sementes + substratos) a maior densidade de semeadura apresentou os piores desempenhos.

**Palavras-Chave:** *hidroponia, forragem, milho, suplementação, cultivo protegido.*

#### Abstract

In Santa Maria's area, RS, of the cold time of year and during dry weather periods at summer time, the meat and milk production decreases drastically because the shortage of the natural pasture and low quality nutritional of forage to fed the bovine flock. With the objective of supplying such nutritional needs and feeding the bovine flock at this area, the hydroponics forage corn was evaluated, being used as substratum rice peel and tritured corn straw, with two sowing densities (2 and 3kg m<sup>-2</sup>). The results showed that the largest sowing density presented highest fresh mass production than the smaller density, but it did not differ in dry mass production. With relationship the chemistry-bromatologic composition, the high sowing density obtained values of protein superiors using tritured corn straw as substratum. The substratum analysis showed that tritured corn straw presented highest decreased of dry mass in relation to rice peel due to it highest decomposition speed. The relationship among the hydroponics corn forage production and dry mass used at the sowing time (seed + substratum), the highest sowing density presented the worst acting.

**Key words:** *hydroponics, forage, corn, supplement, protected crop.*

## **Introdução**

O desafio de uma produção satisfatória e constante de carne e leite pelos pecuaristas se apresenta no inverno e em períodos de estiagem durante as épocas quentes do ano, onde as condições climáticas muitas vezes são limitantes para o desenvolvimento do campo nativo ou de pastagens implantadas o que prejudica o desempenho animal na região sul do Brasil.

As alternativas utilizadas nestas ocasiões de ambientes desfavoráveis são o uso de alimentos concentrados ou volumosos como feno e silagem, mas que aumentam o custo de produção diminuindo o ganho do pecuarista. A viabilização de alternativas novas para suprir a necessidade de alimentação do rebanho bovino, seja em quantidade ou qualidade nutricional, se apresenta pela produção de forragens hidropônicas de arroz, aveia, centeio, cevada ou trigo (Douglas, 1987; Resh, 1997) e de milho (Santos, 2000). Sobre estes aspectos residem as principais vantagens que este sistema de produção apresenta: o aproveitamento de pequenas áreas com produção intensiva, o controle sobre as adversidades climáticas que permite produzir durante o ano inteiro (principalmente em regiões que possuem períodos de inverno limitantes), a possibilidade de utilização da tecnologia disponível para a produção em ambientes protegidos que permite lograr a qualidade final do produto desejado.

Valdivia (1986) destaca que a forragem hidropônica diferencia-se em relação a qualquer outro tipo de pastagem em ambiente natural, por ser consumida fresca, sem perda das condições nutricionais como pode ocorrer com as forragens conservadas (feno ou silagem). Neste tipo de produção o animal consome a parte aérea (folhas verdes), restos de sementes e sementes não germinadas e a zona radicular rica em açúcares e proteínas, diferentemente do que ocorre nos demais sistemas produtivos.

No sistema de cultivo hidropônico para produção de forragem pode-se utilizar como substrato e/ou cobertura das sementes, materiais de baixo custo disponíveis na região, que possam ser consumidos pelos animais. Alguns materiais possíveis de serem utilizados dentro desta filosofia são casca de arroz, palha de milho, capim elefante seco, bagaço de cana-de-açúcar e de outras culturas. A escolha dos materiais utilizados na confecção de um substrato deve levar em consideração a espécie a ser cultivada, condições de produção, disponibilidade e preço do material e aspectos técnicos relacionados ao uso. As propriedades físicas dos substratos são de fundamental importância para o desenvolvimento da planta, interferem na retenção de água, solução nutritiva e na aeração das raízes. As duas propriedades físicas mais importantes na caracterização de um substrato são a aeração e a capacidade de retenção de água.

Com base nos benefícios oferecidos pela forragem hidropônica, o presente trabalho objetivou avaliar a produção e a composição química-bromatológica da forragem de milho neste sistema de produção, utilizando-se de variações na densidade de semeadura e os substratos casca-de-arroz e palhada de milho seca e triturada.

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2001, na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH) no Departamento de Fitotecnia localizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria, RS. As coordenadas geográficas são latitude 29°42'S, longitude 53°42'W e altitude de 95m. O clima do local é temperado, moderadamente chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano (Moreno, 1961). Na região, a

precipitação média anual é de 1769mm sendo que a temperatura média anual é de 19,2°C e a umidade média do ar de 78,4% (Mota *et al.*, 1971).

A semeadura foi realizada em 10 de janeiro de 2001, com sementes não selecionadas de milho provenientes de lavouras e sem tratamento químico, em túnel plástico com dimensões de 5,0m de largura, 15,0m de comprimento e 2,10m de altura central, sentido norte-sul, com cobertura de policloreto de vinil, possuindo transmissividade à radiação de onda curta de cerca de 82% (Alpi & Tognoni, 1978; Favilli & Magnani, 1985; Buriol *et al.*, 1995), no qual efetuou-se o manejo diário com abertura lateral às 8:00 horas e fechamento das laterais às 19:00 horas exceto em dias chuvosos em que o túnel permaneceu fechado durante o período.

Para sustentação das plantas e cobertura das sementes foram utilizados os substratos casca-de-arroz e palhada de milho seca e triturada. A casca-de-arroz, sob o ponto de vista físico, é um material leve, com boa drenagem, boa aeração, baixo conteúdo relativo de água (40%) e dificuldade para a conservação de umidade homogênea, quando utilizado como substrato único. De acordo com Poole & Waters (1977) destaca-se pelo elevado volume de espaço aéreo e por resistir à decomposição, mantendo a estabilidade da estrutura. A palhada de milho seca e triturada, sob o ponto de vista físico, é um material leve, com drenagem e aeração médias, conteúdo relativo de água ao redor de (52%) e quando bem triturada apresenta uma uniformidade maior do que a casca-de-arroz na capacidade de conservação da umidade quando utilizado como substrato único. Os substratos utilizados no trabalho não são materiais inertes, pois podem conter resíduos de colheita, grãos inteiros ou partidos, sementes de outras plantas e doenças. A mistura com outros materiais que melhorem, principalmente, o conteúdo relativo de água destes condicionadores, principalmente, da casca-de-arroz pode resultar num maior emprego como substrato.

A solução nutritiva descrita por Furlani & Furlani (1988) recomendada para a cultura de milho foi utilizada para irrigar a forragem a partir do quinto dia após a semeadura, numa frequência de três regas diárias, para um gasto de 3,0 l m<sup>-2</sup> em cada rega. A solução nutritiva foi formulada a 100% da concentração recomendada e armazenada em um reservatório de 400 litros. O pH e a condutividade elétrica (EC) da solução nutritiva foram mantidas em 6,7 e 2,4mS cm<sup>-1</sup>, respectivamente.

As sementes de milho passaram pelo processo de pré-germinação onde foram colocadas submersas em água por 24 horas e umedecidas por mais 24 horas, para posteriormente serem semeadas nas densidades de 2 e 3Kg.m<sup>-2</sup> em canteiros de 2,0 x 1,0 x 0,15m, no interior de um túnel plástico.

O experimento foi dividido em dezesseis parcelas de 2,0m<sup>2</sup> cada, onde em oito parcelas distribuídas aleatoriamente no interior do túnel plástico semeou-se com a densidade de 2kg m<sup>-2</sup> e nas restantes com a densidade de 3kg m<sup>-2</sup>.

A colheita da forragem foi realizada quando as plantas atingiam uma estatura entre 20 e 30cm, o que ocorreu aos 15 dias após a semeadura. A determinação da massa fresca (MF) foi realizada em duas amostras de 0,25 x 0,25m de cada parcela, que posteriormente foram levadas à estufa de ventilação forçada com temperatura de aproximadamente 65°C até atingirem massa constante, onde se obteve o valor correspondente da massa seca (MS). Após as mesmas amostras foram trabalhadas em laboratório para a determinação da análise química-bromatológica, seguindo a metodologia descrita por Silva (1988). Os dados obtidos foram submetidos à análise de

variância, sendo as médias das produções de massa fresca e seca e os valores médios de proteína e fibra bruta da forragem foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a obtenção dos valores de temperatura do ar, foi instalado no interior do túnel plástico, a 1,5m de altura do solo, um termohigrógrafo, registrando as variações diárias de temperatura do ar durante o ano de 2001. Com base nos dados coletados, realizou-se a soma térmica do período de produção da forragem, utilizando-se a temperatura base 10° C, recomendada para a cultura do milho (Berlato & Matzenauer, 1986). Registraram-se também os valores da temperatura do ar em ambiente natural, coletados na estação meteorológica locada na área do Departamento de Fitotecnia da UFSM, distante aproximadamente 300m do local do experimento.

### Resultados e Discussão

Os resultados de produção de massa fresca e seca demonstraram que a interação entre substrato e densidade não se apresentou significativa. Independentemente do substrato utilizado para a cobertura das sementes, a maior produção de massa fresca foi alcançada com 3kg m<sup>-2</sup> de sementes, diferindo estatisticamente dos valores obtidos quando se realizou a semeadura com 2kg m<sup>-2</sup> de sementes de milho (Tabelas 1 e 2).

Quanto aos valores de produção de massa seca da forragem hidropônica de milho, observou-se que quando o substrato utilizado foi a casca de arroz, obteve-se valores superiores para ambas as densidades de semeadura em relação à utilização da palhada de milho (Tabela 1). Estes resultados decorrem de uma quantidade utilizada de palhada de milho triturada (1,3kg m<sup>-2</sup>) inferior a de casca de arroz (2,25kg m<sup>-2</sup>), para formação da camada de cobertura das sementes com espessura similar. Além da menor quantidade de palhada de milho triturada, este material apresenta uma velocidade de decomposição acelerada em relação à casca de arroz, como relatado por Wisniewski & Holtz (1997), que determinando a taxa de decomposição da palhada em milho em sistema de plantio direto, citam perdas de 35% de peso de palhada em um período de apenas 14 dias, o que praticamente não ocorre com a casca de arroz, em curto período de tempo devido a sua decomposição diferenciada. Os valores de massa seca produzida por ambas densidades não apresentaram diferenças entre si (Tabela 2).

De acordo com alguns valores de produção de massa fresca de forragem hidropônica de milho situados entre 7 e 11kg m<sup>-2</sup>, produzidos com densidade de semeadura de 1kg m<sup>-2</sup> (ITEVA, 2004; FAEC, 2004; Ovinos e CIA, 2004), observa-se que a produção de massa fresca produzida no experimento, com densidades de semeadura maiores, foi satisfatória, pois a utilização de maiores densidades não responde de forma linear um aumento de produção.

Quanto aos resultados de qualidade bromatológica da forragem, obteve-se valores superiores de proteína bruta com a utilização da palhada de milho como substrato. Já os valores de fibra bruta não apresentaram diferença significativa entre os substratos utilizados e nem entre as diferentes densidades de semeadura (Tabela 3). Os valores de proteína bruta da forragem produzida quando utilizou-se palhada de milho como substrato assemelham-se aos valores de proteína de 13% e 20% e fibra bruta de 16,7% e 16,7% citados por ITEVA (2004) e FAEC (2004).

Com base nos resultados, se poderia sugerir a densidade de 3kg m<sup>-2</sup> de sementes de milho como preferencial para a produção de forragem hidropônica de milho, e como substrato preferencial à palha de milho seca e triturada, a qual agregou em qualidade

nutricional a forragem. Porém, destacando-se que a casca de arroz não deve ser descartada, principalmente pela facilidade de obtenção e o custo praticamente nulo nas regiões produtoras de arroz, quando comparada ao custo e a dificuldade de obtenção e armazenagem da palhada de milho.

Já, ao analisar os resultados obtidos, focalizando-se o acréscimo de massa seca, ou seja, quanto foi produzido de volumoso em relação ao montante de sementes e substrato utilizado para a sua produção, verifica-se que a densidade de sementes  $3\text{kg m}^{-2}$  apesar de gerar produção de massa seca similar à menor densidade de semeadura, apresenta o pior resultado. Isso decorre do fato que a produção de massa seca de forragem hidropônica de milho desta maior densidade de semeadura é superior em  $1,36\text{kg m}^{-2}$  com relação a massa utilizada para sua produção. Já, a diferença entre os valores de massa seca colhida e utilizada para a produção com a menor densidade de semeadura foi de apenas  $0,46\text{kg m}^{-2}$ .

Quanto ao substrato, a forragem produzida com palhada de milho seca e triturada apresentou redução de  $-1,65\text{kg m}^{-2}$  de massa seca, contra  $-0,19\text{kg m}^{-2}$  de massa seca de casca de arroz.

Para avaliar-se o benefício logrado com a utilização do túnel plástico para a produção da forragem hidropônica de milho, determinou-se o número de dias, durante o ano 2001, em que a temperatura mínima do ar permaneceu acima da temperatura base de  $10^{\circ}\text{C}$ , obtendo-se no interior do túnel plástico 348 dias e em ambiente natural 310 dias (Figura 1). Realizando-se a soma térmica ao longo do ano para estes dias, objetivou-se verificar o número de cultivos possíveis para os dois ambientes. No interior do túnel plástico a soma térmica foi de  $5434^{\circ}\text{C.dia}^{-1}$  contra  $3935^{\circ}\text{C.dia}^{-1}$  no ambiente externo, e tomando-se como base o valor de  $301^{\circ}\text{C.dia}^{-1}$  registrados no período de produção, produziria-se 18 e 13 cultivos de forragem hidropônica de milho em ambos ambientes, respectivamente.

### Conclusão

Conclui-se que o período de produção foi insuficiente para permitir acréscimo em massa seca. Com impossibilidade de expansão do período de produção, sugere-se a utilização de densidades inferiores as praticadas, aumentando a possibilidade de acréscimo em massa seca da forragem. Porém, se a escolha recair sobre algumas das densidades utilizadas, deve-se prolongar o período de produção.

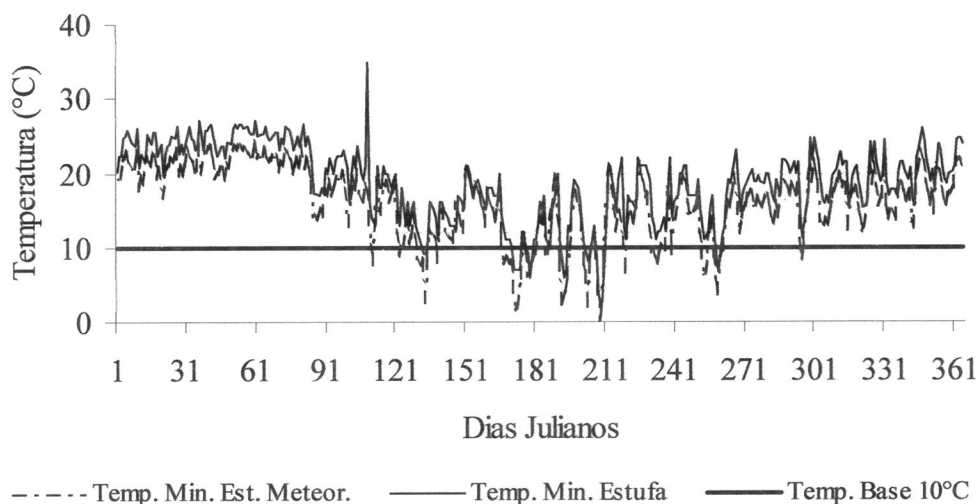
A utilização do túnel plástico permite prolongar o período e o número de cultivos de forragem hidropônica de milho ao longo do ano, se recomendado sua adoção no estado do Rio Grande do Sul.

### Literatura Citada

- ALPI, A. & TOGNONI, F. **Cultura em estufas**. Lisboa. Portugal. Ed. Presença. 2ª ed., 1978, 196p.
- BERLATO, M.A. & MATZENAUER, R. Teste de um modelo de estimativa do espigamento do milho com base na temperatura do ar. **Agronomia Sul riograndense**, 22(2):243-259, 1986.
- BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; PETRY, C. **Transmissividade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas**. Revista do centro de Ciências Rurais, santa Maria, v.25, n.1, p.1-4, 1995.
- DOUGLAS, J.S. **Hidroponia: cultura sem solo**. 6ª ed. São Paulo: Nobel, 1987. 144p.



- FAVILLI, R. & MAGNANI, G. **Materiali di copertura**. L'Italia agricola. Roma. N.1, p.70-87, 1985.
- FEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO CEARÁ – FAEC. Alternativa alimentar de baixo custo e alta qualidade. Disponível em: [www.faec.org.br/forragem-hidroponica.htm](http://www.faec.org.br/forragem-hidroponica.htm). Data de acesso: 10/02/2004.
- FURLANI, A.M.C. & FURLANI, P.R. **Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas**. Campinas: IAC, 1988. 34p. (Boletim Técnico,121)
- INSTITUTO TECNOLÓGICO E VOCACIONAL DE AQUIRAZ – ITEVA. Forragem hidropônica orgânica de milho. Disponível em: [www.iteva.org.br/tecnologias/agrobiologica/forragem/index.asp](http://www.iteva.org.br/tecnologias/agrobiologica/forragem/index.asp). Data de acesso: 10/02/2004.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto alegre, secretaria da Agricultura, Diretoria de terras e colonização, sessão de geografia, 1961, 43p.
- MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.C.I.; GARCEZ, J.R.B. **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas, IPEAS, v.1, n.50, 1971, 80p.
- OVINOS & CIA. Forragem hidropônica – seca nunca mais. Disponível em: [www.ovinosecia.com.br/forragem\\_hidroponica\\_de\\_milho.htm](http://www.ovinosecia.com.br/forragem_hidroponica_de_milho.htm). Data de acesso: 10/02/2004.
- POOLE, R.T. & WATERS, W.E. Use of rice hulls as an ingredient of the médium for growing foliage plants. **Florida Foliage Grower**, Florida, 14(7): 5-6, 1977.
- RESH, H.M. **Cultivos hidropônicos: nuevas técnicas de producción**. 4ª ed. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1997. 509p.
- SANTOS, O.S. **Cultivos sem solo: hidroponia**. Santa Maria: UFSM, 2000. 107p.
- SILVA, D.J. **Análises de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2ª Ed. Viçosa: UFV, 1988. 165p.
- VALDIVIA, E. **Producción de forraje verde hidropónico**. In: Curso Taller Internacional, 1996, Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina, 1996. 393p.
- WISNIEWSKI, C. & HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 11, novembro, 1997.



**FIGURA 1.** Variação da temperatura mínima do ar ao longo do ano 2001 para o ambiente túnel plástico e natural. Santa Maria, RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

**TABELA 1.** Massa fresca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) e massa seca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) de forragens hidropônicas de milho obtidas utilizando-se casca de arroz e palha de milho triturada como cobertura para as sementes de milho. Santa Maria, RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

Tratamentos	Massa Fresca	Massa Seca
Casca de arroz	16,59a	4,56 <sup>a</sup>
Palha de milho	16,23a	2,15 b
CV(%)	12,1	10

\*Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 2.** Massa fresca e seca ( $\text{kg m}^{-2}$ ) de forragens hidropônicas de milho obtidas com diferentes densidades de semeadura. Santa Maria, RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

Tratamentos	Massa Fresca	Massa Seca
$2\text{kg m}^{-2}$	14,74 b	3,31 <sup>a</sup>
$3\text{kg m}^{-2}$	18,13a	3,41 <sup>a</sup>
CV(%)	12,6	10,2

\*Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 3.** Composição químico-bromatológica de forragens hidropônicas de milho obtidas com diferentes densidades de semeadura e casca de arroz e palha de milho triturada como cobertura para as sementes de milho. Santa Maria, RS, Universidade Federal de Santa Maria, 2001.

	Densidades de semeadura (kg m <sup>-2</sup> )			
	3,00 <sup>1</sup>	2,00 <sup>1</sup>	3,00 <sup>2</sup>	2,00 <sup>2</sup>
Cinzas (%)	21,11	11,17	12,46	15,83
Proteína (Nx6,25) (%)	15,80a	15,22a	9,97b	8,29b
Extrato etéreo (%)	4,97	5,08	4,15	3,06
Fibra bruta (%)	17,88a	21,73a	22,74a	16,44a
Extrativos não nitrogenados (%)	50,78	49,94	50,71	50,84

<sup>1</sup> – Palha de milho triturada usada para cobertura das sementes.

<sup>2</sup> – Casca de arroz usada para cobertura das sementes.

\*Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.



ISSN 1518-2584

ANO VI, julho 2004, Nº 07 - Rolim de Moura, 2005

