

## **Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.)**

Liziany Müller<sup>1\*</sup>, Paulo Augusto Manfron<sup>2</sup>, Osmar S. Santos<sup>2</sup>, Sandro Luís Petter Medeiros<sup>2</sup>, Durval Dourado Neto<sup>3</sup>, Tânia B. G. A. Morselli<sup>4</sup>, Gean Lopes da Luz<sup>1</sup> e Andrieli Hedlund Bandeira<sup>5</sup>

### **RESUMO**

Com o objetivo de avaliar a produção e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivado em ambiente protegido com soluções nutritivas inorgânicas e orgânicas parcialmente corrigidas, identificando a idade ideal de colheita, realizou-se um estudo no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, distribuídos em esquema fatorial 2x4 com duas soluções nutritivas: SIN: solução inorgânica segundo recomendação de Neves (2001) e SONC: solução orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de Neves (2001) e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias). Foi observada significância ( $P < 0,05$ ) à interação soluções nutritivas x idades de colheita para as variáveis: estatura, fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (OS) e fibra em detergente neutro (FDN). Verificou-se para a SIN e SONC diminuição da FS, com o avanço da idade de colheita. A solução SONC proporcionou valores ligeiramente maiores de FS, PB e PS e menores de FDN em relação à SIN, em todas as idades de colheita. Não houve diferença significativa entre as soluções ( $P > 0,05$ ) para os teores de fibra em detergente ácido, lignina,

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. CEP 97105-900, Santa Maria, RS. Brasil. \*E-mail: lizianym@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Dept. Fitotecnia, UFSM. Santa Maria, RS. Brasil.

<sup>3</sup> Dept. Fitotecnia, ESALQ-USP. Piracicaba, SP. Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Solos, UFPEL. Pelotas, RS, Brasil.

<sup>5</sup> Dept. Agronomia, UFSM. Santa Maria, RS. Brasil.

celulose e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca. O aumento da idade de colheita promoveu maiores teores de FDA, lignina e celulose e menor digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS). A idade de colheita ideal situa-se entre os 8-12 dias, pois neste período têm-se valores intermediários favorecendo o teor protéico sem comprometer a redução de FS e DIVFS devido ao maior teor fibras.

*Palavras chave:* ambiente protegido, hidroponia, vermicomposto.

### **Effect of nutrient solutions on production and quality of hydroponic forage wheat (*Triticum aestivum* L.)**

#### **SUMMARY**

The objective of this study was to evaluate the effect of different nutrient solutions and harvest date on production and nutritive quality of hydroponic forage wheat (*Triticum aestivum* L.). The experiment was conducted inside a protected environment at Fitotecnia Department of the Universidade Federal at Santa Maria, Brazil. The experimental design was a randomized complete block. Treatments consisted of two nutrient solutions (SIN: inorganic solution by Neves (2001), and SONC: organic solution of the vermicompost) and four harvesting dates (4, 8, 12, and 16 days after emergence), distributed in a 2x4 factorial scheme. It was observed interaction ( $P < 0.05$ ) between nutrient solution and harvest date for the variables plant height, dry weight (DW), crude protein (CP), soluble protein (SP), and neutral detergent fiber (NDF). SONC and SIN showed a decrease in DW values when delayed harvest dates. SONC presented an increase in the values of DW, CP, and SP, but a decrease in NDF in comparison with SIN in all harvest dates. It was observed an increase in acid detergent fiber (ADF), lignin (LIG), and cellulose (CEL) and a decrease in digestibility “*in vitro*” when delaying the harvesting dates. It was not observed statistical difference ( $P > 0.05$ ) in ADF, LIG, CEL, and digestibility “*in vitro*” among the solutions. The best quality characteristics (CP and digestibility “*in vitro*”) of hydroponic forage wheat were obtained when harvest was 8 to 12 days after sowing.

*Keywords:* protected environment, hydroponic system, vermicompost.

## INTRODUÇÃO

A pecuária tem sido desafiada 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. De acordo com Flores *et al.* (2004) a 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 e terminação).

A hidroponia é uma técnica onde os nutrientes são fornecidos através de uma solução nutritiva, este cultivo é bastante difundido em todo o mundo e também vem sendo utilizada para produção de forragem para nutrição de animais (Henriques, 2000; Santos *et al.*, 2004). Esta técnica vem tendo aplicação crescente e boa aceitação por parte dos pecuaristas, principalmente nas regiões centro-oeste e nordeste do Brasil. Ela se destaca por ser constituída de plantas de crescimento acelerado, com ciclo curto de produção e excelente qualidade nutricional, por se encontrar em fase inicial de formação, contendo grande quantidade de aminoácidos livres que são facilmente aproveitados pelos animais (FAO, 2001; Santos *et al.*, 2004).

Na hidroponia as soluções nutritivas provenientes de fertilizantes químicos industriais, de custo elevado, determinam a exclusão da utilização da técnica por parte dos produtores, principalmente dos que utilizam sistemas que visam o desenvolvimento agrícola sustentável (Nicola, 2002). A hidroponia orgânica é muito recente no Brasil, no entanto, já é muito utilizada no mundo inteiro, com excelentes resultados, muitas vezes melhores do que os obtidos pela hidroponia inorgânica, logicamente, dentro de suas limitações (Martins, 2004).

Uma das características importantes da hidroponia orgânica é a possibilidade de montar sistemas ecológicos fechados, onde tudo o que se utiliza é reciclado, não agredindo o meio ambiente. Na hidroponia orgânica, a solução nutritiva é obtida a partir de matérias orgânicas biodecompostas através do sistema convencional de compostagem ou através da biodigestão das mesmas (Martins, 2004). Nesse sentido, o vermicomposto é considerado o adubo orgânico com maior potencial de utilização, uma vez que é facilmente produzido na propriedade a custos baixos. 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 utilizado isoladamente não fornece as concentrações adequadas para o

crescimento da cultura, devido à baixa concentração de nitrogênio, sendo necessárias complementações de nutrientes inorgânicos.

No entanto, além da escolha da solução nutritiva, a determinação do momento mais adequado para a colheita também é um fator que deve ser levado em conta para a utilização da forragem em hidropônica. O estágio de maturidade da planta forrageira à colheita influencia o seu valor nutritivo mais do que qualquer outro fator, à medida que a planta cresce e se desenvolve, as porções fibrosas aumentam, enquanto o teor protéico e a digestibilidade da fitomassa seca reduzem (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, e que sob condições favoráveis esta deverá ser feita entre 16 e 20 dias. Entretanto conforme a FAO (2001) 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 de qualidade nutricional.

Nesse sentido, o trabalho tem por objetivo avaliar a produção e a qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo, cultivada com soluções nutritivas, inorgânica e orgânica parcialmente corrigida, identificando a idade ideal de colheita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia e Hidroponia no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, no ano de 2005, com coordenadas geográficas: 29°43'S, 53°43'W e altitude 95 m. O clima do local segundo a classificação de Köppen pertencente ao tipo "Cfa", clima subtropical úmido com verões quentes (Moreno, 1961).

A forragem de trigo foi cultivada em túnel alto tipo "Hermano" com 6 m de largura e 27 m de comprimento (162 m<sup>2</sup>), disposto no sentido nortesul, coberto com polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 150 µ, aditivado contra raios ultravioleta. No interior do túnel foram confeccionados canteiros com 1 m<sup>2</sup> com filme plástico (lona preta de 100 µm de espessura), estendida sobre o solo nivelado, sendo as bordas limitadas por guias de madeira com 6,0 cm de altura, estaqueadas no solo.

A semeadura foi realizada manualmente, a lanço, sobre filme plástico, com sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), na densidade de 2,0 kg m<sup>-2</sup>. As sementes utilizadas foram provenientes de lavouras da região, não selecionadas e sem tratamento químico. Antes da semeadura, as sementes foram pesadas e colocadas em baldes plásticos, onde foi realizada a técnica de pré-germinação, que consiste na embebição das sementes em água por 12 horas associadas a 24 horas de incubação.

Adotou-se o sistema hidropônico aberto, sem reaproveitamento de solução nutritiva. As soluções nutritivas foram estocadas em dois tanques de fibra de vidro com capacidade de 500 litros cada um, sendo a solução repostada conforme a necessidade da cultura. Sua aplicação foi efetuada com auxílio de regadores quatro vezes ao dia em intervalos regulares, sendo distribuídos em média 4 L m<sup>-2</sup> ao dia. Nos três primeiros dias de irrigação foi realizado apenas com água e, a partir deste, com solução nutritiva.

Como fonte para a formulação da solução nutritiva orgânica foi utilizado o húmus da minhoca (*Eisenia foetida*), produzido a partir de esterco bovino, adquirido de produtor da região. Em reservatório de fibra de vidro com capacidade de 1.000 L foi adicionado húmus e água na proporção 1:1 em volume. Essa mistura permaneceu em repouso durante 72 horas, após esse período, foi filtrada em tecido de voal, obtendo-se em média 80% de líquido (Nicola, 2002).

O vermicomposto líquido foi analisado no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFPEL-RS, Brasil, para a determinação dos elementos nutricionais. Podem-se verificar concentrações altas de potássio, cálcio, magnésio e enxofre, portanto foi realizada a diluição do vermicomposto líquido de maneira que atendesse as recomendações propostas por Neves (2001). Na diluição obteve-se concentrações muito baixas de nitrogênio (N) e fósforo (P) (Quadro 1), necessitando complementação com nutrientes inorgânicos.

**Quadro 1. Composição química das soluções nutritivas originais: Neves (2001) e vermicomposto diluído em água na proporção 1:9 em volume**

Nutriente	Neves (2001)	Vermicomposto
	----- mg L <sup>-1</sup> -----	
Nitrogênio	105,9	7,1
Fósforo	18,9	2,4
Potássio	129,6	168,2
Cálcio	69,7	64,5
Magnésio	15,0	43,1
Enxofre	19,5	13,7

Adotou-se delineamento experimental 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: SIN: solução inorgânica segundo recomendação de Neves (2001) e SONC: solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida atendendo recomendação de Neves (2001), (Quadro 2) e quatro idades de colheita (4, 8, 12 e 16 dias).

**Quadro 2. Nutrientes utilizados nas soluções nutritivas. SIN: solução inorgânica segundo recomendação de Neves (2001) e SONC: solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida para recomendação de Neves (2001)**

Nutrientes	SIN	SONC
Nitrato de cálcio, g L <sup>-1</sup>	0,41	---
Nitrato de potássio, g L <sup>-1</sup>	0,36	---
Sulfato de magnésio, g L <sup>-1</sup>	0,15	---
MAP, g L <sup>-1</sup>	0,09	0,78
Nitrato de amônio, g L <sup>-1</sup>	---	2,73
Micronutrientes, ml L <sup>-1</sup>	0,10	0,10
Ferro, ml L <sup>-1</sup>	1,00	1,00
Húmus, L	---	0,10
Água, L	1,00	0,90

Os micronutrientes foram adicionados nas duas soluções seguindo a recomendação de Neves (2001) e o ferro foi quelatizado com EDTA e utilizado na dose de 1 ml L<sup>-1</sup>.

A estatura (EST) das plantas foi mensurada com auxílio de uma régua milimétrica. As análises de fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido, lignina, celulose e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFSM, segundo as metodologias descritas por Silva (1991), a partir de amostras compostas do conjunto: plântulas, sementes germinadas e não germinadas, colhidas em cada parcela no tamanho de 0,4 m x 0,4 m.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada significância ( $P < 0,05$ ) à interação soluções nutritivas x idades de colheita para as variáveis: EST, FS, PB, PS e FDN. Conforme a Figura 1, as equações de regressão que melhor ajustaram-se foram as quadráticas para EST, PB, PS e FDN, e a linear para FS.

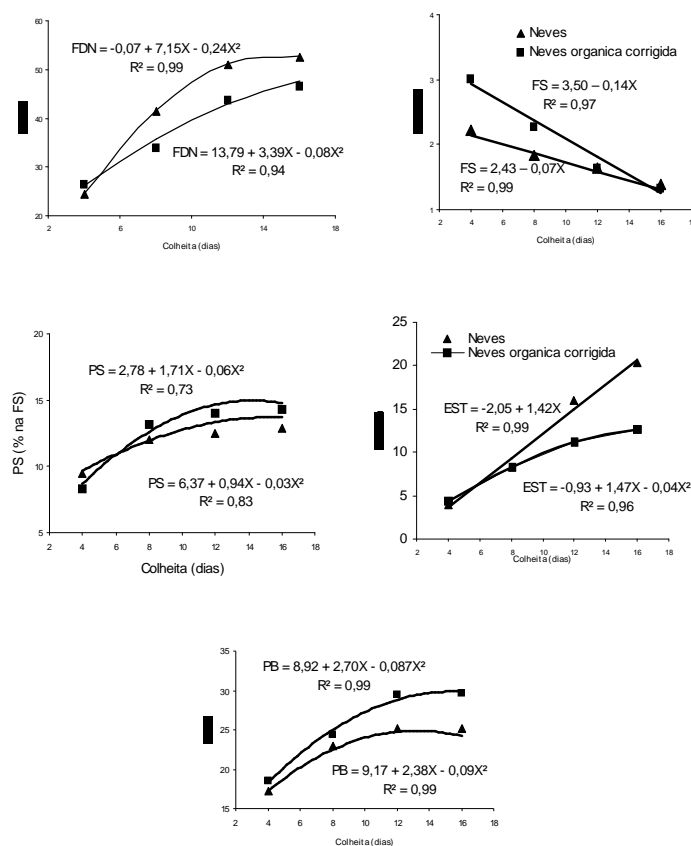


Figura 1. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para estatura (ES), fitomassa seca (FS), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS) e fibra em detergente neutro (FDN) para forragem hidropônica de trigo com duas soluções nutritivas; inorgânica e orgânica parcialmente corrigida, em diferentes idades de colheita.

Verificou-se que a estatura da forragem hidropônica de trigo ajustou-se a equação de regressão quadrática em relação ao aumento da idade de colheita, sendo que as plantas cultivadas na solução SIN obtiveram maior estatura em relação às produzidas na SONC. Os resultados de estatura observados no tratamento SIN, aos 16 dias, 21 cm, foram superiores aos observados por Haut (2003), de 17 e 15 cm para a forragem hidropônica de cevada e o centeio, respectivamente, aos 14 dias de colheita. Já a estatura obtida na SONC, de 13 cm, foi bem menor.

Em relação à fitomassa seca, foi verificado decréscimo linear no valor de FS com o aumento da idade de colheita. A resposta de diminuição da FS pode ser atribuída, em parte, a presença de sementes não germinadas nas amostras, as quais apresentam elevado teor de FS. Sendo assim, conforme aumentou o tempo de colheita ocorreu a decomposição daquelas sementes, o que provavelmente ocasionou decréscimo na FS das amostras. Além disso, a elevada densidade populacional (em torno de 42.700 plantas m<sup>-2</sup>) pode ter proporcionado competição entre as plântulas por nutrientes e luz, ocasionando estiolamento e posterior acamamento, além da senescência de folhas inferiores e de plântulas de menor estatura que permaneceram sombreadas.

O resultado de FS corrobora com FAO (2001), a qual cita que idades de colheita maiores que 10 dias seriam inconvenientes em sistema de produção de forragem hidropônica, devido à diminuição de fitomassa seca, pois se verificou no cultivo de forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias, valores decrescentes 3,26 2,95 e 2,27 kg m<sup>-2</sup> FS, respectivamente. Estes valores são superiores aos observados neste estudo aos 4, 8, 12 e 16 dias, sendo que a SONC apresentou valores maiores, em média 21%, em relação a SIN (Figura 1).

Vale ressaltar que a forragem hidropônica de trigo apresenta produção de FS superior a pastagem de aveia 0,2 - 0,6 kg m<sup>-2</sup> FS e a milho para silagem 1,02 - 1,09 kg m<sup>-2</sup> FS (Kichel e Miranda, 2000; Restle *et al.*, 2002).

O teor de proteína bruta da forragem hidropônica de trigo, cultivada com solução nutritiva SIN e SONC, ajustou-se a equação de regressão quadrática em função da idade de colheita. Os pontos de máxima situaram-se próximo aos 13 dias para a SIN, com 24,90% PB e aos 15 dias para SONC, com 29,84% PB.



A forragem hidropônica de trigo produzida com a solução SONC obteve maiores teores protéicos; esse resultado se deve ao efeito benéfico que as substâncias presentes no vermicomposto exercem nas plantas, tais como ácidos húmicos e ações fitoestimulantes semelhantes a fitormônios (Compagnoni e Putzolu, 1985). Observa-se também, de modo geral, que a forragem hidropônica de trigo obteve alto teor protéico, fato decorrente de a forragem ser composta por as plantas jovens, no quais o crescimento esta relacionado, principalmente, ao aumento da superfície das folhas, que são órgãos ricos em nitrogênio. O valor da PB da forragem hidropônica de trigo foi superior ao teor encontrado no seu grão (13,44%) e em pastagem trigo no estágio de início da elongação cultivada no solo (17,2%) (Südekum *et al.*, 1991).

Esse resultado é importante, pois quando a forragem possui teor de PB inferior a 7% ocorre redução na digestão das mesmas devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos do rúmen, diminuindo sua população, e conseqüentemente ocorre redução da digestibilidade e da ingestão da FS, portanto, um teor mais alto de PB é necessário para o atendimento das exigências protéicas do organismo animal (Van Soest, 1994). Assim, os teores PB dos alimentos comumente utilizados, como pastagem nativa (7,3% de PB), silagem de milho (8,0% de PB) e silagem de sorgo (5,5% de PB) não atenderão as necessidades da dieta de animais comumente utilizados com alta exigência, como por exemplo, animais no terço final de gestação e lactantes (Faturi, 2002; Soares, 2002). Portanto, a suplementação protéica com forragem hidropônica de trigo pode ser considerada uma opção para complementar a alimentação de animais e aumentar a produtividade do rebanho.

O teor de proteína solúvel da forragem hidropônica de trigo cultivada com SIN e SONC ajustou-se a equação de regressão quadrática em relação à idade de colheita, com ponto de máxima nas colheitas aos 15 e 14 dias para a SIN e SONC, com 13,72% e 14,96% de PS na FS, respectivamente. A solubilidade da proteína é um dos fatores que mais influi na degradação protéica à nível de rúmen, pois a proteína solúvel tende a ser mais rapidamente ou completamente degradada (Tamminga, 1979). Os valores de PS no cultivo de forragem hidropônica de trigo com SONC foram em média 28% superiores ao com SIN. De acordo com Hutjen (1999) as vacas leiteiras em fases de diferentes lactações necessitam PS de 4,8-5,7%, o que mostra a potencialidade do uso da forragem hidropônica de trigo como opção de suplemento alimentar para vacas leiteiras.

Quanto à fibra em detergente neutro (FDN), as soluções ajustaram-se a equação de regressão quadrática em relação ao aumento da idade de colheita. FAO (2001) cita em forragem hidropônica de aveia aos 7, 11 e 15 dias, teores de 56, 63, e 58% de FDN, respectivamente, valores superiores ao observado neste estudo.

Como o teor da FDN é inversamente correlacionado com a ingestão de fitomassa seca, níveis de FDN acima de 55-65%, não seriam indicados, pois limitariam o espaço no trato gastrointestinal reduzindo, portanto, o consumo de forragem (Conrad *et al.*, 1966; Van Soest, 1965). Os teores observados neste estudo no cultivo de forragem de trigo (Figura 1) são inferiores ao limite considerado. Espinoza *et al.* (2004) observaram teores similares de FDN aos deste estudo (41,5%), em forragem hidropônica de milho, aos 9 dias.

De acordo com o NRC (1989), as dietas de vacas em lactação devem conter, no mínimo, 25 a 28% de FDN, com 75% deste total sendo suprido por forragens. Considerando, que os concentrados mais utilizados na alimentação animal, milho, trigo e soja possuem 11,40 11,49 e 14,20% de FDN, não atenderiam as necessidades desta categoria. A utilização da forragem hidropônica de trigo seria adequada para a complementação de a dieta alimentar e permitiria reduzir a alta quantidade de grãos em dietas dos animais.

Não foi observada significância ( $P>0,05$ ) à interação soluções nutritivas x idades de colheita para as variáveis: fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS).

De acordo com a Quadro 3, os cultivos de forragem hidropônica com solução nutritiva SIN e SONC não apresentaram diferença significativa entre si ( $P>0,05$ ) para os teores de FDA, LIG, CEL e DIVFS. Os teores médios de FDA (23,9%), LIG (4,3%) e CEL (19,6%) são inferiores aos observados em pastagem nativa 46,9 7,3 e 39,7%, respectivamente, e em silagem de sorgo 37,7 9,1 e 26,7%, respectivamente (Vargas Júnior, 2000; Soares, 2002). Em relação a DIVFS, a forragem de trigo apresenta teores superiores a pastagem nativa (41,7%) e a silagem de sorgo (43,3%) (Tonetto *et al.*, 2004).

O teor de fibra em detergente ácido apresentou acréscimo linear em relação ao aumento da idade de colheita (Figura 2). Este fato também decorre em consequência da maturidade das plantas, pois a FDA é constituída

principalmente de lignina e celulose, que aumentam suas concentrações com o avanço do ciclo, sendo negativamente correlacionada à digestibilidade e, conseqüentemente, ao valor energético das forragens (Van Soest, 1994). De acordo com Mertens (1994), a FDA indica a quantidade de fibra não digestível, e seu teor deve estar em torno de 30% ou menos, pois estes níveis favorecem o aumento no consumo de fitomassa seca pelo animal. Portanto, os valores observados neste trabalho apresentam-se adequados ao consumo animal. Espinoza *et al.* (2004) verificaram em forragem hidropônica de milho, teor de 20,9% FDA, aos 9 dias, valor semelhante ao deste estudo.

Quadro 3. Fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS) para soluções nutritivas inorgânica e orgânica parcialmente corrigida no cultivo de forragem hidropônica de trigo

Soluções	FDA	LIG	CEL	DIFMS
	----- % -----			
SIN	23,69	4,18	19,51	66,44
SION	24,13	4,43	19,70	67,11
F	0,52	0,99	0,15	0,48
Pr>F	0,4808	0,3355	0,7051	0,4998
CV (%)	2,29	3,31	2,53	4,96

O teor de lignina apresentou um acréscimo linear no seu teor com o aumento da idade de colheita (Figura 2). FAO (2001) relata comportamento similar na forragem hidropônica de aveia, sendo que esta possui aos 7 e aos 11 dias, 7,0% e 8,1% LIG, 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.

Os teores de celulose, também aumentaram linearmente com o avanço da idade de colheita (Figura 2). Os constituintes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina) limitam o consumo FS, quando em níveis altos, sendo o efeito aumentado pelo grau de lignificação, que pode reduzir as taxas de digestão e/ou de passagem do conteúdo ruminal (Van Soest, 1965).

A digestibilidade é um dos aspectos fundamentais que define a qualidade da forragem, e verificou-se que no cultivo da forragem hidropônica de trigo, os teores decrescem linearmente com o aumento da idade de colheita (Figura 2), sendo que esta apresentou aos 4, 8, 12 e 16 dias, teores de

digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS) de 83,41 71,03, 57,80 e 54,83%, respectivamente. Pode se observar que o cultivo de forragem hidropônica de trigo aos 4 e 8 dias obteve DIVMS superior a de forrageiras tropicais, que se situa entre 55 e 60% (Moore e Mott, 1973).

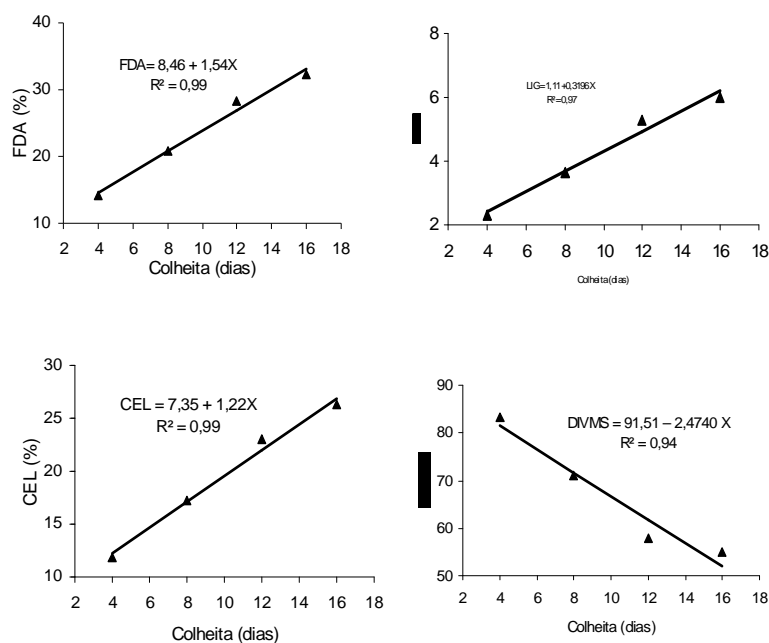


Figura 2. Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação para fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca (DIVFS) para forragem hidropônica de trigo em diferentes idades de colheita.

O desempenho decrescente DIVFS pode ser atribuído ao fato da digestibilidade da forragem estar negativamente correlacionada com os seus teores FDN e FDA, e conseqüentemente ao valor energético. Com a maturidade da planta, a concentração dos componentes digestíveis, como os carboidratos solúveis, proteínas, minerais e outros conteúdos celulares 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 DIMVS de 74,9 e 81,6%, respectivamente, valores próximos aos obtidos aos 4 e 8 dias de colheita.

### CONCLUSÕES

O cultivo de forragem hidropônica de trigo com soluções nutritivas, inorgânica e orgânica parcialmente corrigida, proporcionou redução no conteúdo de fitomassa seca com o avanço da idade de colheita. Contudo, a solução nutritiva orgânica parcialmente corrigida obteve valores ligeiramente melhores em relação à solução inorgânica, em todas as idades de colheita.

O uso de diferentes soluções nutritivas não influenciou os teores de fibra em detergente ácido, lignina, celulose e digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca da forragem hidropônica de trigo.

O aumento da idade de colheita proporcionou maiores teores de fibra em detergente ácido, lignina e celulose, e menor digestibilidade “*in vitro*” da fitomassa seca.

A colheita da forragem hidropônica de trigo deve ser realizada entre 8 a 12 dias, pois neste período tem-se bom teor protéico sem redução acentuada da fitomassa seca e da sua digestibilidade.

### BIBLIOGRAFÍA

- Compagnoni L. y G. Putzolu. 1985. Cría Moderna de las Lombrices y Utilización Rentable del Humus. Editorial De Vecchi S.A. Barcelona. 127 pp.
- Conrad H.R., A.D. Pratt y J.W. Hibbs. 1966. Regulation of feed intake in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 47: 54-62.
- Espinoza F., P. Argenti, G. Urdaneta, C. Araque, A. Fuentes, J. Palma y C. Bello. 2004. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. *Zoocenia Trop.*, 22(4): 303-315.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Manual técnico forraje verde hidropónico. Santiago, Chile. 73 pp.
- Faturi C. 2002. Grão de aveia preta em substituição ao grão de sorgo para alimentação de novilhos na fase de terminação. Dissertação Mestrado em Zootecnia. Univ. Fed. Santa Maria, Brasil. 111 pp.
- Flores Z., G. Urdaneta y J. Montes. 2004. Densidad de siembra de maíz (*Zea mays*) para producción de forraje verde hidropónico. Memorias XII Congreso Ven. Producción e Industria Animal. (Resumo), p.136.
- Henriques E.R. 2000. Manual de produção-forragem hidropônica de milho. Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba, Uberaba. 15 pp.
- Haut V. 2003. Produção de forragem hidropônica de gramíneas. Tese Doutorado em Zootecnia. Univ. Fed. Santa Maria, Brasil. 94 pp.
- Hutjens M.F. 1999. Ration physical form and rumen health. Four-State Dairy Management Seminar Proc. University of Illinois, Urbana. 3 pp.
- Kichel A.N. y C.H.B. Miranda. 2000. Uso da aveia como planta forrageira. Embrapa Gado de Corte Divulga, N° 45. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD45.html>
- Martins R.V. 2004. Hidroponia orgânica. Disponível em <http://www.hydor.eng.br/Pagina16.htm>
- Mertens D.R. 1994. Regulation of forage intake. In Fahey Jr. G.C. (Ed.) Forage Quality, Evaluation and Utilization. Am. Soc. Agronomy. Madison, pp. 450-493.
- Minson D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego.
- Moore J.E. y G.O. Mott. 1973. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In Matches A.G. (Ed) Anti Quality Components of Forages. Crop Sci. Soc. Am., Madison. Special Pub. 4. pp. 53-98.

- Moreno J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia. 43 pp.
- NRC (National Research Council). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 157pp.
- Neves A.L.R.A. 2001. Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal. Centro de Pesquisas Tecnológicas, Viçosa. 46 pp.
- Nicola M.C. 2002. Cultivo hidropônico da alface utilizando soluções nutritivas orgânicas. Dissertação Mestrado em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, RS. Brasil. 62 pp.
- Restle J., M. Neumann, I.L. Brondani, L.L. Pascoal, J.H.S. Silva, L.G. Pellegrini y A.N.M. Souza. 2002. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. Ver. Bra. Zootecnia, 31(3): 1235-1244.
- Santos O.S. 2000. Cultivos sem solo: hidroponia. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Brasil. 107 pp.
- Santos O.S., L. Müller, C.C. Pires, C.J. Tonetto, S.L.P. Medeiros, R.B.M. Frescura y V. Haut. 2004. Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentação de cordeiros. UFSM/CCR. Informe Técnico. Santa Maria. 8 pp.
- Silva D.J. 1991. Análise de Alimentos. Métodos Químicos e Biológicos. Univ. Fed. Viçosa. Viçosa, MG. 166 pp.
- Soares A.B. 2002. Efeito da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação. Tese Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 180 pp.
- Südekum K.H., F. Taube y K. Friedel. 1991. 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 das Wirtschaftseigene Futter, 37(3): 318-333.

- Tamminga S. 1979. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *J. Animal Sci.*, 49(6): 1615-1632.
- Tonetto C.J., C.C. Pires, L. Müller, M.G. Rocha, J.H.S. Silva, A.R. Cardoso y D. Peres Neto. 2004. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros terminados em pastagem natural suplementada, pastagem cultivada de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e confinamento. *Rev. Bra. Zootecnia*, 33(1): 225-233.
- Van Soest P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press. New York. 476 pp.
- Van Soest P.J. 1965. Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. *J. Animal Sci.*, 24(3): 834-844.
- Vargas Júnior F. M. 2000. Consumo, digestibilidade, desempenho e parâmetros ruminam em terneiros alimentados contendo grão de milho inteiro, moído ou tratado com uréia. Dissertação. Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. 102 pp.