



## XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo

“EDUCAR para PRESERVAR el suelo y conservar la vida en La  
Tierra”

Cusco – Perú, del 9 al 15 de Noviembre del 2014  
Centro de Convenciones de la Municipalidad del Cusco

### DESENVOLVIMENTO DE AVEIA BRANCA EM DIFERENTES MANEJOS FISICOS E QUIMICOS EM NITOSSOLO

ZENI, R.<sup>1\*</sup>; ROSA, D.P. da <sup>1,2</sup>; PESINI, F.<sup>1,3</sup>; FINCATTO, D.<sup>1,3</sup> Bamberg, A.L.<sup>4</sup>;  
Martinazzo, R.<sup>4</sup>; Silveira, C.A.P.<sup>4</sup>;

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão - RS – Brasil.

\* Autor de contacto: Email: [rodrigozeni192@gmail.com](mailto:rodrigozeni192@gmail.com) Distrito Engenheiro Luiz Englert, Bairro Interior, nº 820 Sertão - RS – Brasil; 55 54- 99655702

<sup>2</sup>Dr. Eng. Agrícola, Professor

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, bolsista do Projeto Xisto Agrícola, PIBITI-CNPq/IFRS e BICTES-IFRS Sertão.

<sup>4</sup> Pesquisador da Embrapa Clima Temperado – Pelotas-RS, Brasil.

#### RESUMO

A utilização de aveia como cobertura do solo manejado em sistema plantio direto vem sendo muito empregada no sul do Brasil, contudo, impedimentos físicos e químicos do solo limitam o seu desenvolvimento radicular. O objetivo desse trabalho foi avaliar a combinação de estratégias de melhoria física e química na semeadura sobre o desenvolvimento da aveia branca em Nitossolo Vermelho sob sistema plantio direto. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso em esquema fatorial, possuindo como fator principal o manejo mecânico e secundário o manejo químico. Os manejos mecânicos empregados foram: o SPD7 – Sistema de Plantio Direto com sulcador da semeadora atuando a 7 cm de profundidade, como Testemunha, e a 11 cm como SPD11, esse como estratégia de manutenção do SPD; e CM – cultivo mínimo realizado com um subsolador, como estratégia de melhoria física, porém contra os ideais do SPD. Os tipos de manejo químico foram à adição na linha de semeadura, de calcário de xisto e de calcário dolomítico. Avaliou-se a produção de massa verde e seca e a concentração mineral de nitrogênio, cálcio, magnésio, cobre e zinco. O calcário de xisto disponibilizou mais minerais para aveia resultando em maior desenvolvimento da planta, expresso pela maior massa verde e seca, bem como, a estratégia de melhoria física na semeadura, o SPD11, quando comparado ao SPD7, no entanto, o CM foi o que apresentou as maiores

concentrações e massa seca da parte aérea das plantas.

## **PALAVRAS CHAVE**

correção da acidez; manutenção da cobertura; melhoria física.

## **INTRODUÇÃO**

A utilização de aveia (*Avena spp.*) como cobertura do solo manejado em sistema plantio direto (SPD) vem sendo muito empregada no sul do Brasil, contudo impedimentos físicos e químicos do solo limitam o desenvolvimento do sistema radicular.

Esse sistema de manejo proporciona vários benefícios ao solo e ao meio ambiente, mas após alguns anos de uso, agricultores e técnicos de campo vem encontrando problemas oriundos da compactação do solo, que tem como contribuidores o tráfego de máquinas agrícolas, considerado como a principal fonte de compactação do solo (Horn & Fleige, 2003), a errônea pressão de insuflação dos pneus e a falta de rotação cultural. No Brasil há poucas técnicas para a solução dos problemas gerados pela compactação do solo. Conforme Muller et al. (2001) e Abreu et al. (2004) o controle da compactação superficial pode ser realizado por métodos culturais, já Hamilton-Manns et al. (2002) ressalta a necessidade de mobilização mecânica, e nessa opção há: o emprego de escarificadores e/ou subsoladores. Nesse sentido, há um problema, que é a redução da palhada na superfície do solo pelo uso desses implementos, pois conforme estudos de Santos et al. (2014) em Nitossolo Vermelho, o subsolador incorpora 1/3 da palhada superficial, indo contra um dos princípios do SPD que é a manutenção dessa cobertura.

A manutenção da palhada sobre o solo é importante para a proteção do solo, e posteriormente sua decomposição irá disponibilizar nutrientes para o meio, ciclando e disponibilizando-os para as culturas.

Dentre as limitações de desenvolvimento de plantas há os relacionados com a química do solo, em especial a deficiência de Ca e a toxidez por Al, cujas consequências se manifestam pelo estresse nutricional e hídrico nas plantas (Ritchey et al., 1980). Uma das alternativas para correção do solo é a aplicação de calcário finamente moído na linha de semeadura da soja, comercialmente chamado de *Filler*, testada por Pöttker et al., (1995), definindo esta como uma alternativa viável para a calagem em SPD que visa o não revolvimento.

Para a correção do solo há calcários agrícolas oriundos de diferentes formações geológicas. Os calcários de xisto da Formação Irati são rochas sedimentares que além de atuarem como corretivos de acidez podem fornecer macro e micronutrientes de interesse agrícola. As camadas desta formação ocorrem nas bordas da Bacia do Paraná, abrangendo os estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além do Paraguai e Argentina (Araújo et al., 2000).

Em função de sua diversidade química, constitui-se em matéria-prima com vários nutrientes, especialmente dos macronutrientes secundários Ca (10,8%), Mg (6,7%), S (1,94%), e ainda de Si (15,6%), B, Cu, Fe, Mn, Se e Zn. O calcário de xisto possibilita a correção do pH do solo com efeito equivalente ao calcário dolomítico de efeito rápido (EMBRAPA, 2010).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a combinação de estratégias de melhoria física e química na semeadura sobre o desenvolvimento da aveia branca em

Nitossolo Vermelho sob sistema plantio direto.

## **METODOLOGIA**

### **Local**

O experimento foi instalado em outubro de 2012 na área agrícola de pesquisa do IFRS – Câmpus Sertão, delimitado pelas coordenadas 28°03'18''S e longitude 52°14'53''W, apresentando 670m de altitude, em solo classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006) ou Oxisol Udic (Soil Taxonomy, 2013). Como cultura em estudo, foi semeada aveia branca (*Avena sativa* L.), que foi antecedida pelo milho (*Zea mays*).

### **Tratamentos**

Os tratamentos no campo foram distribuídos em blocos ao acaso com esquema bifatorial (3x2), com 8 blocos, possuindo como fator principal o manejo mecânico, e secundário o manejo químico. Os manejos mecânicos empregados foram: o SPD7 – Sistema de Plantio Direto com sulcador da semeadora atuando a 0.07 m de profundidade, como testemunha, e a 0.11 m como SPD11, esse como estratégia de melhoria física e manutenção do SPD; e CM – cultivo mínimo realizado com um subsolador, como estratégia de melhoria física adotado pelos agricultores, porém contra os ideais do SPD. O implemento empregado no CM era equipado de disco de corte de palha e rolo nivelador, sendo que a profundidade de trabalho foi de 0.25 m. A operação de subsolagem foi realizada no dia 31 de agosto de 2012, sendo que no CM o sulcador da semeadora foi regulado para atuar a 0.07 m de profundidade. Como tratamento secundário o manejo químico, sendo que seus tipos de manejo foram a adição na linha de semeadura de calcário de xisto e o calcário dolomítico.

### **Máquinas e implementos utilizados para implantação dos tratamentos**

Os implementos utilizados foram uma semeadora adubadora múltipla marca Semeato®, modelo SHM 15/17 com 7 linhas de verão, chassi pivotado e sulcador de fertilizante do tipo guilhotina, sendo que o dosador de fertilizante foi rosca helicoidal por transbordo, comercialmente chamado Fertisystem®.

A aplicação do calcário foi realizada na linha de semeadura, para tal foi misturado e homogeneizado com o fertilizante NPK. Anteriormente foi realizada uma análise da fertilidade do solo, e após, calculada a dose para colher a média da região, que resultou em uma dose 450 kg.ha<sup>-1</sup> de NPK, e a dose máxima recomendada pelo Manual de Adubação e Calagem do Rio Grande do Sul (Comissão..., 2004) de 400 kg.ha<sup>-1</sup> de calcário na linha de semeadura.

### **Parâmetros avaliadores**

Para quantificar, qualificar e comparar o efeito dos calcários no solo, após 11 meses da implantação, foram mensuradas a massa seca e verde de planta, e concentração de minerais da planta. Para tal foram extraídas plantas em uma área de 0.5 m<sup>2</sup>, no florescimento da cultura, sendo que altura média de corte foi de 0.05 m do solo, coletadas de forma aleatória em cada sub parcela. Em seguida foram pesadas, colocadas em estufa de ventilação forçada para secagem a uma temperatura média de 65°C, até atingirem massa constante, após se pesou novamente para se avaliar a massa seca. Posteriormente, as amostras foram enviadas para análise da concentração química de cinzas dos nutrientes pelo método de Digestão: 3N HCl e N total pelo Método de combustão. As concentrações de fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio da parte aérea das plantas foram determinadas de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997).

Os acúmulos de macro e micronutrientes foram obtidos por meio da multiplicação da produção de biomassa seca pelas concentrações dos nutrientes determinados na parte aérea das plantas da aveia.

### Análise estatística

A análise estatística constou de teste de normalidade, análise de variância e teste de comparação de médias através do teste Tukey ( $P < 0,01$  e  $0,05$ ) realizada pelo software Assistat 7.7 (Silva & Azevedo, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores de massa verde (MV) e massa seca (MS), e concentração de minerais da aveia branca submetida a diferentes manejos físicos e químicos de solo. O manejo físico de solo que mais se destacou na MV e MS foi o Cultivo Mínimo (CM) seguido do SPD11 e SPD7. No quesito manejo químico, foi o calcário de xisto. Os manejos não tiveram interação, demonstrando que as estratégias de melhoria física e químicas geraram diferenças individuais apenas.

Tabela 1. Produção de Massa verde (MV) e seca (MS), concentração de minerais da aveia branca, submetida a diferentes manejos mecânicos e químicos em Nitossolo Vermelho.

Manejo	MV	MS	N	Ca	Mg	Mn	Cu	Z
Mecânico (MM)	----Mg.ha <sup>-1</sup> --		-----g.kg <sup>-1</sup> -----			-----mg.kg <sup>-1</sup> -----		
SPD7 <sup>2</sup>	16.77 c <sup>1</sup>	3.19b	61.86 b	8.20 b	4.27 b	69.98 b	1.33 b	5.23 b
SPD11	21.78 b	4.03 b	75.76 b	10.69 b	5.27 b	81.84 b	1.82 b	7.23 ab
CM	27.05 a	5.23 a	110.86 a	14.01 a	6.86 a	166.62 a	2.95 a	9.01 a
Manejo Químico (MQ)								
Dolomítico	19.61 b	3.69 b	71.60 b	9.93 b	4.91 b	94.94 a	1.77 b	6.22 b
Xisto	24.12 a	4.61 a	94.06 a	12.00 a	6.03 a	117.36 a	2.30 a	8.10 a
Fator F								
MM	**	**	**	**	**	**	**	**
MQ	**	**	**	*	*	ns	*	*
MM X MQ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20.27	24.18	30.06	26.69	26.45	44.57	36.4	41.35

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ); \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); ns- não significativo ( $p \geq .05$ );

<sup>2</sup> SPD7 – plantio direto com sulcador atuando a 0,07 m de profundidade; e CM – cultivo mínimo; CV – coeficiente de variação; N – nitrogênio, Ca – cálcio, Mg – magnésio, Mn – manganês, Cu – cobre e Z – zinco.

Os manejos mecânicos geraram diferença em todos os parâmetros avaliados, demonstrando efeito das estratégias de redução da compactação, e, apontando maior desenvolvimento de plantas. Segundo Colares et al., (2008) o crescimento da parte aérea está associada às restrições ao acesso à água e nutrientes, causado pela compactação do solo, assim sendo, tais estratégias conseguiram reduzir tais efeitos.

Em relação à estratégia de melhoria química, o calcário de Xisto, apresentou os melhores resultados, tanto na MV e MS, como na concentração de nitrogênio, cálcio, magnésio, manganês, cobre e zinco, demonstrando seu efeito corretivo da acidez do solo, bem como, na capacidade de fornecimento de tais minerais. Ação desse tipo de calcário foi constatado por Assmann et al., (1999), os quais encontraram aumento nos valores de pH similares aos verificados para o calcário comercial, assim, concluindo que

os benefícios do calcário de xisto estão intimamente relacionados com seus componentes citados anteriormente, que auxiliaram na produção de MV e MS.

A MS encontrada aqui está próxima aos resultados encontrado por Calegari(1990), porém, com aveia preta no sul do Paraná, que relatou amplitude de 4.7 a 7.3 t ha<sup>-1</sup>.

No parâmetro nitrogênio, o calcário de xisto teve 94.06 g.kg<sup>-1</sup> contra 71.6g.kg<sup>-1</sup> do dolomítico, isto pode ocorrer provavelmente porque outros nutrientes foram supridos de forma mais adequada, acumulando mais N na parte aérea em relação ao calcário dolomítico. No manejo mecânico, a maior concentração de N foi no CM, que apresentou 110.86 g.kg<sup>-1</sup>, seguido do SPD 11 com 75.76 g.kg<sup>-1</sup> e o SPD7 com 61.86 g.kg<sup>-1</sup>. Segundo Borkert et al. (2003) o N é o segundo nutriente de maior quantidade na massa após o K, tendo encontrado uma amplitude média de 59 a 224 kg ha<sup>-1</sup>. Isso significa que parte da dose de N aplicada na cultura do milho foi disponibilizada para a cultura da aveia-branca, pois, de acordo com Spain e Salinas (1985), cerca de 70% de N, poderá ser disponibilizada para a cultura seguinte, desta forma a reciclagem de N por meio da sucessão de cultivo possibilita uma dinâmica desse nutriente em frações e formas orgânicas mais facilmente decomponíveis.

No parâmetro cálcio (Ca) e magnésio (Mg), o CM segue a tendência de apresentar as maiores concentrações de Ca, com 14.01 g.kg<sup>-1</sup> e 6.83 g.kg<sup>-1</sup> de Mg, contra 10.83 g.kg<sup>-1</sup> de Ca e 5.27 g.kg<sup>-1</sup> de Mg do SPD11, e no SPD7 8.20 g.kg<sup>-1</sup> de Ca e 4.17 g.kg<sup>-1</sup> de Mg, isso se deve ao fato de que no CM gerou um ambiente físico melhor para o desenvolvimento da aveia, conseqüentemente, maior expansão radicular e com isso, maior extração de nutrientes do solo. O calcário de xisto apresentou maior concentração de Ca e Mg, respectivamente com 12.0 g.kg<sup>-1</sup> e 6.0 g.kg<sup>-1</sup> contra 9.93 g.kg<sup>-1</sup> de Ca e 4.92 g.kg<sup>-1</sup> de Mg do calcário dolomítico. Tais concentrações podem ter sido responsáveis pelo incremento da produção de MV e MS. Tal fato também foi encontrado por Almeida et al., (2005), que verificaram que o comportamento do cálcio e do magnésio é variável conforme o sistema de manejo do solo, bem como, do tipo de solo, da sequência de culturas, do clima e das diferenças na mobilidade intrínseca de cada elemento no solo.

De acordo com Borkert et al., (2003), a aveia é uma planta eficiente na reciclagem de nutrientes, isto em função de possuir um sistema radicular profundo, característica evidenciada na produção da MV e MS no CM e no manejo químico com calcário de xisto.

## **CONCLUSÃO**

O calcário de xisto, quando comparado com o calcário dolomítico gerou maiores concentrações de nitrogênio, cálcio, magnésio, manganês, cobre e zinco na aveia que resultou no aumento da massa verde e seca de planta.

O aumento da profundidade do sulcador na semeadura gerou um ambiente físico melhor, que repercute na maior produção de massa verde e seca e maior extração de nutrientes do solo quando comparado ao sistema plantio direto com sulcador mais raso.

A subsolagem promoveu as melhores condições de desenvolvimento de planta do que o solo sob sistema plantio direto, apontando maior concentração de minerais e produção de biomassa.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - Câmpus Sertão pela cedência da área e insumos, e ao Projeto Xisto Agrícola (cooperação Embrapa Clima Temperado-FAPEG-Petrobras) pela concessão de bolsa e suporte financeiro do estudo.

## REFERENCIAS

- Abreu, S.L.; Reichert, J.M.; Reinert, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 519-531, 2004
- Almeida, J.A. De; Bertol, I.; Leite, D.; Amaral, A.J. Do Zoldan Júnior, W. A. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 437-445, 2005.
- Amado, T.J.C., Mielniczuk, J.; Aita, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura no solo, sob sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 241-248, 2002.
- Araújo, L.M.; Trigüis, J.A.; Cerqueira, J.R.; Freitas, C.S. (2000). The atypical Permian petroleum system of the Paraná Basin, Brazil. In: M.R. Mello e B.J. Kats (eds.), *Petroleum system of South Atlantic margins*. AAPG Memoir, vol73, p.377-402, 2000.
- Assmann, T.S.; Prevedello, B.M.S.; Reissmann, G.B.; Ribeiro, Jr, P.J. Potencial de Suprimento de Micronutrientes de Oriundo da Minério de Folhelho Piro betuminoso da Formação de Irati-Pr. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23: 963-969, 1999.
- Borkert, C.M.; Gaudêncio, C.A.; Pereira, J.E.; Pereira, L.R.; Oliveira Junior, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 143-153, 2003.
- Calegari, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1990. 37 p. (Boletim Técnico, 35)
- Collares, G.L.; Reinert, D.J.; Reichert, J.M.; Kaiser, D.R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 933-942, 2008.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, 2006, 412p.
- EMBRAPA. Xisto Agrícola Tecnologia brasileira. Acessado em 18 de setembro de 2013 <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32582/1/Lentes.de.calcario.de.xisto.pdf>>. EMBRAPAp.2, 2010.
- Hamilton-Manns, M.; Ross, C. W.; Horne, D.J.; Baker, C.J. Subsoil loosening does little to enhance the transition to no-tillage on a structurally degraded soil. *Soil & Tillage Research*, 68:109-119, 2002.
- Horn, R.; Fleige, H.A. method for assessing the impact of load on mechanical stability and on physical properties of soils. *Soil & Tillage Research*, 73: 89-99, 2003.
- Teixeira, C.M.; Carvalho, G.; Silva, C.A.; Andrade, M.J.B.; Pereira, J.M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de porco sob cultivo de feijão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 497-505, 2010.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potáfos, 1997. 319p.
- Muller, M.M.L.; Ceccon, G.; Rosolem, C.A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 25: 531- 538, 2001.
- Ritchey, K.D.; Souza, K.M.G.; Lobato, E.; Correa, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. *Agronomy Journal*, 72: 40-44, 1980.
- Pöttker, D.; Dernardin, J.E.; Ben, J.R.; Kochhann, R.A. Efeito da aplicação de calcário sobre pastagem natural no rendimento de grãos de soja e de trigo cultivados no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. Anais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.1111-1113./
- Santos, C.C. dos, Rosa, D.P. da, Pagnussat, L., Pesini, F., Fincatto, D. Subsolador com disco de corte de palha x subsolador convencional: Manutenção de palha e condição física de um solo sob plantio direto. *Revista de Agronomia e Veterinária IDEAU*, 1: 25-36, 2014.
- Spain, J.M.; Salinas, J.G.A. reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1985, Ilhéus. Anais... Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1985. p. 259-299.
- Silva, F. De A.S.; Azevedo, C.A.V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. Anais... In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.