

PRODUÇÃO DE BIOMASSA TOTAL, DE FOLHAS E COLMOS DE AVEIA-BRANCA (*Avena sativa*) EM TRÊS ÉPOCAS DE SEMEADURA NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Renan Locatelli, Deise Dalazen Castagnara, Fernando Henrique de Souza, Cristiano da Silva, Eduardo Eustáquio Mesquita (Orientador/UNIOESTE), e-mail: renanlocatelli@hotmail.com.

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon – PR.

Palavras-chave: produção de biomassa, deposição de palhada, integração lavoura-pecuária.

Resumo

O presente objetivou avaliar a produção de biomassa total, de folhas e colmos da aveia-branca (*Avena sativa* L.) em três épocas de semeadura e dois cortes. O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias – UNIOESTE – campus de Marechal Cândido Rondon, PR, no período de março a agosto de 2008, totalizando 30 vasos plásticos com capacidade para 5 L. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 3X2X5, com três épocas de semeadura (março, abril e maio), dois cortes e cinco repetições. A semeadura foi realizada nos meses de março, abril e maio de 2008, com 30 sementes por vaso, e foi efetuado desbaste, permanecendo seis plantas por vaso. Para a produção de biomassa total e de folhas, houve efeito significativo das épocas de semeadura, dos cortes e da interação épocas de semeadura x corte. Enquanto para a produção de biomassa de colmos houve efeito significativo dos cortes, não havendo significância para as épocas de semeadura e para a interação dos fatores. As épocas de semeadura mais adequadas para o plantio da aveia-branca (*Avena sativa* L.) IPR 126 são os meses de março e abril, porém são necessários intervalos de pastejo ou cortes superiores aos 35 dias estudados.

Introdução

A preocupação com a sustentabilidade das atividades econômicas ligadas ao meio ambiente, como a agricultura e a pecuária é crescente. Moser (2008) afirma que a atividade agropecuária deve ser produtivamente eficiente, economicamente viável, responsável socialmente e ecologicamente compatível com o ambiente, incluindo aspectos como rentabilidade econômica, produtividade, relações entre custo e benefício e conceitos ligados à preservação ambiental, como poluição e qualidade do solo.

Para Vezzani (2001), o solo, como sistema aberto não atinge qualidade por si só num sistema de exploração agrícola, mas sim pela eficiência do funcionamento do sistema solo-planta-microorganismos. Assim, o manejo do solo é um dos principais fatores que definem a qualidade do solo e a sustentabilidade de um sistema de produção.

O sistema plantio direto (PD) foi desenvolvido justamente visando a sustentabilidade da produção agrícola, sendo uma prática conservacionista especialmente adequada para as condições de ambiente de regiões tropicais, onde se faz necessário manter o solo protegido da ação do sol e da chuva (Assis e Lanças, 2004).

No sistema de semeadura direta não há revolvimento do solo para preparo da área para a semeadura. Sua adoção fundamenta-se na redução de custos operacionais (Assis e Lanças, 2004), produção de grande quantidade de massa vegetal para cobertura de solo, prevenção da erosão hídrica, conservação e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo e aumento de sua capacidade de armazenamento de água, possibilitando maior eficiência energética e conservação ambiental (Assis e Lanças, 2004).

Porém para a sustentabilidade do sistema de semeadura direta é fundamental a sua associação a um sistema de rotação e de sucessão de culturas diversificado, que produza adequada quantidade de resíduos culturais na superfície do solo (Silva et al., 2006). O seu uso objetiva não apenas uma mudança de espécies, mas sim a escolha de uma seqüência apropriada e de práticas culturais que atendam às suas necessidades e características nos aspectos edafo-climáticos e de ocorrência de plantas daninhas, de pragas e de moléstias (Silva et al., 2006).

Considerando sistemas de produção, nos quais a rotação de culturas se constitua numa necessidade de manejo das áreas agrícolas e que a alimentação baseada no uso de pastagens seja um caminho vislumbrado para a diminuição de custos na atividade leiteira, origina-se uma rara oportunidade de integração dessas atividades visando à otimização do sistema (Moraes, 1991).

Essas características podem ser obtidas através da Integração Lavoura-Pecuária, que é definida como a alternância temporária ou rotação do cultivo de grãos e pastejo de animais em pastagens de gramíneas e/ou leguminosas e seus consórcios (Moraes et al. 1999) podendo ser utilizada de maneiras distintas, segundo os interesses individuais, podendo apresentar vantagens financeiras e biológicas (Entz et al., 2002).

Nesse contexto, a adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária possibilita a obtenção de renda no período de entressafra (Moraes et al., 2002) e a diversificação de atividades na propriedade agrícola, o que é fundamental para uma agricultura eficiente, produtiva e estável (Cassol, 2003).

A Integração Lavoura-Pecuária possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo devido ao sinergismo que

se cria entre a lavoura e a pastagem (Alvarenga, 2004), além de fornecer um aporte contínuo e abundante de resíduos vegetais, elevando o teor de matéria orgânica do solo.

O sucesso do sistema de integração lavoura-pecuária depende de diversos fatores, que são dinâmicos e interagem entre si. Entre os componentes do sistema, destacam-se o solo, a planta e o animal. O animal, por meio da desfolhação, pode afetar o nível de palhada residual, que é a base para implantação da lavoura de verão no sistema de semeadura direta (Aguinaga et al. 2008).

Como no sistema plantio direto, preconiza-se a manutenção de elevada quantidade de resíduos culturais, a produção de biomassa por hectare é fator a ser observado no momento da escolha da forrageira (Amado et al. 2003), pois é um atributo que deve ser avaliado para se conseguir a otimização do sistema.

A capacidade de produção de biomassa das plantas forrageiras é de fundamental importância num SPD, pois proporciona a redução da erosão (Debarba e Amado, 1997) e da incidência de plantas daninhas (Pavinato et al., 1994), em função da presença da palha na superfície do solo.

A produção de biomassa em uma comunidade de plantas é determinada pelo acúmulo de carbono, pois o CO₂ atmosférico é a fonte de C da planta para seu crescimento, que é utilizado através do processo fotossintético e representa o principal constituinte dos tecidos vegetais. (Gastal et al., 1992; Lemaire e Chapman, 1996).

Pode-se considerar que esta fonte de CO₂ é ilimitada, e, por isso, a acumulação de biomassa pelas plantas dependerá apenas de outros fatores que afetam o crescimento vegetal, destacando-se a disponibilidade de nutrientes minerais, as condições físicas e químicas do solo, a disponibilidade de água e adequada temperatura (Nabinger, 1997).

Segundo Ramos et al. (2004), a determinação de produção de biomassa das gramíneas é um ponto chave para a determinação de sua inserção nos diversos sistemas de produção, porém, além da produção de biomassa total, deve-se levar em consideração as proporções dos componentes da planta (Quadros, et al. 2004). Tanto para a nutrição animal como para a reciclagem de nutrientes, é desejável uma maior proporção de folhas na forragem acumulada ao longo do ano (Quadros, et al. 2004), o que proporcionará a produção de palhada com melhor qualidade e que irá se decompor e liberar os nutrientes mais rapidamente.

As cultivares de aveia-branca (*Avena sativa* L.) cultivadas no sul do Brasil até princípios da década de 80 eram provenientes do Uruguai e da Argentina. Esses genótipos apresentavam problemas de adaptação ao ambiente de cultivo, principalmente em relação ao ciclo tardio e à elevada estatura. A falta de adaptação determinava rendimentos de grãos reduzidos e baixa qualidade do produto. Desta forma, no início da década de 70 a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade de Passo Fundo (UPF) iniciaram programas de melhoramento genético dessa cultura mediante introdução de linhagens e populações segregantes provenientes da Universidade de Wisconsin (Federizzi et al., 1997). Esse

esforço inicial permitiu o lançamento de diversas cultivares melhoradas durante os anos 80.

Na década de 90, o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) iniciou as pesquisas com aveia no estado do Paraná, e como resultado foi lançada entre outras a cultivar IPR 126, utilizada nesse experimento.

A aveia-branca (*Avena sativa* L.) é indicada para a produção de grãos mas também é usada como planta forrageira (Godoy et al., 1990; Flaresso e Almeida, 1992), e sua utilização como pastagens anuais é uma alternativa viável para suprir a carência de forragem no período do inverno (Canto et al. 2003).

Dessa forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de biomassa de folhas e de colmos da aveia-preta aveia-branca (*Avena sativa* L.) em cinco idades de rebrota.

Materiais e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias – UNIOESTE – campus de Marechal Cândido Rondon, PR, no período de março a agosto de 2008, totalizando 30 vasos plásticos com capacidade para 5 L, tendo como substrato para crescimento solo argiloso classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico.

O clima local é classificado segundo Koppen, como do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C (IAPAR, 2007).

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial, 3X2X5, com três épocas de semeadura (março, abril e maio), dois cortes e cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

A semeadura foi realizada nos meses de março, abril e maio de 2008, com 30 sementes por vaso. Quando as plantas atingiram aproximadamente 5 cm de altura, foi efetuado o primeiro desbaste, permanecendo 10 plantas por vaso, e quando estas atingiram 10 cm foi efetuado o segundo desbaste restando então apenas seis plantas por vaso.

Previamente à semeadura da aveia foi realizada amostragem do solo com posterior correção com calcário para elevação da saturação por bases a 70%. Também foi realizada a adubação fosfatada, na dosagem de um grama de P (fósforo) por vaso. Nos 15^o e 25^o dias após a semeadura foram realizadas adubações de cobertura, nas dosagens de 750mg de N (nitrogênio) e 250mg de K (potássio) por vaso. Os vasos foram irrigados uma vez ao dia até o 30^o dia, e a partir de então passaram a ser irrigados duas vezes ao dia.

Durante a condução do experimento foram realizados dois cortes para as avaliações referentes à produção de biomassa total, de folhas e de colmos na forragem produzida. O primeiro corte foi realizado aos 50 dias após a emergência das plantas (DAE) independente da época de implantação e o segundo corte foi realizado 35 dias após o primeiro corte

(DAC). As plantas foram cortadas a uma altura de cinco centímetros do solo com auxílio de tesoura de jardim, e foram embaladas em sacos plásticos para condução ao laboratório.

No laboratório de Nutrição Animal, os sacos plásticos com as amostras foram pesados para determinação da produção de biomassa por vaso, e posteriormente as amostras foram separadas em lâminas foliares e colmos + bainhas, os quais também foram pesados separadamente para estimativa da produção de biomassa de colmos e de lâminas foliares por vaso.

Os resultados obtidos foram analisados através do programa estatístico Sisvar, versão 4.2 (Ferreira et al. 2000). As produções de biomassa total de folhas e colmos das épocas de semeadura e dos cortes foram comparadas através do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Para a produção de biomassa total, houve efeito significativo das épocas de semeadura ($P < 0,01$), dos cortes ($P < 0,01$), e da interação épocas de semeadura x corte ($P < 0,01$).

No desdobramento das épocas de semeadura dentro de cada idade de corte, houve diferença significativa nos dois cortes, de forma que no corte 50 DAE, a semeadura no mês de maio proporcionou produção de biomassa total inferior às demais, enquanto na idade de corte 35 DAC a semeadura no mês de março proporcionou produção de biomassa total superior às demais épocas de semeadura. No desdobramento dos cortes dentro de cada época de semeadura, foi constatada diferença significativa para as épocas de semeadura abril de maio, de forma que nas duas épocas o corte 50 DAE proporcionou produção de biomassa total superior ao corte 35 DAC.

A redução da produção de biomassa ocorrida no corte 35 DAE nas épocas de semeadura abril e maio podem estar relacionadas com as altas temperaturas, pois segundo Perin et al. (2004) as condições edafoclimáticas predominantes em cada local podem também influenciar na capacidade de produção da biomassa de determinados genótipos.

As alterações nas produções de biomassa podem ser justificadas pela idade de desenvolvimento das plantas, pois avanços nas idades de desenvolvimento proporcionam aumento na produção de biomassa devido a maior quantidade de carbono acumulado (Perin et al., 2004).

Tabela 1. Produção de biomassa total (g vaso⁻¹) da aveia branca (*Avena sativa* L.) IPR 126 em três épocas de semeadura na Região Oeste do Paraná

Épocas de Semeadura	Cortes		Médias
	50 DAE	35 DAC	
março	49,00aA	41,40aA	45,20a
abril	52,20aA	27,00bB	39,60a
maio	36,60bA	26,93bB	31,76b
Médias	45,93A	31,78B	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a produção de biomassa de folhas, houve efeito significativo das épocas de semeadura ($P < 0,01$), dos cortes ($P < 0,01$), e da interação épocas de semeadura x cortes ($P < 0,01$).

No desdobramento das épocas de semeadura dentro dos cortes, no corte 50 DAE, a semeadura no mês de maio proporcionou menor produção de biomassa de folhas que as demais, enquanto no corte 35 DAC, a semeadura no mês de março proporcionou produção de biomassa de folhas superior às demais. Já no desdobramento dos cortes dentro de cada época de semeadura, houve diferença estatística para a produção de biomassa de folhas da aveia-branca em todas as épocas de semeadura, de forma que em todas as épocas estudadas, o corte 50 DAE proporcionou produção de biomassa de folhas superior ao corte 35 DAC (Tabela 02).

Tabela 2. Produção de biomassa de folhas (g vaso^{-1}) da aveia branca (*Avena sativa* L.) IPR 126 em três épocas de semeadura na Região Oeste do Paraná

Épocas de Semeadura	Cortes		Médias
	50 DAE	35 DAC	
março	33,42aA	27,14aB	19,37c
abril	36,66aA	15,38bB	26,02b
maio	23,37bA	15,36bB	30,28a
Médias	31,15A	19,30B	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à produção de biomassa de colmos houve efeito significativo dos cortes ($P < 0,01$), não havendo significância para as épocas de semeadura ($P > 0,05$) e para a interação dos fatores ($P > 0,05$).

No desdobramento das épocas de semeadura dentro dos cortes, não foram detectadas diferenças significativas. Porém no desdobramento dos cortes dentro de cada época, na semeadura realizada no mês de abril, o corte 35 DAC proporcionou produção de biomassa de colmos inferior ao corte 50 DAE.

Essa menor produção de colmos pode estar relacionada com a temperatura, pois segundo Fagundes et al. (2006) as maiores proporções de colmo são produzidas nas épocas de condições climáticas favoráveis, e as menores em condições, no caso da aveia, altas temperaturas limitam o desenvolvimento das plantas, já que se trata de uma gramínea de clima temperado.

O aumento na produção de biomassa de colmos também pode estar relacionado com a chegada do estágio reprodutivo, no qual o alongamento de colmos que sustentarão a inflorescência é responsável pela elevação da sua produção de biomassa (Pinto et al., 1994).

Em gramíneas de hábito de crescimento ereto, o aumento da biomassa de produção de colmos incrementa a produção forrageira, porém interfere na estrutura do pasto pelo comprometimento da estrutura do dossel (Gomide et al. 2007). O aumento na produção de biomassa de colmos também resulta no estreitamento da relação folha/colmo (Santos et al., 1999;

Gomide, 2001), comprometendo o consumo de forragem pelo animal (Stobbs, 1973), além de estar diretamente relacionado com o valor nutritivo da dieta ofertada aos animais, pois o valor nutritivo de folhas cai mais lentamente que o dos colmos, em virtude do aumento da idade da forrageira (Sing, 1995).

Tabela 3. Produção de biomassa de colmos (g vaso⁻¹) da aveia-branca (*Avena sativa* L.) IPR 126 em três épocas de semeadura na Região Oeste do Paraná

Épocas de Semeadura	Cortes		Médias
	50 DAE	35 DAC	
março	15,57aA	14,33aA	14,95a
abril	15,55aA	11,55aB	13,55a
maio	13,44aA	11,54aA	12,49a
Médias	14,47A	12,47B	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusões

As épocas de semeadura mais adequadas para o plantio da aveia-branca (*Avena sativa* L.) IPR 126 são os meses de março e abril, porém são necessários intervalos de pastejo ou cortes superiores aos 35 dias estudados nesse experimento para se conseguir produções de biomassa mais elevadas.

Referências

- Aguinaga, A. A. Q. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. *R. Bras. Zootec.*, 2008, 37, 9, p.1523-1530.
- Alvarenga, R. C. Integração Lavoura – Pecuária. In Anais do 3º Simpósio de Pecuária De Corte. Belo Horizonte, 2004.
- Amado, T. J. C., et al. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 2003, 27, 6, p.1085-1069.
- Assis, R.L. de; Lanças, K.P. Efeito do tempo de adoção do sistema plantio direto na densidade do solo máxima e umidade ótima de compactação de um nitossolo vermelho distroférico. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 2004, 28, 2, 337-345.
- Canto, M. W. do et al. Diferentes profundidades de incorporação de adubo fosfatado na produção de massa seca e no perfilhamento da aveia preta (*Avena strigosa*). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 2003, 25, 2, 359-363.
- Cassol, L.C. Relações solo-planta-animal num sistema de interação lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

- Debarba, L.; Amado, T. J. C. Desenvolvimento de sistemas de produção e milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 1997, 21, 473-480.
- Entz, M. H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 2002, 94, 1, 204-213.
- Fagundes, J.L. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. *R. Bras. Zootec.*, 2006, 35, 21-29.
- Federizzi, L.C.; et al. Melhoramento genético de trigo e aveia no Brasil. In Anais do Simpósio Sobre Atualização em Genética e Melhoramento De Plantas, Lavras, 1997, p.127-146.
- Ferreira, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In Anais da 45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Biometria, São Carlos, 2000, Vol. 1, 41p.
- Flaresso, J.A.; Almeida, E.X. Introdução e avaliação de forrageiras temperadas no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, 1992, 21, 2, p. 309-319.
- Godoy, R.S. et al. Caracterização de cultivares de aveia forrageira em São Carlos-SP. São Carlos: Embrapa: UEPAE, 1990. (Comunicado técnico, 4).
- Gastal, F.; et al. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany*, 1992, 70, 437-442.
- Gomide, C.A.M. *Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-Mombaça (Panicum maximum Jacq.)*. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- Gomide, C.A.M.; et al. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2007, 42, 1487-1494.
- IAPAR. *Cartas climáticas do Paraná*. Disponível em: <<http://200.201.27.14/Site/Sma/CartasClimáticas/ClassificacaoClimáticas.htm>>. Acessado em: 30 maio 2007.
- Lemaire, G.; Chapman, D. Tissue flows in grazed plant communities. In The ecology and management of grazing systems. Cab International, 1996, 1, p.3-36.
- Moser, B.D. *An agricultural call to arms: addressing society's concerns*. Ecological paradigm. Disponível em: <<http://cfaes.osu.edu>>. Acesso em 18 de Abril de 2008.
- Moraes, A. Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* stent). Azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e trevo branco (*Trifolium repens* L.), submetidas a diferentes pressões de pastejo. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.
- Moraes, A.; Lustosa, S.B.C. Forrageiras de inverno como alternativas na alimentação animal em períodos críticos. In Anais do Simpósio Sobre Nutrição De Bovinos, 1999, Piracicaba, V. 7.

- Moraes, A. et al. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In Anais do 1º Encontro de Integração Lavoura-Pecuária No Sul do Brasil, Pato Branco, 2002, Vol. 1, p.3-42.
- Nabinger, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In Anais do 14º Simpósio Sobre Manejo Da Pastagem, Piracicaba, 1997, p.213-251.
- Pavinato, A. et al. Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 1994, 29, 1427-1432.
- Perin, A. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 2004, 39, 1, 35-40.
- Pinto, J.C.; et al. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. *R. Bras. Zootec.*, 1994, 23, 327-332.
- Quadros, D. G. de et al. – Acúmulo de massa seca e dinâmica do sistema radicular do estilosantes mineirão submetido a duas intensidades de desfolhação. *Ciênc. An. Bras.*, 2004, 5, 3, 113-122.
- Ramos, S. J. et al. Produção de biomassa e teor de fósforo em diferentes gramíneas forrageiras. In Anais da 45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, 2004.
- Santos, L.E. et al. Atualidades na produção em pastagens. In Anais do 5º Simpósio Paulista de Ovinocultura E Encontro Internacional De Ovinocultura, Botucatu, 1999. p. 35-50.
- Silva, P. R. F. da et al. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. *Ciência Rural*, 2006, 36, 3, p.1011-1020.
- Sing, D.K. Effects of cutting management on yield and quality of different selections of guinea grass (*Panicum maximum*, Jacq.) in a humid subtropical environment. *Tropical Agriculture*, 1995, 72, 181-187.
- Stobbs, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agric. Research*, 1973, 24, 6, p.821-829.
- Vezzani, F. M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.