

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE TRIGO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Liziany Müller Medeiros

**Santa Maria, RS, Brasil.
2006**

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE TRIGO**

por

Liziany Müller Medeiros

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Paulo Augusto Manfron

Santa Maria, RS, Brasil.

2006

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA
DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE TRIGO**

elaborada por
Liziany Müller Medeiros

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Paulo Augusto Manfron, Dr
(Presidente/Orientador)**

Durval Dourado Neto, Dr (ESALQ/USP)

Tânia B. G. A. Morselli, Dra (UFPEL)

Santa Maria, 9 de fevereiro de 2006.

Dedico

♥ *Ao meu marido Sandro Luís Petter Medeiros* ♥

♥ *Ao meu filho Sandro Luís Petter Medeiros Filho* ♥

Agradecimentos

Ao meu marido, Sandro Luís Petter Medeiros pela compreensão, amizade, amor, pelo exemplo de caráter e dignidade, pelo esforço constante em proporcionar melhores condições de vida para nossa família. Te amo!

Ao meu querido filho, Sandro Luís Petter Medeiros Filho. Você é a razão principal da minha vida e de minha luta! Te amo!

Aos meus queridos pais Ivaldo Müller e Luiza Adi Muller pelo amor, carinho e conforto que me proporcionaram. A minha irmã Alessandra R. Müller Germani, ao meu cunhado Ricardo Germani, e aos meus afilhados Ricardo Augusto e Pâmela Müller Germani, pelo incentivo, amizade e apoio em todos os momentos.

A minha vó Edi Soares Machado, pelo amor, incentivo e pelas orações nos momentos difíceis. A minha tia Lizete R. Cavalleiro pelo carinho e incentivo. A Catiani G. Cavalleiro pela amizade, confiança, incentivo e palavras amigáveis em todos os momentos de minha vida. Adoro vocês!

A minha princesinha amada Kamila Medeiros Lagomarsino.

A minha amiga Andrieli H. Bandeira pela ajuda e companheirismo em todos os momentos da realização deste trabalho.

Ao Professor Paulo Augusto Manfron, não apenas pela orientação, mas pela amizade, carinho, confiança e apoio. A minha amiga Marlene Sagger, pelas palavras otimistas e seu exemplo de vida.

Ao Professor Osmar Souza dos Santos pela amizade, incentivo, orientação e oportunidade de aprendizado. A Professora Tânia B. G. A. Morselli pela amizade e ajuda na realização deste trabalho.

Aos professores do Curso de Graduação em Zootecnia Cleber Cassol Pires e José Henrique Souza da Silva pelas várias oportunidades de aprendizado, pela grande amizade e incentivo na realização dos meus vários experimentos “pilotos” na graduação.

A minha amiga Lisinei da Silva Vollenhaupt, segunda mãe do meu filho Sandrinho.

Aos amigos Ari Souza, Cláudia Kaehler, Clarissa M. Cogo, Chico Gremista, Daniely Rodrigues da Silva, Elis Borcioni, Edgar César Durante, Evandro B. Fagan, Fábio Hamann, Florisbela Quevedo, Gean Lopes da Luz, Hercules Nogueira Filho, Jaqueline Ineu Golombesk, Jane S. Rosa, Juliane Schons, João Colpo, Tânia Garlet e Paulo Tarso.

Aos mestrandos que acompanhei durante a minha graduação: Rejane M. Carneiro, Cleber José Tonetto, Rafael B. M. Frescura e Carla Zeppenfeld, pela confiança depositada em mim durante a realização dos experimentos, e pela nossa amizade.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso. A CAPES pela bolsa concedida.

A Deus que vem iluminando meu caminho em todos os momentos.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLOGICA DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE TRIGO

Autor: Liziany Müller Medeiros
Orientador: Paulo Augusto Manfron
Data e local da defesa: Santa Maria, 9 de fevereiro de 2006.

A utilização da forragem hidropônica é uma opção para atender às dificuldades de produção de pecuaristas, que não dispõem de quantidade e qualidade nutricional nos alimentos, a serem ofertados para animais em épocas do ano com baixa demanda. Neste sentido, foram conduzidos dois experimentos em ambiente protegido (túnel alto), na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS, no ano 2004. O trabalho objetivou avaliar a produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada com diferentes soluções nutritivas identificando a idade ideal de colheita. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, distribuído em esquema fatorial 2x4, constituído por duas soluções e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias após a semeadura). No primeiro experimento as soluções avaliadas foram inorgânicas: SNN- solução descrita por NEVES (2001) e SNS- solução proposta por SANTOS et al., (2004), procedendo-se a análise do nitrato. No segundo experimento, as soluções nutritivas foram uma inorgânica, SNS- solução SANTOS et al., (2004), e a outra orgânica (vermicomposto bovino) parcialmente corrigida para atender recomendação de SANTOS et al., (2004). A interação entre soluções nutritivas (SNN e SNS) e idades de colheita não foi significativa ($P \geq 0,05$) para as variáveis fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS). A forragem hidropônica de trigo cultivada com a solução SNS apresentou maior produção de FS e menor teor de FDN. O aumento no intervalo de tempo da idade de colheita proporcionou redução na produção de FS e na DIVFS e aumento no teor de nitrato. No segundo experimento, foi observada significância ($P < 0,05$) entre a interação das soluções nutritivas (SNS e SNSC) e idades de colheita para as variáveis: FS, PB, PS e FDN. As variáveis ajustaram-se a equação de regressão quadrática em função da idade de colheita, sendo positiva para FS e negativa para PB, PS e FDN, tanto para a SNS quanto SNSC. O aumento no intervalo de tempo da idade de colheita na produção de forragem hidropônica determinou incremento linear no teor de FDA e LIG, e diminuição linear da DIVFS. A forragem cultivada com SNS apresentou teor superior DIVFS em relação à SNSC. O teor de FDA e LIG não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre as soluções. A solução orgânica de vermicomposto bovino proporcionou a produção de forragem hidropônica de trigo de boa qualidade nutricional. Nos experimentos, concluiu-se que a colheita seja realizada entre 8 - 12 dias, principalmente devido aos bons teores protéicos sem o comprometimento do menor teor de FS e de sua digestibilidade.

Palavras-chave: ambiente protegido, hidroponia, Trigo.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Agronomy Post-Graduation Program
Federal University of Santa Maria

PRODUCTION AND BROMATOLIGAL COMPOSITION IN HIDROPONIC WHEAT FORAGE

Author: Liziany Müller Medeiros
Adviser: Paulo Augusto Manfron
Santa Maria, 9th, february, 2006.

Hydroponics forage is an alternative to producers who need quality food to their animals, at times of the year with low demand. It was carried out two experiments inside a polyethylene greenhouse (tunnel), in the Ecophysiology and Hydroponic Research Center (NUPECH), of the Federal University of Santa Maria, Brazil. The objective this work was to evaluate the production and bromatological nutrition in hidropoinc wheat forage. The experimental design was randomized complete block in a 2x4 factorial scheme, consisted of two nutrient solutions and four harvesting dates (4, 8, 12 and 16 days after emergence). In the firts experiment, it was evaluated two inorganic nutrient solution: SNN- NEVES (2001) solution and SNS- SANTOS et al. (2004) solution, and nitrate content was determined in wheat forage. In second experiment, the nutrients solutions evaluated were: SNS– inorganic nutritive solution according to SANTOS et al., (2004)'s recommendation, SNSC– organic nutritive solution partly corrected attending SANTOS et al., (2004)'s recommendation. It was not observed interaction ($P \geq 0.05$) between sowing densities and harvest date for the variables dry mat ter (DM), crude protein (CP), soluble protein (SP), acid detergent fiber content (ADF), neutral detergent fiber content (NDF), lignine (LIG) and *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM). The hydroponic wheat forage cultivated with the SNS solution presented higher dry mass production and lower neutral detergent fiber content. It was observed decrease in dry matter production and digestibility “in vitro” and increase in nitrate content when delaying the harvesting dates. In the second experiment, it was observed interaction ($P < 0.05$) between nutrients solutions and harvest date for DM, CP, SP and NDF. The variables one presented square regression in relation to increase in harvest date, with positive response in DM and negative in CP, SP and NDF, for SNS and SNSC nutrient solution. It was observed increase in ADF and LIG and decrease in IVDDM content when delaying the harvesting dates. The superior value of IVDDM was obtained in forage produced with SNS solution in relation SNSC. The of ADF and LIG substance did not presented significant difference ($P < 0.05$) among the SNS and SNSC solutions. The organic solution of bovine vermicompost besides offering the hydroponics forage production of good nutritional quality of wheat, it allows the use of residue produced in property, decreasing the production cost of nutritive solution. In the experiments, the best bromatological characteristics of hydroponic wheat forage were verified with harvest at 8 - 12 days after sowing.

Key words: polyethylene greenhouse, hydroponics, wheat.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1	5
TABELA 1 Fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da fitomassa seca (DIVFS) para (SNN): solução nutritiva segundo recomendação de NEVES (2001), (SNS): solução nutritiva segundo recomendação de SANTOS et al. (2004) no cultivo de forragem hidropônica de trigo. UFSM, Santa Maria – RS, 2005.....	11
CAPITULO 2.....	20
TABELA 1 Fitomassa seca, proteína bruta e nitrato em forragem hidropônica de trigo cultivada com SNN- solução nutritiva proposta por NEVES (2001); e SNS- solução nutritiva proposta por SANTOS et al. (2004). UFSM-Santa Maria-RS, 2005	26
CAPITULO 3	33
TABELA 1 Fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da fitomassa seca (DIVFS) para SNS- solução nutritiva inorgânica segundo recomendação de Santos et al. (2004), SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de Santos et al. (2004), em base da fitomassa seca. UFSM, Santa Maria – RS, 2005.	44

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	5
FIGURA 1 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB) e solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da fitomassa seca (DIVFS), em forragem hidropônica de trigo em diferentes idades de colheita, com base na fitomassa seca. UFSM-Santa Maria-RS, 2005.....	14
CAPITULO 2.....	20
FIGURA 1 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fitomassa seca, proteína bruta e nitrato em forragem hidropônica de trigo em diferentes idades de colheita. UFSM-Santa Maria-RS, 2005.	29
CAPITULO 3.....	33
FIGURA 1 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS) e fibra em detergente neutro (FDN) para SNS- solução nutritiva inorgânica segundo recomendação de Santos et al. (2004), SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de Santos et al. (2004), em base da fitomassa seca UFSM, Santa Maria – RS, 2005.	40
FIGURA 2 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da fitomassa seca (DIVFS) para SNS- solução nutritiva inorgânica segundo recomendação de Santos et al. (2004), SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de Santos et al. (2004), em base da fitomassa seca. UFSM, Santa Maria – RS, 2005..	46

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Túnel alto, Modelo Hermano.....	55
ANEXO 2 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES. (2001), aos 6 dias.	55
ANEXO 3 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução SANTOS et al. (2004), aos 6 dias.	56
ANEXO 4 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 6 dias	56
ANEXO 5 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES (2001), SANTOS et al., (2004) , solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 9 dias.....	57
ANEXO 6 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES (2001), SANTOS et al. (2004), solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 12 dias.....	58
ANEXO 7 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES (2001), aos 16 dias.	59
ANEXO 8 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução SANTOS et al. (2004), aos 16 dias.....	60
ANEXO 9 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 16 dias.....	61

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino do mundo, com 195,5 milhões de cabeças e ocupa a oitava posição no ranking mundial de ovinos e caprinos, com rebanho de 14,5 milhões e 10 milhões de cabeças, respectivamente (IBGE, 2005). A pecuária brasileira está baseada na alimentação a pasto, assim em decorrência da falta de chuvas em 2004/2005 registraram-se grandes prejuízos, provocando, em alguns estados, a morte de centenas de animais por falta de alimentação (ANUALPEC, 2005).

O Rio Grande do Sul foi um dos estados mais afetados por esta estiagem, com prejuízo estimado de R\$ 800 milhões, devido à perda de peso do rebanho que determinará nesse ano redução na oferta de animais para o abate e diminuição do índice de natalidade (CONAB, 2005). Portanto, faz-se necessária a adoção de alternativas que visem minimizar os efeitos negativos de condições meteorológicas adversas. Neste contexto, o estudo de novas tecnologias de suplementação alimentar se torna importante para que a produção animal não tenha redução nos seus índices produtivos.

A pecuária brasileira apresenta o maior rebanho bovino, mas com baixos índices de produtividade quando comparado aos níveis dos países desenvolvidos, principalmente por se caracterizar como exploração extensiva. (ANUALPEC, 2005; CONAB, 2005; IBGE, 2005; SOUZA, 2005). Atualmente no Brasil, o número de propriedades que praticam a pecuária de forma semi-intensiva ou intensiva é muito pequeno, abrangendo cerca de 1,5 a 2,5% do rebanho nacional. No entanto, o número de animais confinados tem aumentado nos últimos anos, com 200.000, 1.990.000 e 2.500.000 de cabeças, em 1983, 2004 e 2005, respectivamente, devido às vantagens deste sistema, como redução de lotação das pastagens na seca, aumento da escala de produção e, principalmente liberação de áreas para outras culturas (ANUALPEC, 2005; SOUZA, 2005).

A agricultura familiar no Brasil é de importância fundamental na produção de alimentos. De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Agrário, existem cerca de 4,5 milhões de propriedades rurais de caráter familiar no Brasil, sendo responsáveis pela produção de 58 e 52% da carne e leite produzidos no País, respectivamente (LISITA, 2005; SOUZA, 2005).

A utilização da tecnologia hidropônica para produção intensiva poderá resultar em grande impacto no aspecto social e ambiental, promovendo sensível melhora na economia e na qualidade de vida de pequenos produtores, reunidos em Associações e Cooperativas

(SOUZA, 2005). O cultivo de forragem hidropônica tem como finalidade criar alternativas economicamente viáveis para alimentação animal, principalmente para regiões que apresentam déficit alimentares, promovendo o desenvolvimento sustentável (TEIXEIRA, 1999; HENRIQUES, 2000). Esta tecnologia surgiu para suprir carências alimentares em período de déficit, no entanto, ela pode ser usada para balancear a alimentação de animais (TEIXEIRA, 1999; HENRIQUES, 2000; SANTOS, 2000; FAO, 2001; NORDESTE RURAL, 2004).

A forragem hidropônica é o resultado do processo da germinação de sementes de cereais (arroz, aveia, centeio, cevada, milheto, milho, trigo, triticale e outras espécies), em alta densidade de semeadura (1,5-3,0 kg m⁻²), que se desenvolve em curto período de tempo, sobre uma superfície lisa e impermeável (cimento, fibra de vidro e filme plástico), assimilando os minerais contidos em uma solução nutritiva (MÜLLER, 2003; SANTOS et al., 2004). Possui excelente qualidade e, quando administrada para os rebanhos em sua totalidade (sementes, folhas, caules, raiz), constitui dieta completa de carboidratos, açúcares, proteínas, minerais e vitaminas (FAO, 2001; SANDIA, 2003; ESPINOZA et al., 2004). Seu aspecto, sabor, cor e textura conferem grande palatabilidade aumentando a assimilação de outros alimentos (FAO, 2001; OLIVAS, 2004). O consumo de forragem hidropônica traz benefícios à saúde do animal, como melhor assimilação da ração e maiores efeitos nutritivos e estimulantes, devido ao maior teor de proteínas e vitaminas (FAO, 2001; CEBALLOS, 2004; FLORES et al., 2004a; OLIVAS, 2004).

A forragem hidropônica é um alimento de alta qualidade nutricional, com alta produção de fitomassa em pequenos espaços de produção, com baixo custo de infra-estrutura e consumo hídrico 3-4 L m⁻², podendo ser considerado um alimento ecológico, pois não há uso de herbicidas e pesticidas (FAO, 2001; ESPINOZA et al., 2004). HENRIQUES (2000) cita que a eliminação de gastos com maquinarias, armazenamento, combustíveis, produtos fitossanitários, corretivos, fertilizantes, são fatores apontados pelo menor custo de produção. Conforme GONZÁLES (2003), com a implementação desta técnica, se obtém uma significativa economia de água, em relação a sistemas irrigados, recurso cada vez mais limitante e elemento chave da produção e desenvolvimento produtivo. FAO (2001) cita que para cada um (1) kg de fitomassa seca de aveia, cevada e trigo produzida a campo é necessário cerca de 635, 521 e 505 L de água, respectivamente, enquanto na produção destas em hidroponia gasta-se cerca de 15 a 20 L.

Em vários países, e inclusive no Brasil, a forragem hidropônica vem sendo utilizada para alimentação animal (HENRIQUES, 2000; ITEVA, 2000; SANTOS, 2000; FAO, 2001;

NEVES, 2001; MÜLLER, 2003; SANDIA, 2003; ESPINOZA et al., 2004). FLORES et al., (2004b) relatam que na Venezuela o uso de forragem hidropônica se apresenta como alternativa viável, econômica, segura e palatável que pode ser utilizada na nutrição de ruminantes e não ruminantes. De acordo com GONZÁLES (2003), a forragem hidropônica possui uma capacidade de substituição do concentrado e/ou volumoso da dieta alimentar muito importante, a qual pode ser ofertada em algumas espécies em torno de 70%, trazendo significativa diminuição nos custos de produção da alimentação animal.

As soluções nutritivas constituem-se no ponto principal do cultivo hidropônico, uma vez que elas determinam o crescimento das plantas e a qualidade do produto final. Uma solução nutritiva bem equilibrada, e fornecida adequadamente, é o fundamento maior da hidroponia. Composições diversas de soluções nutritivas têm sido formuladas, em função da cultura e da técnica hidropônica.

A solução comumente utilizada para produção de forragem hidropônica no Brasil foi descrita por NEVES (2001) e que possui 105,9 mg L⁻¹ de nitrogênio (N), mas estudos relatados pela FAO (2001) demonstram que a nutrição da forragem hidropônica deve ser realizada utilizando solução nutritiva contendo cerca de 200 mg L⁻¹ de N para obter-se bons resultados no processo de crescimento e alto teor de proteína bruta. Neste contexto, SANTOS et al. (2004) propuseram uma solução nutritiva mais concentrada em N visando suprir tais exigências.

As soluções nutritivas utilizadas na hidroponia, geralmente, são provenientes de fertilizantes inorgânicos, determinando a exclusão da utilização da técnica por parte dos produtores, que visam o sistema de desenvolvimento agrícola sustentável (NICOLA, 2002). A hidroponia orgânica é uma técnica muito recente no Brasil, no entanto já é utilizada em outros países, com excelentes resultados (MARTINS, 2004). Uma das características importantes desta tecnologia é a possibilidade de montar sistemas ecológicos fechados, com o máximo de reciclagem, determinando menor agressão ao meio ambiente.

No cultivo hidropônico, o nitrato é a forma de nitrogênio encontrado em maior quantidade nas soluções nutritivas, sendo indispensável ao crescimento dos vegetais por ser a forma preferencialmente absorvida (SALSAC et al., 1987). A toxicidade do nitrato pode ser um problema letal para animais que consomem plantas com elevado acúmulo de nitrato principalmente devido à falta de oxigênio nos tecidos do corpo (STANTON, 1998; ADAMS et al., 1999).

A determinação da idade de colheita é importante no sistema de produção de forragem hidropônica. O estágio da planta forrageira influencia o seu valor nutritivo, pois à medida que a planta cresce, aumenta a porção fibrosa enquanto reduz o teor protéico e a digestibilidade da fitomassa seca (VAN SOEST, 1994). Na produção de forragem hidropônica, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área, mas colheitas tardias podem acarretar grande competição entre plantas e perda de qualidade nutricional (HENRIQUES, 2000).

Os pesquisadores da EMBRAPA Trigo vêm estudando o cultivo do trigo como forrageira de inverno, para pastejo ou conservada na forma de feno e silagem, devido aos bons resultados em experimentos realizados na produção de leite e carne, em decorrência do seu elevado valor nutritivo (FONTANELI, 2001; EMBRAPA TRIGO, 2005). O estudo da produção e qualidade da forragem hidropônica de trigo é uma excelente opção para o Rio Grande do Sul, pois a grande oferta de sementes faz com que os custos sejam mais acessíveis. SANDIA (2003) relata elevada qualidade nutricional no estudo da forragem hidropônica de trigo.

Contudo, devido às diversas espécies e condições ambientais em que se pode produzir forragem hidropônica, aliada as escassas informações a respeito, existem dúvidas sobre a solução nutritiva e a idade de colheita mais adequada, onde se obtenha alto rendimento de fitomassa com excelente qualidade nutricional.

Nesse sentido, o trabalho tem por objetivos avaliar:

- A produção de fitomassa seca e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada com duas soluções nutritivas inorgânicas, em quatro idades de colheita.
- Teor de nitrato em forragem hidropônica de trigo cultivada com duas soluções nutritivas inorgânicas, em quatro idades de colheita.
- A produção de fitomassa seca e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada com soluções nutritivas inorgânica e orgânica (vermicomposto de bovino) parcialmente corrigida, em quatro idades de colheita.

CAPÍTULO 1

VALOR NUTRICIONAL DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE TRIGO COM DIFERENTES SOLUÇÕES NUTRITIVAS E IDADES DE COLHEITAS

BROMATOLOGICAL COMPOSITION IN HYDROPONIC WHEAT FORAGE UNDER DIFFERENT NUTRIENTS SOLUTIONS AND HARVESTING DATES

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a produção e o valor nutricional da forragem hidropônica de trigo cultivada em ambiente protegido (túnel alto) com diferentes soluções nutritivas, identificando a idade ideal de colheita. O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH), UFSM- RS. Adotou-se delineamento experimental blocos ao acaso, distribuído em esquema fatorial 2x4, constituído por duas soluções nutritivas: SNN- solução nutritiva proposta por NEVES (2001), e SNS- solução nutritiva proposta por SANTOS et al. (2004), e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias após a semeadura). A interação entre soluções nutritivas e idades de colheitas não foi significativa para as variáveis fitomassa seca, proteína bruta, proteína solúvel, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca. A forragem hidropônica de trigo cultivada com a solução SNS apresentou maior produção de fitomassa seca e menor teor de fibra em detergente neutro. O aumento do intervalo de tempo na idade de colheita da forragem hidropônica de trigo proporcionou redução na produção de fitomassa seca e na digestibilidade “*in vitro*”. Sugere-se que a colheita seja realizada entre 8-12 dias, devido aos bons teores protéicos sem o

comprometimento do menor teor de fitomassa seca e de sua digestibilidade. A solução nutritiva SNS deve ser adotada, pois proporciona maiores teores de fitomassa seca.

Palavras-chave: ambiente protegido, hidroponia, *Triticum aestivum*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different nutrient solutions and harvest date on dry weight and bromatological composition in hydroponic wheat forage. The experiment was carried out inside a polyethylene greenhouse (tunnel) at the Ecophysiology and Hydroponic Research Center (NUPECH) of the Federal University of Santa Maria, Brazil. The experimental design was randomized complete block. The treatments consisted of two nutrient solutions SNN- NEVES (2001) solution, and SNS- SANTOS et al., (2004) solution, and four harvesting dates (4, 8, 12 and 16 days after emergence), in a 2x4 factorial scheme. It was not observe interaction between nutrients solutions and harvest date for all variables analyzed. The hydroponic wheat forage cultivated with the SNS solution presented higher dry mass production and lower neutral detergent fiber content. Decrease in dry matter production and digestibility “in vitro” when delaying the harvesting dates was observed. The best bromatological characteristics of hydroponic wheat forage were verifie with harvest at 8-12 days after emergence, and the SNS nutritional solution provides higher dry mass production.

Key words: polyethylene greenhouse, hydroponics system, *Triticum aestivum*

INTRODUÇÃO

O estudo de novas tecnologias de alimentação para animais é importante para que a pecuária brasileira não sofra redução na sua produtividade em épocas de déficit alimentar (épocas secas ou frias do ano), em que a produção e a qualidade da forragem das espécies nativas e implantadas ficam aquém das exigências nutricionais. A adoção de alternativas que visem minimizar prejuízos causados por condições meteorológicas adversas torna-se essencial quando se tem por objetivo produção estável e rentável.

A forragem hidropônica destaca-se pela taxa de crescimento acelerado das plantas, com diminuição do ciclo de vida, ocasionando alto teor protéico e boa digestibilidade (FAO, 2001; MÜLLER, 2003; SANDIA, 2003; SANTOS et al., 2004). De acordo com FLORES et al. (2004), a produção de forragem hidropônica é um grande avanço tecnológico na alimentação animal, pois pode ser produzida durante todo o ano e ofertada a todos os animais em qualquer fase de desenvolvimento (gestação, lactação, desmame, terminação).

O cultivo de forragem hidropônica é o resultado do processo da germinação de sementes de cereais, em alta densidade de sementeira ($1,5-3,0 \text{ kg m}^{-2}$), que se desenvolve em curto período de tempo, sobre superfície lisa e impermeável, assimilando os minerais contidos em solução nutritiva (MÜLLER, 2003; SANTOS et al., 2004). Neste contexto, a solução nutritiva é um dos pontos principais do cultivo hidropônico, uma vez que ela interfere no crescimento das plantas e na qualidade do produto final. Uma solução nutritiva bem equilibrada, e fornecida adequadamente, é o fundamento maior da hidroponia, composições diversas de soluções nutritivas têm sido formuladas, em função da cultura e da técnica hidropônica (SANTOS, 2000).

No Brasil a solução utilizada para produção de forragem hidropônica foi descrita por NEVES (2001), que contém $105,9 \text{ mg L}^{-1}$ de nitrogênio (N). Entretanto, estudos relatados pela FAO (2001) demonstram que a nutrição da forragem hidropônica deve ser realizada

utilizando solução nutritiva contendo cerca de 200 mg L⁻¹ de N para obter-se bons resultados no processo de crescimento e alto teor de proteína bruta. Assim, SANTOS et al., (2004) propuseram uma solução nutritiva mais concentrada em N visando suprir tais exigências.

A determinação do momento mais adequado para a colheita também é um fator a ser considerado. O estágio da planta influencia o valor nutritivo da forragem, pois a medida que a planta cresce as porções fibrosas aumentam, enquanto o teor protéico e a digestibilidade da fitomassa seca diminuem (VAN SOEST, 1994).

De acordo com HENRIQUES (2000), na produção de forragem hidropônica, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área, entretanto colheitas tardias podem acarretar grande competição entre plantas e perda de qualidade nutricional. Conforme SANDIA (2003), o período de crescimento da forragem hidropônica deve compreender entre 8 a 12 dias, pois a partir desse período se inicia intenso processo de perda da qualidade nutricional.

O trabalho teve por objetivo avaliar a produção de fitomassa seca e o valor nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada com duas soluções nutritivas inorgânicas, em quatro idades de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em agosto de 2004, na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH), no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria - RS, com coordenadas geográficas: latitude 29°43'S, longitude 53°43'W e altitude 95 m.

A forragem de trigo foi cultivada em túnel alto, tipo "Hermano", com 6 m de largura e 27 m de comprimento (162 m²), disposto no sentido norte-sul, coberto com polietileno de

baixa densidade (PEBD) com espessura de 150 μ , aditivado contra raios ultravioleta. No interior do túnel foram construídos canteiros de 1 m² (unidade experimental) com filme plástico (lona preta de 100 μ de espessura), estendido sobre o solo com 4% de inclinação, sendo as bordas limitadas por guias de madeira com 6 cm de altura. Diariamente, realizou-se a abertura das laterais às 8 h e seu fechamento às 18 h, exceto em dias chuvosos ou com muito vento, ocasiões em que túnel permaneceu fechado. A temperatura e a umidade do ar foram determinadas através de um termo-higrógrafo instalado a 1,5 m acima do solo, no interior do túnel, os valores médios observados foram 17,0°C e 69,1%, respectivamente, para o período experimental.

A semeadura foi realizada manualmente, a lanço, sobre filme plástico, sem o uso de substrato, com sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), na densidade de 2 kg m⁻². As sementes utilizadas foram provenientes de lavouras da região de Santa Maria- RS, sem tratamento químico. A fim de analisar a qualidade das sementes foram enviadas amostras para o Laboratório de Análise de Sementes do Núcleo de Sementes/UFSM, onde foi determinado o grau da pureza (98%) e germinação (92%). As sementes foram pesadas e colocadas em baldes plásticos, onde foi realizada a técnica de pré-germinação que consistiu na embebição das sementes em água por 12 h associada a 24 h de incubação.

As soluções nutritivas foram estocadas em dois tanques de fibra de vidro com capacidade de 500 L cada um, sendo a solução repostada conforme a necessidade da cultura. A aplicação foi efetuada através de irrigação manual, com o auxílio de regadores, sendo realizadas quatro regas diárias em intervalos regulares, distribuindo, em média, 3,5 L m⁻² dia. Nos três primeiros dias, a irrigação foi realizada apenas com água e, a partir deste, com solução nutritiva. Foi adotado o sistema hidropônico aberto, sem reaproveitamento de solução aplicada.

O delineamento experimental utilizado foi o blocos ao acaso, com quatro repetições para fitomassa seca e três repetições, com duas amostragens, para as variáveis da composição bromatológica, distribuídas em esquema fatorial 2x4, sendo constituída por duas soluções nutritivas: SNN- solução nutritiva proposta por NEVES (2001), e SNS- solução nutritiva SANTOS et al. (2004); e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias após a semeadura).

Os nutrientes que compuseram as soluções nutritivas foram (mg L^{-1}):

SNN: N=105,9, P=18,9, K=129,6, Ca=69,7, Mg=15,0, S=24,31, B=0,97, Zn=1,71, Cl=1,98, Mn=0,55, Cu=0,38, Mo=0,23.

SNS: N=190,6, P=34,0, K=233,3, Ca=125,0, Mg=27,0, S=43,76, B=1,74, Zn=3,08, Cl=3,56, Mn=0,99, Cu=0,69, Mo=0,42.

O nutriente ferro não diferiu para as duas soluções adotadas. Ele foi quelatizado com EDTA e utilizado na dose de 5 mg mL^{-1} (FURLANI & FURLANI, 1988).

A determinação da fitomassa seca foi realizada a partir de amostras compostas de plantas inteiras (folhas+colmo+raízes) e de sementes não germinadas, colhidas em cada unidade experimental na área de $0,16 \text{ m}^2$, que posteriormente foram levadas à estufa de ventilação forçada, com temperatura de aproximadamente 65°C até atingirem massa constante. As análises de proteína bruta, proteína solúvel, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), do Departamento de Zootecnia da UFSM, em base da fitomassa seca, segundo a metodologia descrita por SILVA (1991).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, sendo as idades de colheita avaliadas através da análise de regressão e as médias das soluções nutritivas comparadas entre si pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre soluções nutritivas e idades de colheitas não foi significativa ($P \geq 0,05$) para as variáveis fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS).

Na Tabela 1, a produção de fitomassa seca da forragem hidropônica de trigo com solução SNS ($2,07 \text{ kg m}^{-2}$) foi superior ($P < 0,01$) em relação à solução SNN ($1,76 \text{ kg m}^{-2}$). Este resultado corrobora com valores citados pela FAO (2001), em forragem hidropônica de aveia cultivada com solução nutritiva semelhante à SNS, contendo concentração de nitrogênio (N) de 200 mg L^{-1} , onde obteve-se $3,25 \text{ kg m}^{-2}$ FS em relação à solução semelhante a SNN, com 100 mg L^{-1} , que apresentou $2,83 \text{ kg m}^{-2}$ de FS.

TABELA 1 Fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS) para (SNN)- solução nutritiva NEVES (2001), (SNS)- solução nutritiva SANTOS et al. (2004), no cultivo de forragem hidropônica de trigo. UFSM, Santa Maria – RS, 2005.

Solução nutritiva	FS (kg m^{-2})	PB (% FS)	PS (% FS)	FDN (% FS)	FDA (% FS)	LIG (% FS)	DIVFS (% FS)
SNN	1,76	22,71	11,74	41,90	23,69	4,18	66,44
SNS	2,07	22,96	12,22	40,17	22,92	4,15	66,49
Pr>F	0,0142	0,4549	0,1365	0,0001	0,2612	0,9102	0,9708
CV (%)	17,18	1,79	5,41	2,08	2,57	3,15	5,40

O teor de proteína bruta e solúvel da forragem hidropônica de trigo cultivada com solução SNS não diferiu significativamente da SNN (Tabela 1). Entretanto, os valores de PB em forragem hidropônica de aveia descritos pela FAO (2001) foram menores do que os observados neste trabalho, tanto para forragem cultivada com solução nutritiva com 200 mg L⁻¹ N (11,93% na FS) ou com 100 mg L⁻¹ N (10,73% na FS). SANTOS et al. (2004), no cultivo de forragem hidropônica de cevada, com solução nutritiva contendo 190,6 mg L⁻¹ N, obtiveram 20,26% PB na FS, valor similar aos obtidos neste estudo.

Menores valores de FDN (P<0,05) foram encontrados na SNS (40,2% na FS) em relação a SNN (41,9% na FS), (Tabela 1). Desempenho similar foi relatado pela FAO (2001) em forragem hidropônica de aveia, aos 15 dias, com 58,0 e 59,0% de FDN na FS, quando produzida em solução nutritiva de 200 e 100 mg L⁻¹ N, respectivamente. Não houve diferença significativa (P>0,05) para fibra em detergente ácido, lignina e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca entre as soluções (Tabela 1). Conforme as citações de FAO (2001), soluções com 100 e 200 mg L⁻¹ N não influenciam a digestibilidade da forragem hidropônica de aveia, que possui em torno de 82% na FS de DIVFS.

Na produção de forragem hidropônica de trigo a fitomassa seca, proteína bruta, proteína solúvel, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca foram influenciadas (P<0,05) pela idade de colheita (Figura 1).

A variação da produção da fitomassa seca em função da idade de colheita foi representada pela equação quadrática positiva (Figura 1a). Os valores de FS foram decrescentes, resultado semelhante foi descrito pela FAO (2001), que cita valores de 3,26, 2,95 e 2,27 kg m⁻² FS, em forragem hidropônica de aveia, aos 7, 11 e 15 dias, respectivamente. ESPINOZA et al., (2004) verificaram no cultivo de forragem hidropônica de

milho rendimento de 1,87 kg FS m⁻² aos 9 dias de colheita, valor semelhante ao observado aos 12 dias neste estudo.

O desempenho decrescente da produção de FS é atribuído à presença de sementes não germinadas nas amostras. As sementes apresentam elevado teor de FS e com o passar do tempo ocorre à decomposição das mesmas, o que ocasiona a diminuição da FS, além disso, a elevada densidade populacional (em torno de 44.200 plantas m⁻²) proporcionou a competição entre as plantas por nutrientes e luz, ocasionando estiolamento e posterior acamamento, e assim senescência das folhas inferiores das plantas de menor estatura que permaneceram sombreadas.

Para o teor de PB ajustou-se equação quadrática negativa em relação à idade de colheita (Figura 1 b). O ponto de máxima situou-se próximo aos 13 dias, com 26,09% PB na FS. SANDIA (2003) observou na forragem hidropônica de trigo aos 10, 14 e 16 dias, teores crescentes de PB; 20,33, 22,90 e 24,08% na FS, respectivamente, valores próximos aos verificados neste estudo.

Os altos valores observados de PB indicam a forragem hidropônica de trigo como excelente opção na alimentação de animais, favorecendo o aumento dos índices zootécnicos do rebanho, pois de acordo com VAN SOEST (1994) dietas com teor de PB inferior a 7% promovem redução na digestão das mesmas devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen, diminuindo sua população e, conseqüentemente, reduzindo a digestibilidade e o consumo da FS.

A PS ajustou-se a equação quadrática negativa em relação à idade de colheita (Figura 1c), com aumento do teor até os 14 dias, com 14,16% na FS, decrescendo posteriormente. SANDIA (2003) relata que a forragem hidropônica de cevada possui teor de PS de 15,63% na FS, aos 12 dias, valor superior ao deste estudo.

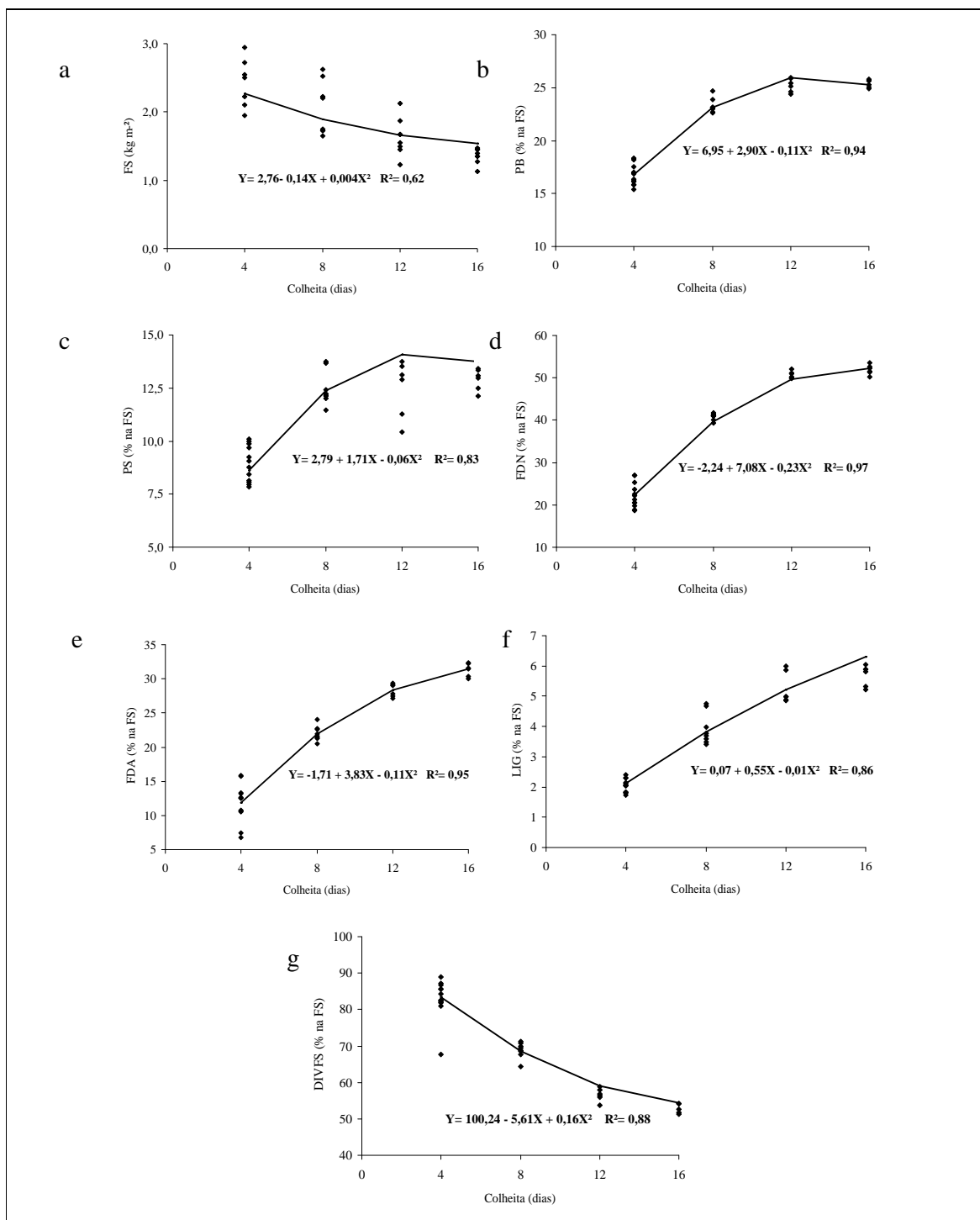


FIGURA 1 Equações de regressão para fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB) e solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS), em forragem hidropônica de trigo em diferentes idades de colheita. UFSM - Santa Maria - RS, 2005.

A solubilidade da proteína é um dos fatores que mais influenciam na degradação protéica à nível de rúmen, pois a proteína solúvel tende a ser mais rapidamente e completamente degradada (CHALUPA, 1974; TAMMINGA, 1979). De acordo com HUTJEN (1999), as vacas leiteiras em diferentes fases de lactação necessitam de teores de PS entre 4,8-5,7% na FS. Assim, verifica-se que a forragem hidropônica de trigo possui valores superiores de PS, confirmando-a como excelente opção alimentar.

O teor de FDN ajustou-se a uma equação de regressão quadrática negativa em função da idade de colheita, com ponto de máxima aos 15 dias (Figura 1d). FAO (2001) verificaram aos 7, 11 e 15 dias, valores de 56, 63 e 58% FDN na FS em forragem hidropônica de aveia, respectivamente. Esses valores são superiores ao observado neste estudo. ESPINOZA et al., (2004) observaram, em forragem hidropônica de milho, aos 9 dias, teor de FDN (41% na FS), similar ao deste trabalho.

O teor da FDN é inversamente correlacionado com a ingestão de fitomassa seca, níveis de FDN acima de 55-65% na FS não seriam indicados em dietas de ruminantes, pois limitariam o espaço no trato gastrointestinal e, portanto, o consumo (CONRAD et al., 1966; VAN SOEST, 1994). Os teores observados neste estudo são inferiores ao considerado limitante.

De acordo com NRC (1989), as dietas de vacas em lactação devem conter, no mínimo, 25 a 28% de FDN na FS, com 75% do total sendo suprido por forragens. Considerando que os concentrados mais utilizados na alimentação animal, como milho, trigo e soja possuem 11,40, 11,49 e 14,20% de FDN na FS (ROSTAGNO, 2000), não atenderiam às necessidades desta categoria. Portanto, a utilização da forragem hidropônica de trigo seria adequada para formulação da dieta alimentar e justificaria também, em parte, a importância e o uso do sistema hidropônico na produção de forragens, ao invés da utilização de alta quantidade de grãos nas dietas dos animais.

De acordo com a Figura 1e, o teor de FDA da forragem hidropônica de trigo ajustou-se a uma equação quadrática negativa em relação à idade de colheita, com menor teor aos 4 dias. De acordo com MERTENS (1994), a FDA indica a quantidade de fibra que não é digestível e seu teor deve ser em torno de 30% ou menos, pois estes níveis favorecem o aumento no consumo de fitomassa seca pelo animal. Neste sentido, os valores observados apresentam-se adequados ao consumo animal. Teores semelhantes ao deste estudo foram verificados por ESPINOZA et al., (2004), aos 9 dias, 20,9% de FDA na FS, em forragem hidropônica de milho. FAO (2001) cita que o teor de FDA da forragem hidropônica de aveia, aos 15 dias, é de 27,9% na FS, valor similar ao encontrado neste trabalho.

O teor de LIG ajustou-se a uma equação quadrática positiva em relação à idade de colheita, sendo que o menor teor foi verificado na colheita aos 4 dias (Figura 1f). FAO (2001) relata desempenho similar na forragem hidropônica de aveia, sendo que esta possui aos 7, 11 e 15 dias, 5,0, 7,4 e 7,0% de LIG na FS, respectivamente. De acordo com VAN SOEST (1994), a lignina é considerada indigerível e inibidora da digestibilidade das plantas forrageiras, logo seu valor deve ser o menor possível.

A digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca ajustou-se a uma equação quadrática positiva em relação à idade de colheita, com redução do teor até a última colheita aos 16 dias (Figura 1g). Este desempenho é similar ao encontrado por DOSAL (1987) apud FAO (2001), que observou diminuição da DIVFS na forragem hidropônica de aveia em relação ao aumento do intervalo de tempo de colheita (7, 11 e 15 dias). Pode-se observar ainda, que o valor da DIVFS da forragem hidropônica de trigo aos 4 e 8 dias foi superior ao valor citado para as forrageiras tropicais, que se situa entre 55 e 60% na FS (MOORE & MOTT, 1973).

O desempenho decrescente da DIVFS da forragem é explicado por existir uma correlação negativa da DIVFS com os teores FDN e FDA, pois com a maturação fisiológica da planta, a concentração dos componentes digestíveis, como os carboidratos solúveis,

proteínas, minerais, e a proporção de lignina, celulose, hemicelulose e outras frações indigestíveis aumentam (VAN SOEST, 1994). De acordo com SANTOS (2000) e FAO (2001), a forragem hidropônica de cevada apresenta DIVFS de 74,9 e 81,6% na FS, respectivamente, valores próximos aos obtidos no quarto e oitavo dia de colheita.

CONCLUSÕES

A produção de forragem hidropônica de trigo com solução nutritiva SNS proporciona maior produção de fitomassa seca e menor teor de fibra em detergente neutro, sem alterar os teores protéicos.

A colheita deve ser realizada entre 8-12 dias após a semeadura, em decorrência dos bons teores protéicos sem que haja diminuição da produção de fitomassa seca e do teor de digestibilidade.

REFERÊNCIAS

CHALUPA, W. Rumen bypass protection of amino acids. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1198-1217, 1974.

CONRAD, H.R. et al. Regulation of feed intake in dairy cows. In: Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-62, 1966.

ESPINOZA, F. et al. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. **Zootecnia Tropical**, Venezuela, v.22, n.4, p.303-315, 2004.

FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile, v.1, 2001. 73 p.

FLORES, Z. et al. Potencialidad de diversos cultivares de maiz (*Zea mays*) para producir forraje verde hidropónico. In: CONGRESSO VENEZOLANO DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIA ANIMAL - PASTOS Y FORRAJES, 12., Venezuela, 2004. **Anais...** Venezuela: AVPA, 2004. p 135.

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: Instituto Agronômico, 1988. 34p.

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

HUTJENS, M.F. Ration physical form and rumen health. In: STATE DAIRY MANAGEMENT SEMINAR . MWPS-4SD3 Des Moines, IA. **Proceedings....**, 1999. p. 1-3.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JÚNIOR., G.C. (Org.). **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: American Society of Agronomy, 1994, p.450-493.

MOORE, J.E., MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. (Org.). **Antiquality components of forages.** Madison, WI: Crop Science Society of American, n.4, 1973, p. 53-98.

MÜLLER, L. Produção de forragem hidropônica e o seu uso na alimentação animal. 2003. 60f. Monografia (**Estágio supervisionado em Zootecnia**) – Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

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

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington, D.C.: Nacional Academy of Sciences, 1989. 157p.

SANDIA. Sandia Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. **Producción de forraje verde hidropónico.** Disponível em:

<<http://www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf>> Acesso em: 06 set de 2003.

SANTOS, O. S. **Cultivos sem solo: hidroponia.** Santa Maria: Centro de Ciências Rurais - UFSM, 2000. 107p.

SANTOS, O.S. et al. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros.** Santa Maria: Centro de Ciências Rurais - UFSM, 2004. 8p. (Informe Técnico, 04/2004).

SILVA, D.J. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV, 1991. 166p.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** (Tabelas Brasileiras). Viçosa:UFV, 2000. 141p.

TAMMINGA, S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. **Journal Animal Science**, v.49, n.6, p.1615-1632, 1979.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

CAPITULO 2

TEORES DE PROTEÍNA BRUTA E NITRATO EM FORRAGEM HIDROPÔNICA DE TRIGO CULTIVADA COM DUAS SOLUÇÕES NUTRITIVAS EM DIFERENTES IDADES DE COLHEITA

CRUDE PROTEIN AND NITRATE CONTENTS IN WHEAT HYDROPONIC FORAGE UNDER DIFFERENTS NUTRIENT SOLUTIONS AND HARVESTING DATES

RESUMO

Com objetivo de determinar a produção de fitomassa seca e os teores de proteína bruta e nitrato em forragem hidropônica de trigo realizou-se este experimento no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia, UFSM – RS, em ambiente protegido (túnel alto). Adotou-se delineamento experimental blocos ao acaso, distribuído em esquema fatorial 2x4, constituídos por duas soluções nutritivas: SNN- solução nutritiva proposta por NEVES (2001) e SNS- solução nutritiva proposta por SANTOS et al. (2004); e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias após a semeadura). A interação entre soluções nutritivas e idades de colheitas não foi significativa para as variáveis fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB) e nitrato. A produção de forragem hidropônica de trigo cultivada com solução nutritiva SNS proporcionou maior produção de FS, mas não alterou os teores de PB. A forragem cultivada com SNS acumula maior teor de nitrato, cerca de 35,98%, em relação a SNN. O aumento no intervalo de tempo na idade de colheita da forragem hidropônica de trigo determinou acréscimo no teor de nitrato e redução na produção de FS. Os teores de nitrato encontrados na forragem

hidropônica de trigo não proporcionam risco de intoxicação aos animais, pois se encontram bem abaixo do limite crítico (0,5% na FS).

Palavras chave: Hidroponia, Intoxicação, Nutrição animal, Nitrato, Trigo.

ABSTRACT

The objective this study was to evaluate the dry mass production and crude protein and nitrate contents in hydroponic wheat fodder, was carried out inside a polyethylene greenhouse (tunnel). The experiment was carried out in the Ecophysiology and Hydroponic Research Center (NUPECH), of the Federal University of Santa Maria, Brazil. The experimental design was randomized complete block. The treatments consisted of two nutrient solutions (SNN-NEVES (2001) solution, and SNS- SANTOS et al., (2004) solution and four harvesting dates (4, 8, 12 and 16 days after emergence), distributed in a 2x4 factorial scheme. It was not observed interaction between sowing densities and harvest date for all variables analyzed. SNS solution showed higher dry mass production than the SNN solution, with no significant differences in crude protein contents. Hydroponic wheat forage cultivated with SNS solution presented higher nitrate content (35.98%) than the SNN solution. Nutrients solutions showed a pronounced tendency to accumulate nitrates in forage tissues and reduction in dry mass when delaying the harvesting dates. Nitrate contents in hydroponic wheat forage were below that the maximum accepted threshold (0.5% in dry mass) in animal nutrition and do not cause animal intoxication.

Key word: Hydroponics, Intoxication, Animal nutrition, Nitrate, Wheat.

INTRODUÇÃO

Na hidroponia, o nitrato é a forma de nitrogênio encontrado em maior quantidade nas soluções nutritivas, sendo indispensável ao crescimento dos vegetais por ser a forma preferencialmente absorvida (SALSAC et al., 1987). Devido a este fato, a hidroponia é rotulada, por muitos desconhecedores da técnica, como causadora de intoxicações por acúmulo de nitrato, mas pesquisas têm demonstrado que o maior índice de nitrato acumulado no tecido vegetal ocorre justamente na agricultura orgânica, depois na agricultura convencional e, por último, na hidroponia (MONDIN, 1996; OHSE, 1999).

Os nutrientes na hidroponia são fornecidos através de solução nutritiva, de forma balanceada, conforme as necessidades da cultura, procurando evitar perdas, deficiências e excessos. O nitrogênio (N) é o nutriente responsável pela maior produção de fitomassa e teor protéico no cultivo de forragem hidropônica. FAO (2001) cita que a forragem hidropônica de aveia produzida com solução nutritiva contendo 200

mg L⁻¹ de N apresenta maior produção de fitomassa seca e teor de proteína bruta em relação à solução nutritiva com 100 mg L⁻¹ N.

A toxicidade do nitrato pode ser um problema letal para animais que consomem plantas com elevado acúmulo de nitrato principalmente devido à falta de oxigênio nos tecidos do corpo (STANTON, 1998; ADAMS et al., 1999). Os problemas do acúmulo de nitrato podem ocorrer quando estes compostos estão convertidos a sua forma mais tóxica, o nitrito, através do metabolismo do rúmen (ALVARIZA, 1993; RASBY et al., 1996; ALLISON, 1998; STANTON, 1998).

Os nitratos são incorporados normalmente no tecido vegetativo das plantas como aminoácido, proteínas e outros compostos nitrogenados. Sua acumulação é provocada geralmente por algum estresse ambiental onde o crescimento da planta é afetado, uma das

causas mais freqüentes de níveis tóxicos do nitrato a deficiência hídrica aliada ao uso excessivo de nitrogênio (STANTON, 1998).

As forragens podem conter níveis elevados de nitrato quando são adubadas pesadamente com adubos orgânicos e fertilizantes nitrogenados (ADAMS et al., 1999). Ainda, elevados teores de nitrato geralmente são verificados em plantas novas e diminuem à medida que a planta amadurece (ALVARIZA, 1993; RASBY et al., 1996; STANTON, 1998).

De acordo com QUEIROZ FILHO et al., (1982), é muito difícil estabelecer a concentração de nitrato na planta que seja tóxica para os animais. ALVARIZA (1993) relata que a condição nutricional do animal aumenta ou diminui a gravidade da intoxicação, os animais debilitados têm maior suscetibilidade à intoxicação. WRIGHT & DAVIDSON (1964) citam que níveis de nitrato entre 0,34 a 0,45% na fitomassa seca são potencialmente tóxicos. No entanto, STANTON (1998) cita que o teor de nitrato menor que 0,5% em base na fitomassa seca é um alimento seguro; a forragem que contém 0,5 a 1,0% é considerada potencialmente tóxica se for ofertada como a única alimentação e forragens com mais 1,0% são consideradas perigosas, mas, freqüentemente, os animais podem ser nutridos com segurança após a diluição apropriada com outros alimentos.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de fitomassa seca, teor de proteína bruta e de nitrato em forragem hidropônica de trigo cultivada com duas soluções nutritivas inorgânicas em quatro idades de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria – RS, no ano de 2004.

A forragem de trigo foi cultivada em túnel alto, tipo “Hermano”, 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 μ , aditivado contra raios ultravioleta. No interior do túnel foram confeccionados canteiros (unidade experimental) com filme plástico (lona preta de 100 μ de espessura), estendido sobre o solo com 4% de inclinação, sendo as bordas limitadas por guias de madeira com 6 cm de altura. Diariamente, realizou-se a abertura das laterais às 8 h e seu fechamento às 18 h, exceto em dias chuvosos ou com muito vento, ocasiões em que o túnel permaneceu fechado. A temperatura e a umidade do ar foram determinadas através de um termo-higrógrafo instalado a 1,5 m acima do solo, no interior do túnel, os valores médios observados foram 17,0°C e 69,1%, respectivamente, para o período experimental.

A semeadura foi realizada manualmente, a lanço, sobre o filme plástico, com sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), na densidade de 2 kg m⁻². As sementes utilizadas foram provenientes de lavoura da região, sem tratamento químico. A fim de analisar a qualidade das sementes foram enviadas amostras para o Laboratório de Análise de Sementes do Núcleo de Sementes/UFSM, onde foi determinado o grau da pureza (98%) e germinação (92%). Foi realizada a técnica de pré-germinação, que consistiu na embebição das sementes em água por 12 horas associadas a 24 horas de incubação.

As soluções nutritivas foram estocadas em dois tanques de fibra de vidro com capacidade de 500 L cada um, sendo a solução repostada conforme a necessidade da cultura. A aplicação foi efetuada através de irrigação manual, com o auxílio de regadores, sendo distribuídos, em média, 3,5 L m⁻², ao dia, em quatro regas. Nos três primeiros dias a irrigação foi realizada apenas com água, e, a partir deste, com solução nutritiva. Foi adotado o sistema aberto, sem reaproveitamento da solução aplicada.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições para fitomassa seca e três repetições, com duas amostragens, para o teor de proteína bruta e três repetições para nitrato, distribuídas em esquema fatorial 2x4, duas soluções nutritivas, SNN- solução nutritiva proposta por NEVES (2001), SNS- solução nutritiva proposta por SANTOS et al., (2004); e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias após a semeadura).

Os nutrientes que compuseram as soluções nutritivas foram (mg L^{-1}):

SNN: N=105,9, P=18,9, K=129,6, Ca=69,7, Mg=15,0, S=24,31, B=0,97, Zn=1,71, Cl=1,98, Mn=0,55, Cu=0,38, Mo=0,23.

SNS: N=190,6, P=34,0, K=233,3, Ca=125,0, Mg=27,0, S=43,76, B=1,74, Zn=3,08, Cl=3,56, Mn=0,99, Cu=0,69, Mo=0,42.

O nutriente ferro não diferiu para as duas soluções adotadas. Ele foi quelatizado com EDTA e utilizado na dose de 5 mg mL^{-1} (FURLANI & FURLANI, 1988).

A determinação da fitomassa seca foi realizada a partir de amostras compostas de plantas inteiras (folhas+colmo+raízes) e de sementes não germinadas, colhidas em cada unidade experimental na área de $0,16 \text{ m}^2$, que posteriormente foram levadas à estufa de ventilação forçada, com temperatura de aproximadamente 65°C até atingirem massa constante. A análise de proteína bruta foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), do Departamento de Zootecnia da UFSM, em base da fitomassa seca, segundo a metodologia descrita por SILVA (1991).

Também foi realizada a análise de nitrato, inclusive em amostras das sementes utilizadas. A obtenção do extrato e a determinação de nitrato foram realizadas de acordo com a metodologia sugerida por CATALDO et al., (1975) no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) – UFSM.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, sendo as idades de colheita avaliadas através da análise de regressão e as médias das soluções nutritivas comparadas entre si pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre soluções nutritivas e idades de colheitas não foi significativa ($P \geq 0,05$) para a produção de fitomassa seca (FS), teor de proteína bruta (PB) e de nitrato em forragem hidropônica de trigo.

De acordo com a Tabela 1, a produção de FS da forragem hidropônica de trigo com solução SNS ($2,07 \text{ kg m}^{-2}$) foi superior ($P < 0,01$) em relação à solução SNN ($1,76 \text{ kg m}^{-2}$ FS). Este resultado corrobora com citações de FAO (2001), que relata maiores teores de FS em forragem hidropônica de aveia cultivada com solução nutritiva contendo concentração de nitrogênio (N) de 200 mg L^{-1} ($3,25 \text{ kg m}^{-2}$ FS) em relação a 100 mg L^{-1} ($2,83 \text{ kg m}^{-2}$).

TABELA 1 Fitomassa seca, proteína bruta e nitrato em forragem hidropônica de trigo cultivada com SNN- solução nutritiva NEVES (2001), e SNS- solução nutritiva SANTOS et al. (2004). UFSM - Santa Maria - RS, 2005.

Solução nutritiva	Fitomassa seca (kg m^{-2})	Proteína bruta (% na FS)	Nitrato (% na FS)
SNN	1,76	22,71	0,0002
SNS	2,07	22,96	0,0004
Pr	0,0142	0,4549	0,0046
CV (%)	17,18	1,79	21,79

O teor de proteína bruta da forragem hidropônica de trigo cultivada com solução SNS não diferiu significativamente ($P=0,4549$) da SNN (Tabela 1). Na FAO (2001) são citados menores teores de PB em forragem hidropônica de aveia, cultivada com solução nutritiva com 200 mg L^{-1} (11,93% na FS) ou com $100 \text{ mg L}^{-1} \text{ N}$ (10,73% na FS).

A solução SNS propiciou à forragem hidropônica de trigo um acúmulo maior de nitrato que a solução SNN, cerca de 35,98% (Tabela 1). Este fato se deve a maior concentração de nitrogênio, principalmente na forma de nitrato fornecida pela SNS ($172,8 \text{ mg L}^{-1}$ nitrato) em relação a SNN ($96,0 \text{ mg L}^{-1}$ nitrato), pois o nitrato acumulado é derivado primeiramente do nitrato aplicado ou formado no meio nutritivo.

Os teores de nitrato observados para as duas soluções nutritivas foram muito inferiores ao nível de intoxicação que são indicados nas literaturas, que está compreendido em torno de 0,5% na FS (ALVARIZA, 1993; ALLISON, 1993; RASBY et al., 1996; STANTON, 1998). Pode-se salientar que mesmo com algumas divergências em relação ao nível tóxico, o teor de nitrato encontrado neste experimento não apresenta riscos de toxicidade para os animais, pois está muito aquém das indicações de toxidez.

A fitomassa seca ajustou-se a uma equação de regressão quadrática positiva em função da idade de colheita (Figura 1a). Foi verificado decréscimo no teor com o crescimento das plantas, esse resultado corrobora com SANDIA (2003) que relata, para sistemas de produção de forragem hidropônica de trigo, que idades de colheita superiores a 10 dias seriam inconvenientes devido à redução de fitomassa seca. Esse decréscimo na FS deve-se à presença de sementes não germinadas nas amostras, que apresentam elevado teor de FS, e com o decorrer do experimento ocorreu a decomposição das mesmas, o que ocasionou a diminuição da FS. A elevada densidade populacional (em torno de $44.200 \text{ plantas m}^{-2}$) pode ter proporcionado competição entre as plantas por nutrientes e luz, ocasionando estiolamento e

posterior acamamento, e assim senescência das folhas inferiores das plantas de menor estatura que permaneceram sombreadas.

O teor de proteína bruta ajustou-se a uma equação de regressão quadrática negativa em relação a idade de colheita (Figura 1b). SANDIA (2003) descreve que a forragem hidropônica de trigo aos 10, 14 e 16 dias apresentou teores crescentes de PB, 20,33, 22,90 e 24,08% na FS, respectivamente, valores próximos ao deste estudo, e semelhantes aos citados na FAO (2001), que descreve teores crescentes de PB na produção de forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias.

A forragem hidropônica de trigo apresentou alto teor protéico em todas as idades de colheita, sendo superior ao teor encontrado no grão (13,4%), e a pastagem trigo no estágio de início da alongação cultivada no solo (17,2%) (SÜDEKUM et al., 1991). Este fato se deve às plantas serem jovens e terem seu crescimento relacionado, principalmente, ao aumento da superfície das folhas, que são órgãos ricos em nitrogênio (ANDRIOLO, 1999; TAIZ & ZEIGER, 2004).

O teor de nitrato no tecido vegetal da forragem hidropônica de trigo apresentou aumento linear em função da idade de colheita (Figura 1c). Observou-se ainda que as sementes não possuíam nitrato. O aumento do teor de nitrato em função da idade de colheita ocorreu pelo fato das forragens terem sido avaliadas nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas, e estarem inicialmente acumulando nitrato, não atingindo o ponto de máxima acumulação. Elevados teores de nitrato geralmente são verificados em plantas novas e diminuem à medida que a planta cresce, ou seja, no período vegetativo ocorre maior concentração, diminuindo rapidamente após a floração, polinização e formação de sementes e frutos, sendo que nestes estádios do desenvolvimento não existe acumulação de nitrato (ALVARIZA, 1993; RASBY et al., 1996; ALLISON, 1998; STANTON, 1998).

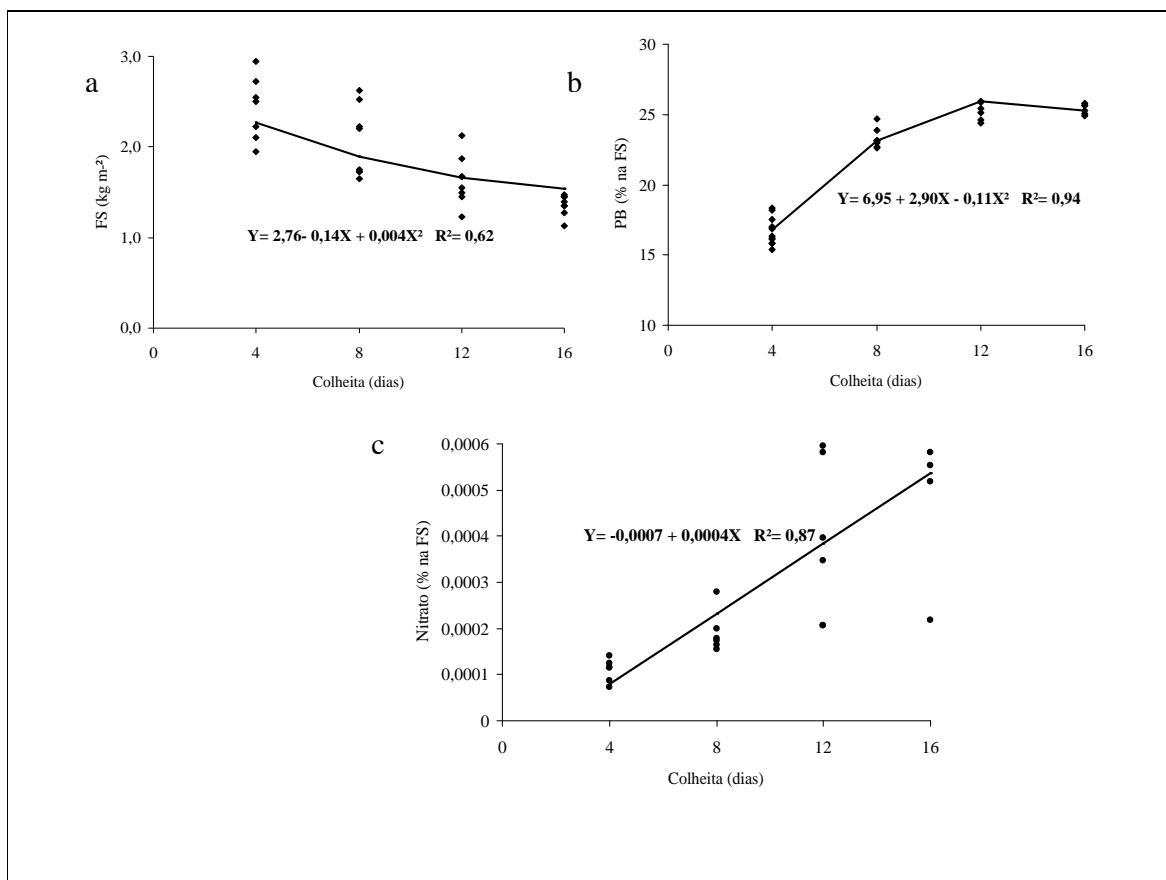


FIGURA 1 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB) e nitrato em forragem hidropônica de trigo em diferentes idades de colheita. UFSM - Santa Maria - RS, 2005.

CONCLUSÕES

A produção de forragem hidropônica de trigo cultivado com solução nutritiva SNS determina maior produção de fitomassa seca e acúmulo de nitrato, mas não altera os teores protéicos.

O aumento no intervalo de tempo na idade de colheita determina aumento no teor de nitrato e redução na produção fitomassa seca.

Os teores de nitrato encontrados na forragem hidropônica de trigo não proporcionam risco de intoxicação aos animais, pois se encontram bem abaixo do limite crítico (0,5% na FS).

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. S. et al. **Prevention and control of nitrate toxicity in cattle**. In: Dairy Home Page, Dairy and Animal Science. Cumberland County: Penn State Team, 1999. p.92-107. Disponível em: <<http://www.das.psu.edu/dcn/catforg/PDF/Nitrate.PDF>>. Acesso em: 02 junho de 2005.
- ALLISON, C.D. **Nitrate Poisoning of Livestock**. New Mexico State University: Guide B-807, 1998. Disponível em: <http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_b/b-807.html> Acesso em: 02 junho de 2005.
- ALVARIZA F.R. Intoxicación por nitratos y nitritos. In: Riet-Correa F., Méndez M.C. & Schild A.L. (Org.) **Intoxicações por Plantas e Micotoxícoses em Animais Domésticos**. Montevideo: Editorial Agropecuaria HemisferioSur, v.1, p. 291-297, 1993.
- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. 142p.
- CATALDO, D.A. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, n.1, p.71-80. 1975.
- FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile, v.1, 2001. 73 p.
- 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: Instituto Agronômico, 1988. 34p.
- MONDIN, M. **Efeito de sistema de cultivo na produtividade e acúmulo de nitrato em cultivares de alfafa**. 1996, 88f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós Graduação

em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo. Jaboticabal.

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

OHSE, S. **Rendimento, composição centesimal e teores de nitrato e vitamina c em alface sob hidroponia**. 1999. 103f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

QUEIROZ FILHO, J.L. et al. Efeito do nitrogênio e dos regimes de corte sobre o acúmulo de nitrato em gramíneas forrageiras perenes de produção estival. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.11, p.734-745, 1982.

RASBY, R. et al. **Nitrate in Livestock Feeding**. University of Nebraska: Type of Publication Agricultural Guide Sheets, 1996. Disponível em: <<http://ianrwww.unl.edu/pubs/beef/g170.htm>> Acesso em: 02 junho de 2005.

SALSAC, L. et al. Nitrate and ammonium nutrition in plants. **Plant Physiology Biochemistry**, v.25, n.6, p.805-812, 1987.

SANDIA. Sandia Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. **Producción de forraje verde hidropónico**. Disponível em: <<http://www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf>> Acesso em: 06 set de 2003.

SANTOS, O.S. et al. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros**. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais - UFSM, 2004. 8p. (Informe Técnico, 04/2004).

STANTON, T.L. **Nitrate Poisoning**. Livestock series, nº 1610. 1998. Disponível em: <<http://equineextension.colostate.edu/documents/articles/Nitratepoisoning.pdf>> Acesso em: 02 junho de 2005.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV. 166p. 1991.

SÜDEKUM, K. H.; et al. Changes in the contents of crude protein and cell-wall carbohydrates and in the nutritive value of lamina, culms + leaf sheaths and ears of winter wheat harvested for whole crop silage as related to phenological development of the crop. **Zeitschrift des Wirtschaftseigene Futter**, v.37, n.3, p. 318-333, 1991.

TAÍZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**; (trad. SANTAREM *et al.*), 3ed. Porto Alegre: Artemed, 2004, 719p.

WRIGHT, M.T.; DAVIDSON, K.L. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. **Advances in Agronomy**, v.16, p.197-241, 1964.

CAPITULO 3

USO DE VERMICOMPOSTO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE NUTRICIONAL DA FORRAGEM HIDROPÔNICA DE TRIGO EM DIFERENTES IDADES DE COLHEITAS

VERMICOMPOST EFFECT ON THE PRODUCTION AND NUTRITIONAL QUALITY OF WHEAT HYDROPONICS FORAGE IN DIFFERENT HARVESTS DATES

RESUMO

O estudo foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia, UFSM – RS, com o objetivo de avaliar o efeito vermicomposto bovino na produção e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada em ambiente protegido (túnel alto). Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, distribuído em esquema fatorial 2x4, constituído por duas soluções nutritivas; SNS- solução nutritiva inorgânica segundo recomendação de SANTOS et al., (2004), SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida para atender recomendação de SANTOS et al., (2004) e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias após a semeadura). Foi observada significância ($P < 0,05$) à interação entre soluções nutritivas e idades de colheita para as variáveis: fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS) e fibra em detergente neutro (FDN). As variáveis ajustaram-se a equações de regressão quadráticas em relação à idade de colheita, sendo positiva para FS e negativa para PB, PS e FDN, tanto para a SNS quanto SNSC. A forragem cultivada com SNS apresentou teores superiores de DIVFS em relação à SNSC. A interação entre soluções

nutritivas e idades de colheita não foi significativa ($P \geq 0,05$) para o teor de fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS). O teor de FDA e LIG não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre as soluções. O aumento no intervalo de tempo na idade de colheita na produção de forragem hidropônica determinou incremento linear no teor de FDA e LIG, e diminuição linear da DIVFS. A solução orgânica de vermicomposto bovino proporciona a produção de forragem hidropônica de trigo de boa qualidade nutricional. A idade ideal de colheita situa-se entre os 8-12 dias.

Palavras-chave: ambiente protegido, hidroponia, vermicomposto

ABSTRACT

The study was accomplished at Ecophysiology and Hydroponic Research Center (NUPECH), of the Federal University of Santa Maria, Brazil, with the objective of evaluating the bovine vermicompost effect on the production and nutritional quality of wheat hydroponics forage, cultivated in polyethylene greenhouse (high tunnel). It was adopted the experimental design in randomized blocks, distributed in factorial scheme 2x4, two nutritional solutions; SNS– inorganic nutritive solution according to SANTOS et al., (2004)’s recommendation, SNSC– organic nutritive solution partly corrected attending SANTOS et al., (2004)’s recommendation, and four periods of harvest (4, 8, 12 and 16 days after seedling). It was observed significance ($P < 0.05$) to interaction nutritive solution x periods of harvest to variables: dry biomass (DB), crude protein (CP), soluble protein (SP) and neutral detergent fiber (NDF). The variable ones presented square response to the period advance of harvest, being positive to DM and negative to CP, SP, and NDF, not only to SNS but also to SNSC. The forage cultivated with SNS presented superior substance of “*in vitro*” digestibility of dry biomass (IVDDM) in relation of SNSC. The of neutral detergent fiber (ADF) and lignin (LIG)

substance did not obtain significant difference ($P < 0.05$) among the solutions. The period advance of the harvest in production of hydroponics forage determined linear increase in values of ADF and LIG and linear reduction of IVDDM. Therefore, the organic solution of bovine vermicompost besides offering the hydroponics forage production of good nutritional quality of wheat. The best bromatological characteristics of hydroponic wheat forage were verified with harvest at 8 - 12 days after sowing.

Key words: hydroponics, polyethylene greenhouse, vermicompost

INTRODUÇÃO

Os pecuaristas têm sido desafiados a estabelecer técnicas de produção que sejam capazes de produzir, de forma eficiente, carne e leite de boa qualidade a baixo preço, em sistemas competitivos e sustentáveis. O cultivo de forragem hidropônica surge como alternativa para obtenção de volumoso de elevado teor protéico e digestibilidade, caracterizado pela alta palatabilidade, simplicidade no sistema de produção e praticidade de utilização em qualquer época do ano e região do país, podendo ser disponibilizada a todos os animais em qualquer fase de desenvolvimento (FAO, 2001; NEVES, 2001; FLORES et al., 2004; REZENDE et al., 2004).

Esta técnica tem possibilitado excelentes resultados na pecuária, como bons ganhos de peso vivo, menor tempo de terminação, maiores volumes de leite, aumento de fertilidade e diminuição dos custos de produção em decorrência da substituição parcial de alimentos (FAO, 2001; GONZÁLES, 2003; FLORES et al. 2004). ESPINOZA et al., (2004) observaram maior ganho de peso em bovinos alimentados com pastagem (70%) mais forragem hidropônica de milho (30%), $1,107 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, em relação aos alimentados apenas com pastagem, $0,696 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

Na hidroponia os nutrientes são fornecidos através de solução nutritiva, provenientes de fertilizantes químicos industriais, de custo elevado, determinando a exclusão de utilização da técnica por parte dos produtores (NICOLA, 2002). A hidroponia orgânica é uma técnica recente no Brasil, mas, já é utilizada no mundo inteiro, com excelentes resultados, muitas vezes melhores do que os obtidos pela hidroponia inorgânica (GONZÁLES, 2003; MARTINS, 2004).

A característica mais importante da hidroponia orgânica é a possibilidade de montar sistemas ecológicos fechados, onde tudo o que se utiliza é reciclado, não agredindo o meio ambiente. A solução nutritiva é obtida a partir de materiais orgânicos biodecompostos através do sistema convencional de compostagem ou através da biodigestão (MARTINS, 2004). De acordo com TIBAU (1984), o esterco possui propriedades específicas de alto valor agrícola, como o ácido indol-acético encontrado na urina dos animais que tem poderoso efeito estimulante no desenvolvimento de raízes.

O vermicomposto é considerado o adubo orgânico com maior potencial de utilização, uma vez que é facilmente produzido na propriedade a custos baixos. GONZÁLES (2003) relata que a utilização de fertilizantes orgânicos, como o vermicomposto bovino, tem indícios muito favoráveis na produção de forragem hidropônica, no México. NICOLA (2002) ao trabalhar com vermicomposto concluiu que este pode ser utilizado como fonte nutricional para o cultivo de plantas de alface no sistema hidropônico, porém, se utilizado isoladamente não fornece as concentrações adequadas para o crescimento da cultura, devido à baixa concentração de nitrogênio, sendo necessárias complementações com nutrientes inorgânicos.

Além da escolha da solução nutritiva, a determinação da idade ideal de colheita também é importante no sistema de produção de forragem hidropônica. O estágio da planta forrageira influencia o valor nutritivo, pois à medida que a planta cresce, aumenta a porção fibrosa enquanto reduzem o teor protéico e a digestibilidade da fitomassa seca (VAN SOEST,

1994). Na produção de forragem hidropônica, colheitas precoces podem resultar em baixo rendimento por área, mas colheitas tardias podem acarretar grande competição entre plantas e perda de qualidade nutricional (HENRIQUES, 2000)

O trabalho objetivou avaliar a produção e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada com soluções nutritivas inorgânica e orgânica (vermicomposto bovino) parcialmente corrigida, em quatro idades de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia (NUPECH) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria - RS, em agosto de 2004. As coordenadas geográficas do local são: latitude 29°43'S, longitude 53°43'W e altitude 95 m.

A forragem hidropônica de trigo foi cultivada em túnel alto, tipo "Hermano", com 6 m de largura e 27 m de comprimento (162 m²), disposto no sentido norte-sul, coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 150 µ, aditivado contra raios ultravioleta. No interior do túnel, foram confeccionados canteiros com área de 1m² (unidade experimental) com lona preta de 100 µ de espessura, tendo as bordas delimitadas por guias de madeira com 6,0 cm de altura. Diariamente, realizou-se a abertura das laterais às 8 h e seu fechamento às 18 h, exceto em dias chuvosos ou com muito vento, ocasiões em que túnel permaneceu fechado. A temperatura e a umidade do ar foram determinadas através de um termo-higrógrafo instalado a 1,5 m acima do solo, no interior do túnel, os valores médios observados foram 17,0°C e 69,1%, respectivamente, para o período experimental.

A semeadura foi realizada manualmente, a lanço, diretamente sobre o filme plástico, sem o uso de substrato, com sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) provenientes de lavouras da região, sem tratamento químico, na densidade de 2 kg m⁻². A fim de analisar a qualidade das sementes foram enviadas amostras para o Laboratório de Análise de Sementes do Núcleo de Sementes/UFSM, onde foi determinado o grau da pureza (98%) e germinação (92%). As sementes foram colocadas em baldes plásticos, onde foi realizada a técnica de pré-germinação, que consistiu na embebição das sementes em água por 12 horas associadas a 24 horas de incubação.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições para as variáveis de produção e três repetições com duas amostragens para as variáveis de composição bromatológica, distribuídas em esquema fatorial 2x4, duas soluções nutritivas; SNS- solução nutritiva inorgânica segundo recomendação de SANTOS et al. (2004), SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias após a semeadura).

Os nutrientes que compuseram a solução de SANTOS et al. (2004) foram (mg L⁻¹): SNS: N=190,6, P=34,0, K=233,3, Ca=125,0, Mg=27,0, S=43,76, B=1,74, Zn= 3,08, Cl=3,56, Mn=0,99, Cu=0,69, Mo=0,42. O nutriente ferro foi quelatizado com EDTA e utilizado na dose de 5 mg mL⁻¹ (FURLANI & FURLANI, 1988).

Na formulação da solução nutritiva orgânica foi utilizado o vermicomposto de minhoca (*Eisenia foetida*), produzido a partir de esterco bovino, adquirido de produtor da região. A solução nutritiva foi obtida de acordo com metodologia proposta por NICOLA (2002), na qual deve-se adicionar vermicomposto e água na proporção 1:1 em volume (vermicomposto pré-diluído) em reservatório de fibra de vidro com capacidade de 1000 L. Posteriormente, essa mistura permanece em repouso durante 72 horas e, após é filtrada com auxílio de tecido de voal, obtendo-se em média 80% de líquido.

O vermicomposto pré-diluído foi analisado no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFPEL-RS, para a determinação da composição. Verificou-se altas concentrações de potássio, cálcio, magnésio e enxofre, sendo necessária mais uma diluição do vermicomposto pré-diluído de maneira que atendesse as recomendações propostas por SANTOS et al. (2004). Assim, procedeu a diluição de 1 L do vermicomposto pré-diluído em 4 L de água, e obteve-se teor de macronutrientes (mg L^{-1}): N=14,2, P=4,8, K=336,4, Ca=129,0, Mg=86,2, S=27,4. No entanto, verificou-se concentrações baixas de nitrogênio e fósforo, necessitando correção com nutrientes inorgânicos.

As soluções nutritivas foram estocadas em dois tanques de fibra de vidro com capacidade de 500 litros. Sua aplicação foi efetuada com auxílio de regadores quatro vezes ao dia em intervalos regulares, sendo distribuídos em média 4 L m^{-2} ao dia. Nos três primeiros dias, a irrigação foi realizada apenas com água e, a partir deste, com solução nutritiva. Adotou-se o sistema hidropônico aberto, sem reaproveitamento de solução nutritiva.

A determinação da fitomassa seca foi realizada a partir de amostras compostas de plantas inteiras (folhas+colmo+raízes) e de sementes não germinadas, colhidas em cada unidade experimental na área de $0,16 \text{ m}^2$, que posteriormente foram levadas à estufa de ventilação forçada, com temperatura de aproximadamente 65°C até atingirem massa constante. As análises de proteína bruta, proteína solúvel, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da UFSM, em base da fitomassa seca, segundo a metodologia descrita por SILVA (1991).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias de soluções nutritivas foram comparadas entre si pelo teste F e as idades de colheita foram avaliadas através da análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada significância ($P < 0,05$) à interação entre soluções nutritivas e idades de colheita para as variáveis: fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS) e fibra em detergente neutro (FDN) (Figura 1). As equações de regressão que melhor ajustaram-se foram as quadráticas, significativas para as duas soluções, porém com resposta positiva para FS e negativa para PB, PS e FDN.

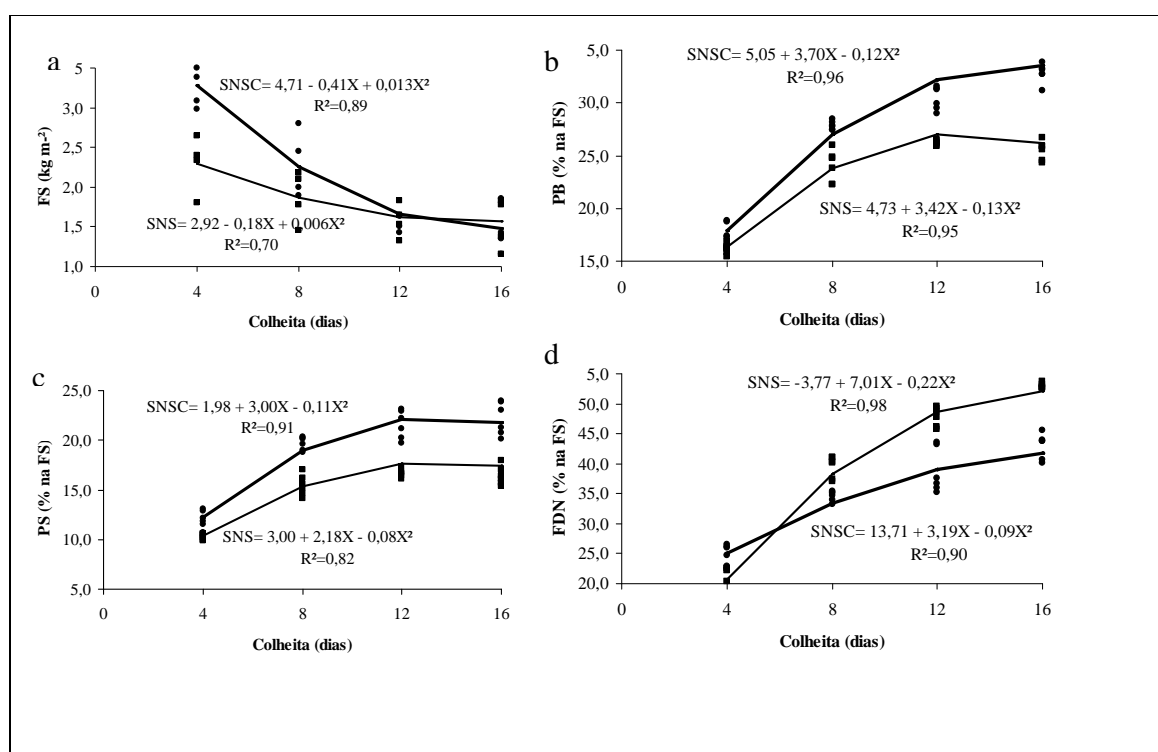


FIGURA 1 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS) e fibra em detergente neutro (FDN) para SNS- solução nutritiva inorgânica SANTOS et al. (2004); SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004). UFSM, Santa Maria – RS, 2005.

A produção de FS ajustou-se a uma equação de regressão quadrática positiva em relação à idade de colheita para a SNS e SNSC, com menores rendimentos na última colheita aos 16 dias (Figura 1a). Conforme citações de FAO (2001), a forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias, apresenta valores decrescentes 3,26, 2,95 e 2,27 kg m⁻² de FS, respectivamente, resposta semelhante ao deste estudo. ESPINOZA et al., (2004), no cultivo de forragem hidropônica de milho, verificaram rendimento de 1,87 kg FS m⁻² na colheita aos 9 dias, similar ao valor na SNS nesta mesma idade.

Essa diminuição de FS explica-se pela presença de sementes não germinadas nas amostras, as quais apresentam elevado teor de FS, e assim, com o aumento do intervalo de tempo de colheita houve decomposição destas sementes não germinadas, o que ocasionou diminuição na FS. Além disso, a elevada densidade populacional (em torno de 43 800 plantas m⁻²) proporcionou competição entre as plantas por nutrientes e luz, ocasionando estiolamento e posterior acamamento, além da senescência de folhas inferiores e de plantas de menor estatura que permaneceram sombreadas.

A forragem hidropônica produzida com a solução SNSC obteve valores superiores de FS em relação à SNS, nas colheitas aos 4 e 8 dias (Figura 1a), porém aos 12 e 16 dias a produção de FS foi semelhante entre as duas soluções. Entretanto, apesar da FS ser mais elevada aos 4 dias, não se recomenda a colheita nesta idade, pois a qualidade nutricional da forragem é mais baixa.

O teor de proteína bruta ajustou-se a equação de regressão quadrática negativa em função da idade de colheita (Figura 1b). Os pontos de máxima situaram-se próximo aos 13 dias para a SNS, com 27,22% de PB na FS, e aos 15 dias para SNSC, com 33,55% na FS de PB. SANDIA (2003) observou, na forragem hidropônica de trigo, aos 10, 14 e 16 dias teores crescentes de PB, 20,33, 22,90 e 24,08% na FS, respectivamente, sendo estes valores próximos ao observado na SNS.

O teor protéico da forragem hidropônica produzida com SNSC em todas as idades de colheita foi superior a SNS (Figura 1b). Esse resultado é atribuído ao efeito benéfico que as substâncias presentes no vermicomposto exercem nas plantas, tais como ácidos húmicos e ações fitoestimulantes semelhantes aos fitormônios (COMPAGNONI & PUTZOLU, 1985). Além disso, segundo KONONOVA (1961), as substâncias húmicas solúveis originadas de adubos orgânicos mostraram efeito positivo no crescimento e desenvolvimento de plantas e em determinados processos microbianos como nitrificação e assimilação de nitrogênio. Portanto, a solução SNSC deve ter favorecido a absorção e metabolismo do nitrogênio na planta, resultando em maior teor protéico.

A alimentação protéica com forragem hidropônica de trigo pode ser considerada excelente opção para formulação de dietas dos animais, aumentando a produtividade do rebanho, pois conforme VAN SOEST, (1994) dietas com teor de PB inferior a 7% promovem redução na sua digestão devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen, diminuindo sua população e, conseqüentemente, reduzindo a digestibilidade e o consumo da FS.

O teor de proteína solúvel ajustou-se a equação de regressão quadrática negativa em relação à idade de colheita, com aumento deste teor até a colheita aos 13 dias para a SNS e SNSC, com 17,82% e 22,39% na FS, respectivamente, sendo decrescente a partir de então. A superioridade da PS na SNSC é devido às substâncias húmicas presentes, pois de acordo com RAVEN et al., (1996) essas substâncias estimulam a fosforilação oxidativa ocorrendo maior absorção e transporte de nutrientes e aumento na síntese de compostos pelas plantas, principalmente os nitrogenados. Conforme SANDIA (2003), a forragem hidropônica de cevada possui máximo teor de PS de 15,63% na FS, teor inferior aos observados neste estudo.

A proteína solúvel é um dos fatores que mais influi na degradação protéica ao nível de rúmen, pois esta tende a ser mais rápida ou completamente degradada (CHALUPA, 1974;

TAMMINGA, 1979). De acordo com HUTJEN (1999) as vacas leiteiras em fases de diferentes lactações necessitam PS 4,8-5,7% na FS. A forragem hidropônica de trigo possui valores de PS superiores aos exigidos, confirmando-a como excelente opção suplementar.

Verificou-se resposta quadrática negativa em relação à idade de colheita para a fibra em detergente neutro na forragem hidropônica cultivada com SNS e SNSC (Figura 1d). FAO (2001) cita em forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias, teores de 56, 63, e 58% de FDN na FS, respectivamente, valores superiores ao observado neste estudo. Já ESPINOZA et al., (2004) obtiveram em forragem hidropônica de milho, aos 9 dias, teores de 41% na FS de FDN, similar ao observado SNS.

A fibra em detergente neutro representa a fração química do volumoso que possui estreita correlação com consumo de FS, valores acima de 60% correlacionam-se negativamente com consumo de forragem (MERTENS, 1987; VAN SOEST, 1994), pois limitariam o espaço no trato gastrointestinal (CONRAD et al., 1966). Observa-se que os teores de FDN verificados na forragem hidropônica de milho situaram-se abaixo do nível considerado como limitante, sendo uma boa opção alimentar.

Conforme NRC (1989), o teor de FDN deve ser no mínimo de 25 a 28%, com 75% do total sendo suprido por forragens para dietas de vacas em lactação. Os concentrados mais utilizados na alimentação animal, como milho, trigo e soja, de acordo com ROSTAGNO (2000), possuem valor de FDN igual a 11,40, 11,49 e 14,20% na FS, respectivamente. Constata-se que os concentrados não atendem as necessidades desta categoria, assim a utilização da forragem hidropônica de trigo é adequada para a complementação da dieta alimentar, justificando a importância e o uso do sistema hidropônico na produção de forragens, ao invés da utilização de alta quantidade de grãos nas dietas dos animais.

A interação entre soluções nutritivas e idades de colheita não foi significativa ($P \geq 0,05$) para o teor de fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS).

De acordo com a Tabela 1, o teor de LIG e FDA não obtiveram diferença significativa ($P > 0,05$) entre as soluções SNS e SNSC. Os teores médios de FDA (21,98% na FS) e LIG (4,16% na FS) são inferiores aos observados em pastagem nativa do RS, que possui em torno de 46,95 e 7,26% na FS, respectivamente, e em silagem de sorgo 37,66 e 9,10% na FS, respectivamente (VARGAS JÚNIOR, 2000; SOARES, 2002).

TABELA 1 Fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS) para SNS- solução nutritiva inorgânica SANTOS et al. (2004), SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004). UFSM, Santa Maria – RS, 2005.

Soluções	FDA (% na FS)	LIG (% na FS)	DIVFS (% na FS)
SNS	23,00	4,18	67,14
SNSC	20,74	4,14	69,24
F	7,47	6,00	3,45
Pr>F	0,1480	0,9554	0,0488
CV (%)	8,13	9,53	4,29

NUSSIO et al., (1998) relata que forragens com valores de FDA em torno de 30% (nível ideal para um bom consumo animal), ou menos, serão consumidas em altos níveis, enquanto aquelas com teores acima de 40%, em baixos níveis. Portanto, os valores de FDA

observados na forragem hidropônica de trigo indicam a forragem adequada ao consumo animal.

Quanto a DIVFS, a solução SNSC (69,24% na FS) foi superior ($P < 0,05$) a SNS (67,14% na FS), devido ao efeito benéfico das substâncias húmicas nas plantas (KONONOVA, 1961; TIBAU, 1984; RAVEN et al., 1996). A forragem de trigo apresenta teores de DIVFS superiores a pastagem nativa do RS (41,68% na FS) e a silagem de sorgo (43,25% na FS) (TONETTO et al., 2004). A forragem hidropônica de trigo também obteve DIVFS superior a de forrageiras tropicais, que se situa entre 55 e 60% (MOORE E MOTT, 1973).

O teor de FDA apresentou acréscimo linear em relação á idade de colheita (Figura 2a). Este fato é uma conseqüência da maturação fisiológica das plantas, pois VAN SOEST (1994) cita que a FDA é constituída principalmente de lignina e celulose, que aumentam suas concentrações com o avanço do ciclo. ESPINOZA et al., (2004) verificaram em forragem hidropônica de milho, teor de 20,94% de FDA na FS, aos 9 dias, valor semelhante ao deste estudo.

O teor de lignina apresentou acréscimo linear em função da idade de colheita (Figura 2b). FAO (2001) relata resposta similar na forragem hidropônica de aveia, na qual verificou-se valores de 7,0 e 8,1% de LIG na FS aos 7 e aos 11 dias, respectivamente. De acordo com VAN SOEST (1994), a lignina é considerada indigerível e inibidora da digestibilidade das plantas forrageiras e seu teor aumenta com a maturidade fisiológica das plantas, desempenho observado neste estudo.

A DIVFS da forragem hidropônica de trigo diminuiu linearmente em relação ao aumento do intervalo da idade de colheita (Figura 2c). Este fato se deve a DIVFS da forragem estar negativamente correlacionada com os seus teores FDN e FDA, pois com a maturidade da planta, a concentração dos componentes digestíveis, como os carboidratos solúveis, proteínas,

minerais, tende a decrescer, e a proporção de lignina, celulose, hemicelulose e outras frações indigestíveis aumentam (MINSON, 1990). De acordo com SANTOS (2000) e FAO (2001) a forragem hidropônica de cevada apresenta DIVFS de 74,90 a 81,60% na FS, respectivamente, valores próximos aos obtidos no quarto e oitavo dia de colheita.

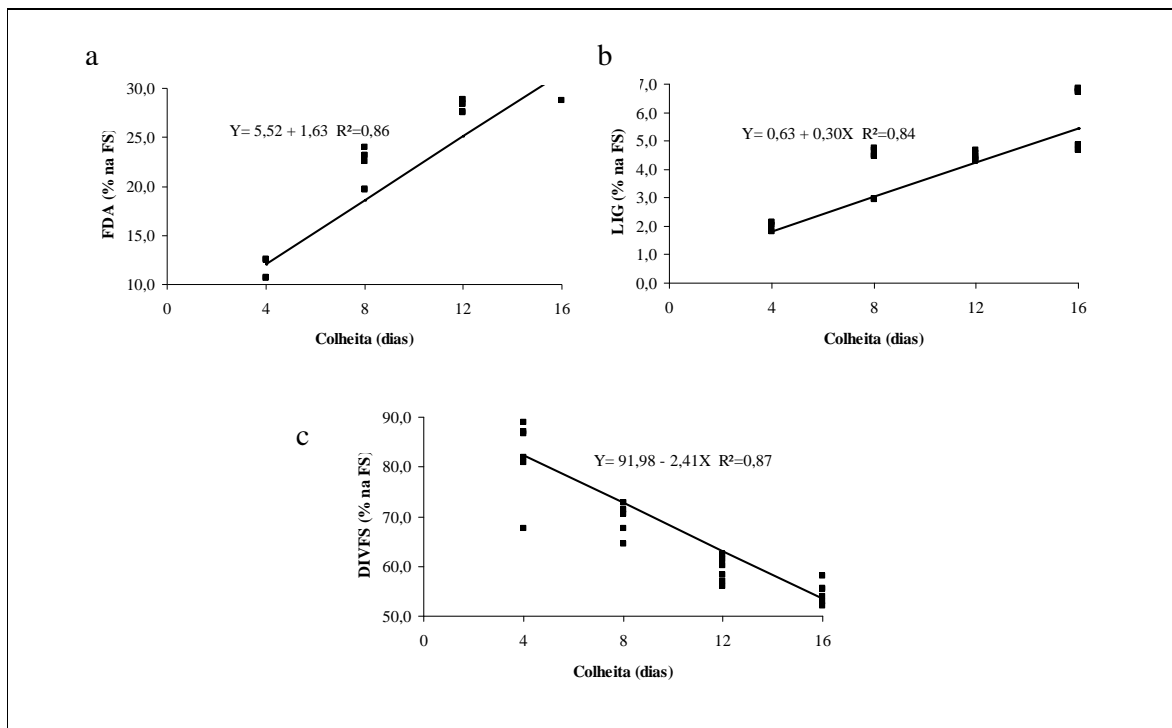


FIGURA 2 Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade “in vitro” da fitomassa seca (DIVFS) para SNS- solução nutritiva inorgânica SANTOS et al. (2004), SNSC- solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004). UFSM, Santa Maria – RS, 2005.

CONCLUSÕES

A produção de forragem hidropônica de trigo a partir de solução orgânica proveniente de vermicomposto bovino apresenta vantagens nutricionais. A maior qualidade nutricional constata-se pelo adequado nível de FDN e maiores teores de PB e PS quando comparada à forragem produzida com solução inorgânica.

A melhor idade de colheita situa-se entre os 8-12 dias, pois neste período têm-se um nível protéico satisfatório sem comprometer a redução de FS e DIVFS devido ao maior teor fibras.

REFERÊNCIAS

CHALUPA, W. Rumen bypass protection of amino acids. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1198-1217, 1974.

COMPAGNONI, L.; PUTZOLU, G. **Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus**. Barcelona: Editorial De Vecchi, S.A.,1985. 127p.

CONRAD, H.R. et al. Regulation of feed intake in dairy cows. In: Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p. 54-62, 1966.

ESPINOZA, F. et al. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. **Zoocenia Tropical**. v.22, n.4, p.303-315, 2004.

FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile, v.1, 2001. 73 p.

FLORES, Z. et al. Potencialidad de diversos cultivares de maíz (*Zea mays*) para producción de forraje verde hidropónico. In: CONGRESSO VENEZOLANO DE PRODUCCIÓN E

INDUSTRIA ANIMAL - PASTOS Y FORRAJES, 12., Venezuela, 2004.
Proceedings... Venezuela: AVPA, 2004. p.135.

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: Instituto Agrônômico, 1988. 34p.

GONZÁLES, A. T. **Forraje verde hidropônico.** México:Fundación Produce Jalisco A. C., 2003, 25p.

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

HUTJENS, M.F. Ration physical form and rumen health. In:FOUR-STATE DAIRY MANAGEMENT SEMINAR. **Proceedings...** 1999. p. 1-3.

KONONOVA, M. M. **Soil organic matter. The importance of organic matter in soil formation and fertility.** New York: Pergamon Press, 1961. p. 165-200.

MARTINS, R.V. **Hidroponia orgânica.** Disponível em:
<<http://www.hydor.eng.br/Pagina16.htm>> Acesso em: 01 março de 2004.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MOORE, J.E., MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. (Org.). **Antiquality components of forages.** Madison: WI: Crop Science Society of American, n.4, 1973, p. 53-98.

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

NICOLA, M.C. **Cultivo Hidropônico da alface utilizando soluções nutritivas orgânicas.** 2002, 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Curso de Pós Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade de Pelotas.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington, D.C.: Nacional Academy of Sciences, 1989. 157p.

NUSSIO, L. G. et al.. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1998. p. 203-42.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 1996. 728p.

REZENDE, A.V. et al. Cultivo de milho fertirrigado em diferentes substratos visando a produção de volumoso. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004 (CD ROOM, Forragicultura).

ROSTAGNO, H.S.; **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa:UFV, Imprensa Universitária, 2000, 141p.

SANDIA. Sandia Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. Producción de **forraje verde hidropónico.** Disponible: <www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf> Acesso em: 06 set de 2003.

SANTOS, O. S. **Cultivos sem solo: hidroponia.** Santa Maria: Centro de Ciências Rurais - UFSM, 2000. 107p.

SANTOS, O.S. et al. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros.** Santa Maria: Centro de Ciências Rurais - UFSM, 2004. 8p. (Informe Técnico, 04/2004).

SOARES, A. B. **Efeito da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação.** 2002. 180f.Tese (Doutorado em Zootecnia).

Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV. 166p. 1991.

TIBAU, A.O. **Matéria orgânica do solo**. In: Matéria orgânica e fertilidade do solo. São Paulo: Nobel, 1984. p.49-182.

TAMMINGA, S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. **Journal Animal Science**, v.49, n.6, p.1615-1632, 1979.

TONETTO, C. J. et al. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros terminados em pastagem natural suplementada, pastagem cultivada de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n1, p.225-233, 2004.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VARGAS JÚNIOR, F.M. **Consumo, digestibilidade, desempenho e parâmetros ruminais em terneiros alimentados contendo grão de milho inteiro, moído ou tratado com uréia**. 2000. 102f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Curso de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de forragem hidropônica de trigo é uma técnica que permite produção elevada de fitomassa em pequena área, aliada a alta qualidade nutricional, sendo uma alternativa para produtores que necessitam de alimentação de qualidade para seus animais, mas que não dispõem de grandes extensões de terras.

Ressalta-se a importância de pesquisas na área de hidroponia para a utilização de novos alimentos e a nutrição de animais mais valorizados comercialmente. Torna-se necessário complementar as pesquisas existentes, principalmente em relação aos custos de produção.

É imprescindível relatar que a forragem hidropônica não surge para substituir sistemas convencionais de produção de forragem, mas sim para complementar ou servir como opção a produtores que enfrentam dificuldades na produção de alimentos para os animais, principalmente, em determinadas épocas do ano no Rio Grande do Sul.

3. REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. S. et al. **Prevention and control of nitrate toxicity in cattle**. In: Dairy Home Page, Dairy and Animal Science. Cumberland County: Penn State Team, 1999. p. 92-107. Disponível: <<http://www.das.psu.edu/dcn/catforg/PDF/Nitrate.PDF>>. Acesso em: 02 junho de 2005.
- ANUALPEC, **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2005. 340p.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Conab anuncia levantamento extra da safra. 21/03/2005. Disponível: <<http://www.conab.gov.br/>>, Acesso em: 01 abril de 2005.
- CEBALLOS, C. **Hidroforraje**. 2004. Disponível: <<http://hidroforraje.com.ar/en/>> Acesso em: 02 junho de 2005.
- EMBRAPA TRIGO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Trigo**. 2005. Disponível em: < <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/index.htm>>. Acesso em: 06 janeiro de 2006.
- ESPINOZA, F. et al. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. **Zoootenia Tropical**, v.22, n.4, p.303-315, 2004.
- FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Manual técnico forraje verde hidropónico**. Santiago, Chile, v.1, 2001. 73p.
- FLORES, Z. et al. Potencialidad de diversos cultivares de maíz (*Zea mays*) para producir forraje verde hidropónico. In: CONGRESSO VENEZOLANO DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIA ANIMAL - PASTOS Y FORRAJES, 12., Venezuela, 2004. **Anais...** Venezuela: AVPA, 2004a. p.135.
- FLORES, Z. et al. Densidad de siembra de maíz (*Zea mays*) para producción de forraje verde hidropónico. In: CONGRESSO VENEZOLANO DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIA ANIMAL - PASTOS Y FORRAJES, 12., Venezuela: AVPA, 2004b. p.136.
- FONTANELI, R.S. **Trigo não é só para pão**. 2001. Disponível: < <http://64.233.187.104/custom?q=cache:1V6MII8sz5UJ:www.cnpt.embrapa.br/not0156.htm+forragem&hl=pt-BR&ie=UTF-8>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2006.
- GONZÁLES, A. T. **Forraje verde hidropónico**. México: Fundación Produce Jalisco A. C. 2003, 25p.

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

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)**, 2005. Disponível:

<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=258&id_pagina=1>, Acesso: em 01 abril de 2005.

ITEVA. **Forragem hidropônica de milho**. Aquiraz: Instituto Tecnológico e Vocacional de Aquiraz, 2000. Disponível:

<<http://www.iteva.org.br/tecnologias/agrobiologica/forragem/hidroponia.asp>> Acesso em: 20 de novembro de 2003.

LISITA, F.O. **A importância da agropecuária familiar na economia nacional**. EMBRAPA/CPAP. 2005. Disponível: <http://www.emater.rn.gov.br/artigos.asp?cod=54>. Acesso em: 08 de novembro de 2005.

MARTINS, R.V. **Hidroponia orgânica**. Disponível: <<http://www.hydor.eng.br/Pagina16.htm>> Acesso em: 01 de março de 2004.

MÜLLER, L. Produção de forragem hidropônica e o seu uso na alimentação animal. 2003. 60f. Monografia (**Estágio supervisionado em Zootecnia**) – Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

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

NICOLA, M.C. **Cultivo Hidropônico da alface utilizando soluções nutritivas orgânicas**. 2002, 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade de Pelotas.

NORDESTE RURAL, Negócios do campo. **Forragem hidropônica para ruminantes**. 2004. Disponível: <http://www.nordeste_rural.com.br/dev/nordeste_rural/matler.asp?newsId=912> Acesso em: 23 de julho de 2005.

OLIVAS, H.T. **Producción de Forraje Verde Hidropónico en Arequipa – Perú**. Disponível: <<http://www.forrajehidroponico.com/quees.htm>> Acesso: 20 de novembro de 2004.

SALSAC, L. et al. Nitrate and ammonium nutrition in plants. **Plant Physiol. Biochem.**, v.25, n.6, p.805-812, 1987.

SANDIA. Sandia Nacional Laboratorios para New México y el Caribe. **Producción de forraje verde hidropónico**. Disponível:

<<http://www.sandia.gov/water/USMBpress/gallegosagricultura.pdf>> Acesso em: 06 set de 2003.

SANTOS, O. S. **Cultivos sem solo: hidroponia**. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais - UFSM, 2000. 107p.

SANTOS, O.S. et al. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros**. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais - UFSM, 2004. 8p. (Informe Técnico, 04/2004).

SOUZA, J.L.G. **Utilização do palhico na produção intensiva de carne e leite contribuindo para redução das queimadas da cana de açúcar no município de Piracicaba e região**. Piracicaba, SP: Projeto de carne de qualidade "Cosan beef". 2005. 15p.

STANTON, T.L **Nitrate Poisoning**. Livestock series, nº 1610. 1998. Disponível: <<http://equineextension.colostate.edu/documents/articles/Nitratepoising.pdf>> Acesso em: 02 junho de 2005.

TEIXEIRA, J.D. **Forragem hidropônica de milho**. Cruzeta: EMATER/RN, 1999. 7p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.



ANEXO 1 Túnel alto, Modelo Hermano.



ANEXO 2 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES. (2001), aos 6 dias.



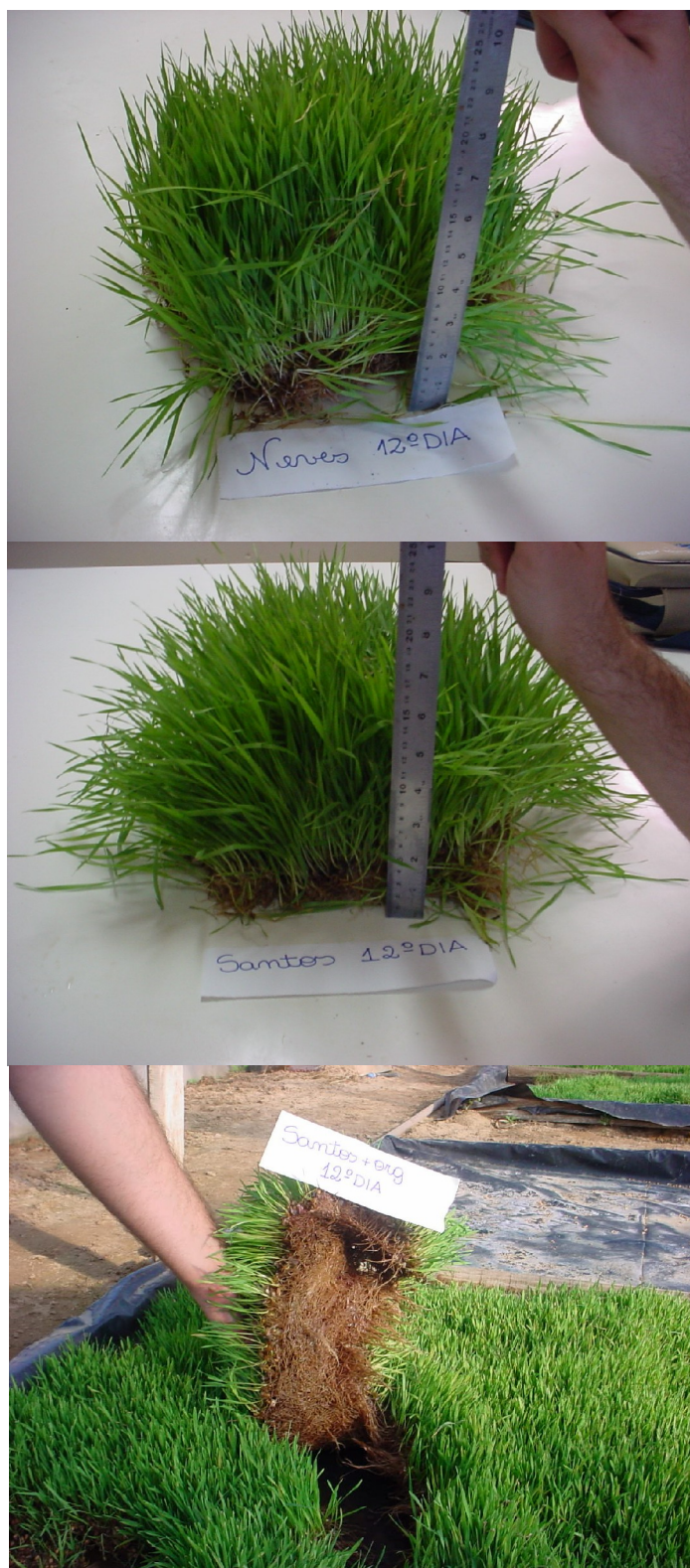
ANEXO 3 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução SANTOS et al. (2004), aos 6 dias.



ANEXO 4 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 6 dias.



ANEXO 5 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES (2001), SANTOS et al., (2004) , solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 9 dias.



ANEXO 6 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES (2001), SANTOS et al. (2004), solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 12 dias.



ANEXO 7 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução NEVES (2001), aos 16 dias.



ANEXO 8 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução SANTOS et al. (2004), aos 16 dias.



ANEXO 9 Forragem hidropônica de trigo cultivada com solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de SANTOS et al. (2004), aos 16 dias.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.