

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

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E
ESTABELECIMENTO DO CONSÓRCIO AVEIA-
PRETA E AZEVÉM SOB FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE
NITROGÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Vinícius dos Santos Cunha

Santa Maria, RS, Brasil

2014

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E
ESTABELECIMENTO DO CONSÓRCIO AVEIA-PRETA E
AZEVÉM SOB FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

Vinícius dos Santos Cunha

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. Dr. Thomas Newton Martin

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

**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

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO
DO CONSÓRCIO AVEIA-PRETA E AZEVÉM SOB FIXAÇÃO
BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA**

Elaborado por

Vinícius dos Santos Cunha

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Thomas Newton Martin
(Presidente/orientador)

Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes (UFSM)

Prof. Dr. Celso Silva Gonçalves (IFF)

Santa Maria, 28 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que é quem nos permite ter força para enfrentar cada desafio, nos dando saúde, paz e guiando-nos no melhor caminho.

Aos meus pais, Carla Cristina Corrêa dos Santos e José Mauro Manzoni Cunha, pelo apoio nos momentos mais delicados, pelos conselhos nos momentos de incerteza, pelos gestos de conforto nos momentos de tristeza e principalmente por entender a necessidade de ter distante de si o seu único filho.

As minhas duas avós, Célia Corrêa dos Santos e Erondida Manzoni Cunha, por me esperarem sempre com um caloroso e saudoso abraço, nos breves momentos de folga em que me fiz presente em suas casas.

Ao professor Thomas, não somente pela orientação, apoio e dedicação prestada nesses dois anos, mas também por ter me acolhido no início do trabalho e acreditado em mim, sendo que até aquele momento éramos estranhos um para o outro.

Ao meu, antes companheiro de trabalho e hoje, amigo de fé Marcos da Silva Brum, com quem dividi a quase totalidade dos dias de trabalho, e que de certa forma foi também meu orientador.

Ao professor Ubirajara Russi Nunes, pela atenção e paciência prestada sempre que foi solicitado, além da disponibilidade em realizar parte do trabalho fazendo uso da estrutura do Laboratório de Sementes.

A todos os meus amigos, sejam aqueles que guardo desde a adolescência ou até mesmo aqueles que fiz recentemente, pois sem os momentos de descontração ou sem a ajuda dos mesmos em determinados momentos, o trabalho se tornaria ainda mais complicado.

A todos os membros do Grupo de Pesquisa em Manejo de Grandes Culturas de Coxilha, aos que hoje fazem parte do grupo, mas também aos que por ele passaram e muito contribuíram no meu trabalho e em tantos outros.

Ao meu eterno orientador Vilebaldo Silveira dos Santos, que me ensinou o valor da amizade, do respeito, da honestidade, da humildade e da sinceridade. Tenho a certeza que mesmo lá de cima, ele segue ao meu lado.

“Sigo o caminho que o meu velho me mostrou, trabalho duro, nunca fiz mal a ninguém. Já fiz de tudo nessa vida e sem receios, não faço rodeios quando o assunto não convém.”

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E ESTABELECIMENTO DO CONSÓRCIO AVEIA-PRETA E AZEVÉM SOB FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Autor: Vinícius dos Santos Cunha

Orientador: Thomas Newton Martin

Data: Santa Maria, 28 de fevereiro de 2014.

No Sul do Brasil o consórcio aveia-preta e azevém é o mais utilizado no período hibernar, em sistema de integração lavoura-pecuária. Um dos entraves nesse sistema refere-se ao período de vazio forrageiro, quando existe déficit de forragem para os animais. A duração desse período deve ser mais curta possível, para que o pastejo dos animais seja antecipado. Como alternativa para encurtar o vazio forrageiro, tem-se o uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, microrganismo com potencial de fixação de nitrogênio. Diante disso, desenvolveu-se o estudo com objetivo de avaliar o desempenho inicial do consórcio aveia-preta e azevém sob inoculação dessa bactéria. O trabalho consistiu de dois experimentos. O primeiro intitulado “Influência do tratamento químico e inoculação com *Azospirillum brasilense* sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia preta e azevém”, teve por objetivo avaliar o efeito da inoculação associada ao tratamento químico de sementes no desempenho fisiológico das sementes do consórcio, em 2012 e 2013. O segundo, intitulado “Estabelecimento inicial de plantas do consórcio aveia-preta e azevém, sob inoculação com *Azospirillum brasilense*, em sistema de integração lavoura-pecuária” que objetivou avaliar o efeito da inoculação no crescimento inicial das plantas do consórcio no campo. A inoculação mostrou resultados satisfatórios sobre algumas características das espécies do consórcio, como o acúmulo de matéria seca em plântulas de aveia-preta em 2012, e nos dois anos em azevém. No campo, a inoculação proporcionou maior número de folhas e de afilhos das duas espécies, enquanto a altura de plantas só foi evidenciada em resteva de milho.

Palavras-chave: *Avena sativa*, *Lolium multiflorum*, *Azospirillum brasilense*, qualidade de sementes, vazio forrageiro.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

CONSORTIUM ESTABLISHMENT OF OATS AND RYE-BLACK UNDER BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION IN SYSTEM INTEGRATION CROP- LIVESTOCK

Author: Vinícius dos Santos Cunha

Adviser: Thomas Newton Martin

Date: Santa Maria, february 28th, 2013

In southern Brazil the consortium oat and ryegrass is the most used during the winter period in the crop-livestock system. One of the barriers in this system refers to the waiting period forage when there is shortage of fodder for livestock. The duration of this period should be as short as possible, so that the grazing of animals is anticipated. Alternatively to shorten the forage empty, has the use of the bacterium *Azospirillum brasilense*, microorganism with potential for nitrogen fixation. Therefore, the study was developed to evaluate the initial performance of the oat and ryegrass under consortium inoculation of the bacteria. The study consisted of two experiments. The first entitled "Influence of chemical treatment and inoculation with *Azospirillum brasilense* on the physiological quality of seeds of oat and ryegrass", aimed to evaluate the effect of inoculation associated with chemical seed treatment on seed physiological performance of the consortium in 2012 and 2013. The second, entitled "Initial establishment of plants consortium oat and ryegrass under inoculation with *Azospirillum brasilense*, in integrated crop-livestock system" aimed to evaluate the effect of inoculation on the growth of plants of the consortium in the field. The inoculation showed satisfactory results on some characteristics of species of the consortium, as the accumulation of dry matter in oat seedlings in 2012, and for two years in ryegrass. In the field, inoculation provided greater number of leaves and tillers of both species, while plant height was only stimulated in corn stubble.

Index terms: *Avena sativa*, *Lolium multiflorum*, *Azospirillum brasilense*, quality seed, forage empty.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1 - Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para germinação (G), massa seca total (MST, g), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g) para aveia-preta no ano de 2012.....34
- Tabela 2 - Média do número de sementes germinadas na primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm) e comprimento total (CT, cm), sob inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS), para aveia-preta no ano de 2012.35
- Tabela 3 - Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para o número de sementes germinadas na primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de raiz (CR, cm), comprimento total (CT, cm) e emergência em canteiro (EC, %), para aveia-preta no ano de 201336
- Tabela 4 - Médias para o número de sementes germinadas em massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), massa seca total (MST, g) e comprimento de parte aérea (CPA, g), sob inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS), na aveia-preta em 2013.37
- Tabela 5 - Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes comprimento de raiz (CR, cm) e comprimento total (CT, cm), para azevém no ano de 2012.....38
- Tabela 6 - Médias para o efeito principal da inoculação com *Azospirillum brasilense* e do tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de parte aérea (CPA, cm), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g) e massa seca total (MST, g), para azevém no ano de 2012.39

Tabela 7 - Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes de primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm), comprimento total (CT, cm) e emergência em canteiro (EC, %), para azevém no ano de 2013..... 40

Tabela 8 - Médias para o efeito principal da inoculação com *Azospirillum brasilense* e do tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes de germinação (G), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), massa seca total (MST, g), para azevém no ano de 2013. 41

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Efeito principal da inoculação com *Azospirillum brasilense* e da aplicação de nitrogênio para a variável número de plantas m² de aveia-preta e azevém aos 45 dias após semeadura. 58

Tabela 2 - Comparação das médias dos efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense* e do pastejo realizado em 2012 sobre altura de planta, número de folhas e número de afilhos de aveia-preta e azevém cultivados sob resteva de milho e de soja. 65

Tabela 3 - Comparação de médias dos efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense*, do pastejo realizado em 2012 e da aplicação de nitrogênio sobre altura de planta, número de folhas e número de afilhos de aveia-preta e azevém cultivados sob resteva de milho e de soja..... 67

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO III

Figura 1 - Número de plantas m^{-2} de aveia-preta ($NP = -82,77098153+9,93729764*DAS$, $r^2 = 0,87$, $p > 0,05$) e azevém ($NP = -24,51410118+2,7975453*DAS$, $r^2 = 0,93$, $p < 0,05$) nas avaliações feitas aos 12, 17, 24, 32 e 39 dias após a semeadura. Santa Maria – RS, 2012.....57

Figura 2 - Interação entre número de dias após a semeadura (45, 55, 62 e 71) e aplicação de 50 kg $há^{-1}$ de nitrogênio para altura de plantas ($AP = 18,42116899+0,04884806*DAS$; $r^2 = 0,80$; $p > 0,05$), número de folhas ($NF = -7,82442791+0,37062326*DAS$; $r^2=0,96$; $p > 0,05$) e número de afilhos de aveia-preta ($NA = -1,70284031+0,10378915*DAS$; $r^2 = 0,96$; $p > 0,05$) e número de folhas ($NF = -3,97157209+0,21471008*DAS$; $r^2 = 0,98$; $p > 0,05$) e número de afilhos de azevém ($NA = -0,33562171+0,05084031*DAS$; $r^2 = 0,94$; $p > 0,05$). Efeito de dias após a semeadura, sem nitrogênio, para altura de plantas ($Y = 21,31$), número de folhas ($NF = 6,57782326+0,11421395*DAS$; $r^2 = 0,83$; $p > 0,05$) e número de afilhos de aveia-preta ($NA = 4,35$) e número de folhas ($NF = 8,88$) e número de afilhos de azevém ($NF = 2,76$). Média para altura de plantas de Azevém ($AP = 8,80$) no decorrer das avaliações feitas aos 45, 55, 62 e 71 dias após a semeadura. Obs: retas com pontos em losango se referem ao tratamento com aplicação de 50 $kh\ há^{-1}$ de nitrogênio e retas com pontos quadrados se referem a tratamentos sem aplicação de nitrogênio. Santa Maria – RS, 2012. 60

Figura 3 - Interação entre inoculação e sistema de pastejo empregado no ano anterior sobre o número de plantas m^{-2} de Aveia-preta, no decorrer dos dias após a semeadura, sob resteva de milho. PC x IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas inoculadas ($NP = -122,66176804+71,1405505*DAS-4,24142724*DAS^2+0,07906868*DAS^3$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$); PC X N IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas não inoculadas ($NP = -2,24574313+34,16805238*DAS-0,80240002*DAS^2$; $r^2 = 0,96$; $p > 0,05$); SP x IN; interação dos tratamentos sem pastejo com plantas inoculadas ($NP = -75,20482403+42,772192*DAS-1,0332303*DAS^2$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$); SP x N IN: interação dos tratamento sem pastejo com plantas não inoculadas ($NP = 7,70536821+28,38710697*DAS-0,68281067*DAS^2$; $r^2 = 0,94$; $p > 0,05$). Santa Maria – RS, 2013. 61

Figura 4 - Interação entre inoculação e sistema de pastejo empregado no ano anterior sobre o número de plantas m⁻² de Azevém, no decorrer dos dias após a semeadura, sob resteva de milho. PC x IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas inoculadas (NP = -334,74044151+95,87968939*DAS-5,34429118*DAS²+0,09292753*DAS³; r² = 0,99; p > 0,05); PC X N IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas não inoculadas (NP = -149,91341766+42,49009081*DAS-1,03907449*DAS²; r² = 0,98; p > 0,05); SP x IN: interação dos tratamentos sem pastejo com plantas inoculadas (NP = -154,97048602+40,10755924*DAS-0,99370408*DAS²; r² = 0,99; p > 0,05); SP x N IN: interação dos tratamento sem pastejo com plantas não inoculadas (NP = 36,96446012-12,83108314*DAS+2,15519121*DAS²-0,05470171*DAS³; r² = 0,99; p > 0,05). Santa Maria – RS, 2013. Santa Maria, RS – 2013..... 62

Figura 5 - Interação da inoculação em função dos dias após a semeadura sobre o número de plantas m⁻² de Aveia-preta, sob resteva de soja. Inoculado: NP = -83,03848339+65,87798848*DAS-3,9114974*DAS²+0,07251892*DAS³; r² = 0,99; p > 0,05; Não inoculado: NP = -23,49220329+31,91701587*DAS-0,71986222*DAS²; r² = 0,98; p > 0,05. Santa Maria, RS – 2013..... 63

Figura 6 - Interação da inoculação em função dos dias após a semeadura sobre o número de plantas m⁻² de azevém, sob resteva de soja. Inoculado: NP = -186,83336951+54,16968112*DAS-2,28940173*DAS²+0,03109339*DAS³ r² = 0,99; p > 0,05; Não inoculado: NP = -99,41091289+28,32843835*DAS-0,66915176*DAS² r² = 0,99; p > 0,05. Santa Maria, RS – 2013..... 64

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA	11
Região Sul do Rio Grande do Sul.....	11
Sistema de Integração Lavoura-pecuária.....	13
Microrganismos Fixadores de Nitrogênio no Sistema de Integração Lavoura-pecuária.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPITULO II: INFLUENCIA DO TRATAMENTO QUÍMICO E INOCULAÇÃO COM <i>Azospirillum brasilense</i> SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA E AZEVÉM	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
Aveia-preta ano 1:	33
Aveia-preta ano 2:	35
Azevém ano 1:	37
Azevém ano 2:	39
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
APÊNDICES	48
CAPITULO III: ESTABELECIMENTO INICIAL DE PLANTAS DO CONSÓRCIO AVEIA-PRETA E AZEVÉM, SOB INOCULAÇÃO COM <i>Azospirillum brasilense</i>, EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA	50
RESUMO	50
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO.....	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
APÊNDICES	73

CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA

Região Sul do Rio Grande do Sul

A região sul do estado do Rio Grande do Sul é composta por inúmeros municípios, sendo os mais importantes Santa Maria (Depressão Central), Rio Grande (Planície Costeira), Pelotas (Planície Costeira) e Uruguaiana (Fronteira Oeste). Em termos gerais, a maioria das regiões produtoras da região sul gaúcha estão localizadas sobre solos com relevo menos acidentado do que os que ocorrem na região norte do estado. A região norte do estado tem predomínio de relevos mais acidentados, sendo que em algumas regiões a declividade acentuada dificulta a utilização de máquinas, favorecendo a escolha, por parte dos produtores, por cultivos perenes (STRECK et al., 2002).

Segundo a classificação climática proposta por Maluf (2000), a temperatura média anual nos municípios do norte são menores que as encontradas nos municípios do sul. A ocorrência de geada e até mesmo de neve é um dos condicionantes que determinam os cultivos a serem explorados em ambas as regiões, e esta acontece em menor frequência na região sul.

Diferenças quanto a disponibilidade de radiação entre as regiões também foram constadas por autores como Cargnelutti Filho et al. (2004). Nesse estudo os autores constaram aumento da disponibilidade de radiação nos períodos mais quentes do ano no sentido norte-sul, e diminuição da mesma nos períodos mais frios, no mesmo sentido. A área ocupada pela região sul é significativamente maior que a área ocupada pela região norte. Isto faz com que dentro da região sul também existam diferenças entre as localidades. O município de Santa Maria, localizado mais ao centro do estado, tem a menor disponibilidade de radiação solar global, quando comparado a municípios como Uruguaiana e Bagé localizados mais ao sul do estado (CARGNELUTTI FILHO et al., 2007). Este fato se reflete na resposta das culturas, pois estas dependem diretamente da radiação solar para expressar seu máximo potencial produtivo (FERREIRA JUNIOR et al., 2012; STEINMETZ et al., 2013). Em vistas da maior disponibilidade de radiação, a tendência é de melhores índices produtivos dos cultivos no município de Uruguaiana. Porém, diferenças quanto ao tipo de solo podem ser o fator limitante.

No Rio Grande do Sul, de modo geral, as precipitações se apresentam de forma equilibrada, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano (CERA & FERRAZ, 2011). Porém, existem diferenças entre as regiões do estado, sendo que o regime de chuvas aumenta do sul em sentido ao norte, atingindo valores superiores a 1500 mm na metade norte, e inferiores a isto na metade sul (FONTANA & ALMEIDA, 2002). Cera et al. (2009) avaliando 3 séries históricas de precipitação no estado, classificaram de modo distinto as regiões do estado. Nesse estudo se constatou que ao longo do tempo o regime de chuvas no estado alterou-se. No verão, período de alta demanda hídrica para os principais cultivos anuais no estado, a região sul passou de um regime muito seco para um regime seco. No outono a região sul do estado passou de um regime de chuvas normal para um regime seco. Na estação do inverno também houve modificações nos períodos mais atuais. Regiões localizadas tanto ao norte como ao sul do estado, tiveram seu regime de chuvas modificado de normal para seco. Na primavera a região sul apresentou valores normais, sendo estes mais intensos nos últimos períodos.

Tomando como base a cidade de Santa Maria, o município tem temperatura considerada baixa, quando em comparação a outros municípios brasileiros (STRECK et al., 2011). A média de temperatura mais alta acontece no mês de janeiro, com normal de 24,7 ° C, enquanto que a média mais baixa, de 13,8 ° C, se dá nos meses entre junho e julho. O verão é quente, em virtude das altas temperaturas do ar, principalmente nos meses de dezembro a fevereiro e da ocorrência de vento norte. Quanto ao inverno, este é considerado ameno, mesmo que esteja sujeito a períodos de frio mais intenso, que se concentram nos meses de junho a agosto. Quanto à disponibilidade de radiação em Santa Maria, como já citado, é umas das menores do estado do Rio Grande do Sul, uma vez que a presença de nevoeiro e nebulosidade são maiores que em outros locais (BURIOL et al., 2012).

A ocorrência de chuvas no município é bem distribuída ao longo do ano, sendo que as maiores precipitações acontecem nos meses de setembro e outubro (SILVA et al., 2007). Em virtude de a precipitação estar bem distribuída ao longo do ano e da variação de temperatura, a umidade relativa do ar é alta durante todo o ano. A ocorrência de ventos no município é comum ao longo do ano, principalmente o vento norte, que é seco e o que atinge as maiores velocidades e ocorre em qualquer época do ano. Em relação à velocidade e a temperatura desse vento, em Santa Maria são maiores que nos demais municípios. A ocorrência de ventos, bem como sua velocidade, diminui a umidade relativa do ar, tornando o ar mais seco e aumentando a perda de água para a atmosfera, diminuindo sua disponibilidade as plantas (HELDWEIN et al., 2003). Quanto à restrição ou deficiência hídrica, a cidade é afetada

anualmente por períodos de seca, porém de forma aleatória e intensidade moderada, em sua maioria (STRECK et al., 2009). Na média histórica períodos longos de deficiência hídrica foram observados apenas nos anos agrícolas de 1944/1945 e 1967/1968, quando a deficiência alcançou 427 e 221 mm, respectivamente (HELDWEIN et al., 2009).

Esses fatores climáticos são os que mais interferem no potencial produtivo dos cultivos em Santa Maria. A disponibilidade de radiação, um dos fatores mais importantes para expressar o máximo potencial produtivo das plantas (FREITAS et al., 2001), é suprimido no município em virtude na nebulosidade presente por longos períodos. Apesar do clima úmido e de chuvas bem distribuídas, as elevadas temperaturas no verão podem indicar perdas de água por evaporação, diminuindo a disponibilidade de água para as plantas, que é outro fator indispensável às mesmas (ALI & TALUKDER, 2008).

Sistema de Integração Lavoura-pecuária

O termo “integração lavoura-pecuária” refere-se á exploração de lavouras produtoras de grãos e a criação de animais com interesse zootécnico, dentro da mesma área, variando apenas a estação do ano (MACEDO, 2009). Um dos problemas encontrados nesse sistema é o chamado Vazio Forrageiro, período em que há escassez de forragem disponível para alimentação animal. Este período está compreendido entre a colheita da cultura produtora de grãos e o pleno estabelecimento da forrageira (MIGLIORINI et al., 2010). A utilização do sistema de integração lavoura-pecuária vem ganhando espaço em grande parte do território nacional (BALBINOT JUNIOR et al., 2009), bem como na região em estudo.

Um dos alicerces do sistema de integração lavoura-pecuária é a necessidade, de certa forma, da utilização do plantio direto e da rotação de culturas. Com a utilização dessas práticas como premissa dentro do sistema, já se observa benefícios tanto para o solo, como para o meio-ambiente em geral. Os benefícios do sistema são evidenciados quando em contraponto a sistemas de cultivo onde se faz uso de monocultura, em que culturas produtoras de grãos são cultivadas no verão e no restante do ano agrícola a área fica em pousio, estando suscetível a perdas de solo por erosão, por exemplo, ou sucessões contínuas de culturas. Diversos autores vêm estudando o efeito desse sistema em diferentes fatores, tais como: física do solo (BELL et al., 2009; COLLARES et al., 2011), química do solo (MARCHÃO et al., 2009; FRANZLUEBBERS et al., 2013), fauna do solo (ACOSTA-MARTÍNEZ et al., 2010; DAVINIC et al., 2013), plantas daninhas (IKEDA et al., 2007), doenças (GORGEN et al.,

2010), impacto ambiental (GALHARTE & CRESTANA, 2010), produtividade de grãos (FLORES et al., 2007), dentre outros. Os resultados encontrados mostram positividade no uso do sistema em longo prazo.

A presença de animais em áreas tradicionalmente exploradas com culturas produtoras de grãos é normalmente relacionada a efeitos negativos em atributos físicos do solo. Os supostos atributos estão relacionados à densidade, porosidade, resistência à penetração e infiltração de água. Quando mal manejadas, com taxa de lotação muito alta, áreas pastejadas tendem a ter níveis mais elevados de densidade do solo e microporosidade (COLLARES et al., 2011). Porém, pressões maiores de pastejo não se traduzem, necessariamente, em maiores níveis de compactação. Sistemas de pastejo, quando bem manejados, não apresentam prejuízos para a produção de grãos (SPERA et al., 2010; CARASSAI et al., 2011).

Resultados de pesquisa relatam que o pastejo não atinge níveis capazes de promover degradação do solo, bem como podem apresentar menor densidade do solo que outros sistemas de produção em plantio direto (SPERA et al., 2009). O uso de forrageiras traz reflexos positivos aos atributos físicos do solo. Essas espécies, por possuírem sistema radicular mais robusto, conseguem promover a descompactação de camadas superficiais do solo (CONTE et al., 2011). A cultura da aveia-preta, por exemplo, quando associada ao nabo-forrageiro, é eficiente em aumentar a macroporosidade do solo nas camadas superficiais (0-20 cm) (NICOLOSO et al., 2008)

No cerrado grande parte das áreas em integração lavoura-pecuária são ocupadas por pastagens de Braquiaria. Esta espécie, bem como outras gramíneas de aptidão forrageira, por possuir raízes mais desenvolvidas, tem maior aporte de matéria orgânica. Como consequência, solos ocupados por este tipo de planta são melhores estruturados, em virtude da agregação promovida pelo maior incremento de matéria orgânica (SALTON et al., 2008).

Os benefícios promovidos por espécies forrageiras não se limitam a atributos físicos, tendo reflexos em atributos químicos do solo. A agregação do solo traz consigo benefícios à fertilidade do solo, uma vez que promovem aumento nas concentrações de carbono (C) e nitrogênio (N) (LOSS et al., 2011). Áreas ocupadas por pastagens, além de propiciar índices de manejo de C próximos da vegetação natural, propiciam maior estoque de matéria orgânica no solo. O aumento do teor de matéria orgânica é comum em sistemas que mantêm bons níveis de palhada sobre a superfície do solo, elevando os níveis de elementos pouco móveis no solo, como o fósforo (P), em camadas superficiais (ANGHINONI, 2007).

Os benefícios da matéria orgânica não se limitam a agregação do solo e o aumento dos níveis de elementos químicos no mesmo. Atua sobre parâmetros físicos e químicos, e também

mantém a vida no solo. Propicia aumento da área superficial específica, por meio do aumento da quantidade de materiais coloidais (HEPPER et al., 2006), que traz consigo aumento na capacidade de troca de cátions (CTC) (CIOTTA et al., 2003), resultando em maior capacidade de retenção e disponibilidade de nutrientes (PAVINATO & ROSOLEM, 2008). Também pode complexar substâncias tóxicas para as plantas (SANTOS & RODELLA, 2009), bem como melhorar a porosidade (CUNHA et al., 2010), retenção e infiltração de água no solo (SATO et al., 2012). A matéria orgânica também funciona como fonte de alimento de microrganismos, que fazem a sua decomposição e mineralização (MOREIA & MALAVOLTA, 2004). Contribui também para o aumento da população de macrorganismos no solo, como minhocas e outros organismos benéficos (SILVA et al., 2006).

Em sistemas de monocultura ou sucessão de culturas, a extração dos nutrientes do solo é semelhante ao longo do tempo, uma vez que as espécies cultivadas são as mesmas, havendo uma exportação preferencial para alguns elementos, mantendo outros na área (WENDLING et al., 2007). Com a rotação de culturas em integração lavoura-pecuária a extração dos nutrientes do solo é diferente, em virtude das várias espécies utilizadas (ALMEIDA et al., 2008). Apesar de o sistema trazer benefícios do ponto de vista químico, em virtude do maior aporte de matéria orgânica, o mesmo deve ser manejado com vistas à reposição de nutrientes necessários às plantas.

A ciclagem de nutrientes dentro do sistema é constante, uma vez que a palhada da cultura antecessora se decompõe e libera nutrientes para a cultura sucessora (TEIXEIRA et al., 2011). A adubação feita em culturas de inverno pode maximizar a produção das mesmas e diminuir a necessidade de fertilizar o solo para o cultivo de verão. A aveia-preta é uma cultura que responde positivamente a adubação nitrogenada quanto à produção de matéria seca. Com o aumento das doses desse nutriente ou quando o requerimento frente ao mesmo é atendido na aveia, a ciclagem de P, K, Ca e Mg para a cultura sucessora também aumenta (SANTI et al., 2003). A utilização de outras espécies em consórcio, que não gramíneas, também é interessante sobre o ponto de vista da ciclagem de nutrientes. Áreas com consórcio de aveia-preta e ervilhaca-comum disponibilizam quantidade elevada de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão, diminuindo os custos de produção sem afetar o rendimento da cultura (SILVA et al., 2006). Porém, para que ocorra essa liberação, é necessário que as plantas possam absorver plenamente e acumular nutrientes.

Existem situações em que a fertilização não é feita para as culturas de inverno, sendo somente feita no momento da semeadura e/ou em cobertura nas culturas de verão. Nesse caso, as culturas de inverno se aproveitam da palhada residual deixada sobre o solo, a qual tem

qualidade variável em função da cultura empregada, e da quantidade de nutrientes disponível no solo. Com isso as plantas de cobertura terão crescimento e desenvolvimento mais lento, bem como deixarão o solo com baixos teores dos nutrientes exigidos em grande quantidade, como N, P e K (NAKAGAWA & ROSOLEM, 2005).

As culturas de milho e soja possuem maior expressividade de área em todo território nacional, e pode se fazer um contraponto entre ambas. A extração e acúmulo dos nutrientes por essas espécies, para cada tonelada de grão produzida é diferente. O requerimento de N pela soja está próximo a 50 kg ha^{-1} , para variedades de ciclo longo, enquanto que o milho necessita de aproximadamente de 30 kg ha^{-1} deste nutriente, por tonelada de grão produzida. Porém, no caso da soja a fixação biológica supre quase que totalmente a necessidade de N, enquanto que no milho esse percentual atinge valores baixos (SÁ et al., 2011). Diferenças também ocorrem quanto a ciclagem desse nutriente. Mais da metade da quantidade de nitrogênio presente na parte aérea do milho esta contida nos grãos, o que faz com que a palhada residual do milho seja pobre nesse nutriente (SILVA et al., 2008). Na soja, grande parte do N permanece em outras partes da planta além dos grãos, deixando maior quantidade de nitrogênio para cultivos subsequentes (EMBRAPA, 2005).

Os sistemas de rotação de culturas, seja com pecuária no inverno ou somente com produção de grãos, aumentam os níveis de matéria orgânica no solo, como já descrito. Os benefícios desse aumento são muitos, porém pode trazer consigo alguns prejuízos quando não manejados corretamente. A decomposição dos materiais orgânicos libera íons H^+ no solo, o que eleva os níveis de acidez do mesmo. Santos et al. (2009), apresentando resultados de oito anos de estudos, demonstraram que sistemas envolvendo a produção de grãos e forrageiras, quando não corrigidos quanto ao pH, tendem a apresentar redução do mesmo. Porém, nesse trabalho, os níveis de acidez atingidos não foram suficientes para causar maiores prejuízos às culturas (SANTOS et al., 2009). Porém, a manutenção dos valores de pH na faixa de 5,5-6,0 é imprescindível para que o processo de fixação biológica de N por bactérias simbióticas e/ou associativas ocorra em sua plenitude (BARBRI et al., 2004).

Outros benefícios de sistemas de produção com rotação de cultivos estão relacionados a aspectos fitossanitários. A utilização de diferentes espécies na mesma área contribui para quebrar o ciclo de patógenos causadores de importantes doenças, que afetam a produtividade das plantas, pois influencia na sobrevivência dos mesmos (REIS et al., 2011). Sistemas com rotação de culturas indicam ganhos quanto ao desempenho agrônômico e redução de doenças radiculares da cultura do trigo (SANTOS et al., 2000). Porém, essa prática como ferramenta para a supressão de doenças é mais difícil de ser aplicada. A dificuldade se da em função da

pouca disponibilidade de plantas que possam ser utilizadas nesse sentido e que ao mesmo tempo sejam economicamente viáveis ao produtor.

A modificação das espécies utilizadas também tem influência sobre questões relacionadas a infestações por plantas invasoras, as quais também podem interferir sobre a pressão de doenças. Trabalhos relatam que espécies de plantas daninhas, bem como outras plantas de cobertura, podem servir como hospedeiros alternativos de patógenos que atacam culturas de interesse econômico (MILEO et al., 2006). Além disso, os herbicidas tem ação sobre mecanismos específicos das plantas, que quando paralisados causam a morte das plantas. Porém alguns herbicidas, como difeniléteres podem diminuir a severidade de doenças, por estimular a produção de fitoalexinas (RIZZARDI et al., 2003). Outros trabalhos mostram que áreas com pastagens tem banco de sementes com menor número de espécies de plantas daninhas em relação a áreas manejadas somente com lavouras de grãos (GASPARINO et al., 2006). Porém, animais em pastejo podem agir como agentes de dispersão de espécies invasoras entre áreas pastejadas.

O principal problema relacionado á utilização do sistema de integração de lavoura com pecuária, é a possível redução da produtividade das culturas agrícolas. Porém, autores mostram não haver decréscimo significativo de produtividade de culturas como a soja, importante oleaginosa em termos de área ocupada no país (LOPES et al., 2009; FLORES et al., 2007). O sistema quando bem manejado, com lotação adequada, adubação para as culturas de inverno, plantas forrageiras bem adaptadas, fornece palhada em quantidade adequada, que amortece os efeitos do pisoteio dos animais, cicla importantes nutrientes no sistema e pode reduzir problemas fitossanitários.

Microrganismos Fixadores de Nitrogênio no Sistema de Integração Lavoura-pecuária

Mesmo tendo em vista os benefícios trazidos pela integração entre lavoura e pecuária, para que o sistema torne-se rentável economicamente para o produtor, é necessário estar atento ás necessidades que o mesmo exige. Sistemas de cultivo para grãos, principalmente onde se cultiva soja, não se observa problemas de ordem química, uma vez que este se encontra em faixa de pH dentro de uma faixa ótima para o desenvolvimento de plantas. Quanto á fertilidade do solo é necessário atender as necessidades nutricionais de cada cultura, pois as mesmas são diferentes. A disponibilização de nutrientes permite que o solo não tenha deficiência de um ou mais elementos, bem como irá maximizar a produção das plantas.

A adubação é uma prática de reconhecida eficiência, porém o maior entrave para sua utilização é o alto custo. O preço dos fertilizantes, principalmente o N, acaba por não estimular o seu uso por grande parte dos produtores. Esse é um dos motivos para que pesquisas na área de nutrição de plantas venham sendo conduzidas no objetivo de desenvolver fertilizantes mais eficientes, mas que ainda possuem alto custo para sua produção e, conseqüentemente, aquisição.

A utilização de microrganismos em associação a plantas cultivadas é outra área do conhecimento que vem ganhando destaque. Microrganismos com potencial de promover crescimento das plantas, de maneira não tão eficiente como fertilizantes, porém com custo menor e menor impacto ao meio ambiente, vem sendo objeto de estudo de muitos pesquisadores. O caso de maior sucesso na utilização de microrganismos para promover o crescimento de plantas, e que até os dias atuais continua com eficiência e utilização incontestável, é a simbiose entre bactérias do gênero *Bradyrhizobium* em simbiose com planta de soja (ALVES et al., 2006).

A fixação biológica de N se caracteriza pela quebra da molécula de N₂ presente na atmosfera, a pressão e temperatura ambiente, por microrganismos que possuem o complexo enzimático nitrogenase (NEVES & RUMJANEK, 1998).

O sucesso da fixação biológica de nitrogênio foi alcançado, até o momento, apenas pela soja. Importantes plantas cultivadas, principalmente as da família Poaceae, como milho, trigo e arroz, tem uma alta demanda por nitrogênio. Pesquisas relacionadas a fixação biológica de N nessas culturas vem sendo realizadas a muitos anos (DÖBEREINER, 1966), porém os microrganismos com maior eficiência em associação com ambas, possuem eficiência muito baixa se comparados com a eficiência de *Bradyrhizobium* na soja. Microrganismos dos gêneros *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Acetobacter*, *Azorhizobium* e *Azobacter*, são alguns dos microrganismos (bactérias) descritos como fixadores de nitrogênio. Desses microrganismos, as bactérias do gênero *Azospirillum* são as mais utilizadas no Brasil, uma vez que os inoculantes formulados para Poaceas contém estirpes de *Azospirillum brasilense* em sua formulação. Os trabalhos já desenvolvidos mostram maior potencial de fixação de nitrogênio por parte desta espécie, em relação às demais, quando associada a importantes culturas produtoras de grãos.

O potencial fixador destes microrganismos, porém, não supre toda a demanda das plantas, sendo necessária ainda a aplicação de adubação nitrogenada. Trabalhos mostram a possibilidade de aumentos de 24 a 30 % na cultura do milho e de 14 % na cultura do trigo

(HUNGRIA et al., 2010). Em virtude de seu baixo custo e dos valores de incremento de produtividade observados, sua utilização torna-se interessante.

A fixação de N é um dos benefícios descritos pela utilização de *Azospirillum brasilense*. Porém outros benefícios como produção de fito-hormônios como o ácido indolacético (KUSS et al., 2007), maior desenvolvimento do sistema radicular (BASHAN et al., 2004), melhorias em parâmetros fotossintéticos, como teor de clorofila e condutância estomática (BARASSI et al., 2008), maior tolerância a agentes patogênicos (CORREA et al., 2008), também são relatados. Steenhoudt & Vanderleyden (2000) citam que fatores como a produção de substâncias promotoras de crescimento e aumento na taxa de absorção de nutrientes pela inoculação com *Azospirillum*, explicam o aumento de rendimento das culturas. Após a inoculação se observa alterações morfológicas nas raízes, o que é atribuído á produção de substâncias de regulação de crescimento das plantas. Ocorre também aumento da superfície radicular, o que resulta em maior potencial absorção de água e nutrientes, tornando as plantas menos susceptíveis a períodos de estresse (OKON & LABANDERA-GONZALEZ, 1994; STEENHOUDT & VANDERLEYDEN, 2000).

Novakowiski et al. (2011) avaliou o efeito residual da adubação em pastagem de inverno e da inoculação com *Azospirillum brasilense* no milho. Verificou-se rendimento superior da inoculação frente ao tratamento controle, mesmo quando houve aumento da dose de nitrogênio no inverno. No trigo, Sala et al. (2007) verificaram aumento da produtividade da cultura com a inoculação tanto de *Azospirillum*, como também de espécies de *Achromobacter* e *Zoogloea* e que o local de cultivo influencia sobre a resposta da inoculação. Ainda nesse estudo, constatou-se pelos autores que maiores contribuições da fixação de N pelas bactérias se deram na ausência de N mineral. Por fixar N, o balanço deste elemento na planta tende a aumentar. Assim sendo, a relação C/N do material deixado sobre a superfície após a utilização do consórcio é diminuída, disponibilizando uma quantidade maior nitrogênio para a cultura sucessora e em tempo mais curto.

Existe uma gama de resultados sobre o efeito de *Azospirillum brasilense* sobre as respostas fisiológicas de culturas produtoras de grãos. Porém, estudos com gramíneas forrageiras, como as amplamente utilizadas em consórcio no sul do Brasil, aveia-preta e azevém, são escassos. Assim como culturas produtoras de grãos são estimuladas por este microrganismo, plantas com aptidão forrageiras também podem ser estimuladas. Do ponto de vista forrageiro, seria interessante que aspectos como afilamento e emissão de folhas fossem positivamente influenciados pela bactéria. Crescimento e desenvolvimento inicial mais rápido

das forrageiras é importante para o encurtamento do período para entrada dos animais para o pastejo, otimizando o sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-MARTÍNEZ, V.; BELL, C. W.; MORRIS, B. E. L.; ZAK, J.; ALLEN, V. G. Long-term soil microbial community and enzyme activity responses to an integrated cropping-livestock system in a semi-arid region. **Agricultura, Ecosystems and Environment**, v.137, p.231-240, 2010.

ALI, M. H; TALUKDER, M. S. U. Increasing water productivity in crop production - A synthesis. **Agricultural water management**, v.95, p.1201-1213, 2008.

ALMEIDA, V. P.; ALVES, M. V.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em latossolo vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1227-1237, 2008.

ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; FERNANDES, F. M.; HECKLER, J. C.; MACEDO, R. A. T.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.449-456, 2006.

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.873-928.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA., M.; PELISSARI, A; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925-1933.

BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizar el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: **Asociación Argentina de Microbiología**, 2008. p.49-59.

BARBERI, A.; MOREIRA, F. M. S.; FLORENTINO, L. A.; RODRIGUES, M. I. D. Crescimento de *Bradyrhizobium elkanii* estirpe Br 29 em meios de cultivo com diferentes valores de pH inicial. **Ciência & Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.397-405, 2004.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G ; DE-BASHAN, L.E. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v.50, p.521-577, 2004.

BELL, L. W.; KIRKEGAARD, J. A.; SWAN, A.; HUNT, J. R.; HUTH, N. I.; FETTELL, N. A. Impacts of soil damage by grazing livestock on crop productivity. **Soil e Tillage Research**, v.113, p.19-29, 2011.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; HELDWEIN, A. B.; PRESTES, S. D.; HORN, J. F. C. Estimativa da radiação solar global a partir dos dados de insolação, para Santa Maria - RS. **Ciência Rural**, v.42, p.1563-1567, 2012.

CARASSAI, I. J.; CARVALHO, P. C. F.; CARDOSO, R. R.; FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; NABINGER, C.; FREITAS, F. K.; MACARI, S.; TREIN, C. R. Atributos físicos do solo sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1284-1290, 2011.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R. ; TRINDADE, J. K. Ajustes de Funções de Distribuição de Probabilidade à Radiação Solar Global no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.12, p.1157-1166, 2004.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. **Radiação solar global decendial no estado do Rio Grande do Sul – tabelas de probabilidade**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2007. p. 78 (Série Técnica FEPAGRO, nº 03).

CERA, J.C.; FERRAZ, S.E.T.; BENDER, F.D. Influência da Oscilação Decadal do Pacífico e as mudanças no regime de chuva do Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, v.2, p.317-320, 2009.

CERA, J. C.; FERRAZ, S. E. T. Tendência da precipitação para a Região Sul do Brasil para três períodos de estudo. **Ciência e Natura**, v.1, p.359-362, 2011.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura – pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.246-250, 2011.

CORREA, O.S.; ROMERO, A.M.; SORIA, M.A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: **Asociación Argentina de Microbiología**, 2008. p.87-95.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D. Atributos físicos do solo sob diferentes preparos e coberturas influenciados pela distribuição de poros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.11, p.1160-1169, 2010.

CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; LEVIEN, R.; WESP, C. L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1301-1309, 2011.

DAVINIC, M.; MOORE-KUCERA, J.; ACOSTA-MARTÍNEZ, V.; ZAK, J.; ALLEN, V. Soil fungal distribution and functionality as affected by grazing and vegetation components of integrated crop–livestock agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, v.66, p.61-70, 2013.

DÖBEREINER, J. *Azotobacter paspali* sp. n., uma bactéria fixadora de nitrogênio na rizosfera de *Paspalum*. Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.1, p.357-365, 1966.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologia de produção de soja – Região Central do Brasil – 2006. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. **Embrapa Soja**. Sistema de Produção, n.9. 225 p.

FERREIRA JUNIOR, R. A.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; TEODORO, I.; SANTOS, M. A.; PORFIRIO, A. C. S. Crescimento e fotossíntese de cana-de-açúcar em funções de variáveis biométricas e meteorológicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.11, p.1229-1236.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.4, p.771-780, 2007.

FONTANA, D.C; ALMEIDA, T.S. Climatologia do número de dias de chuva com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.1, p.135-145, 2002.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Soil-profile distribution of inorganic N during 6 years of integrated crop-livestock management. **Soil e Tillage Research**, v.134, p.83-89, 2013.

FREITAS, P. S. L. et al. Influência da radiação solar sobre os valores de produtividade da cultura do milho, *Zea mays* L., simulados pelo modelo CERES-Maize. **Acta Scientiarum**, v.23, n.5, p.1221-1227, 2001.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.11, p.1202-1209, 2010.

GASPARINO, MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, v.30, p.1-9, 2006.

GORGEN, C. A.; CIVARDI, E. A.; RAGAGNIN, V. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; CARNEIRO, L. C.; LOBO JUNIOR, M. Redução do inóculo inicial de *Sclerotinia sclerotiorum* em soja cultivada após uso do sistema Santa Fé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1101-1108, 2010.

HEPPER, E. N.; BUSCHIAZZO, D. E.; HEVIA, G. G.; URIOSTE, A.; ANTÓN, L. Clay mineralogy, cation exchange capacity and specific surface area of loess soils with different volcanic ash contents. **Geoderma**, v.135, p.216-223, 2006.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v.331, n.1-2, p.413-425, 2010.

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistema de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1545-1551, 2007.

KUSS, A. V.; KUSS, V. V.; LOVATO, T.; FLÔRES, M. L. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.10, p.1459-1465, 2007.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJO, L. H.C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p.141-150, 2000.

MARCHAO, R. L.; BECQUER, T.; BRUNET, D.; BALBINO, L. C.; VILELA, L.; BROSSARD, M. Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop–livestock management systems. **Soil e Tillage Research**, v.103, p.442-450, 2009.

MIGLIORINI, F.; SOARES, A. B; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; PATTIS, C. A.;MIGLIORINI, P. Production of annual winter forage sown before and after soybean harvest under different nitrogen fertilization levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1209-1216, 2010.

MILEO, L.J.; BENTES, J.L.S.; SILVA, J.F; CHRISTOFFOLETI, P.J. Plantas de cobertura de solo como hospedeiras alternativas de *Colletotrichum guaranicola*. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.677-683, 2006.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1103-1110, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p.74-99, 2010.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. Teores de nutrientes na folha e nos grãos de aveia-preta em função da adubação com fósforo e potássio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.441-445, 2005.

NICOLOSO, R. S.; AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1723-1734, 2008.

NOVAKOWISKI, J, H. et al. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho. **Semina**, v.32, n.1, p.1687-1698, 2011.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology Chemistry**, v.26, n.12, p.1591-1601, 1994.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.911-920, 2008.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.3, p.85-91, 2011.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; BALBINOT JR, A. A. Ação de herbicidas sobre mecanismos de defesa de plantas a patógenos. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.957-965, 2003.

SÁ, J. C. M.; FERREIRA, A. O.; BRIEDIS, C.; VIEIRA, A. M.; FIGUEIREDO, A. G. Extração de nutrientes e produtividade de genótipos de milho afetados por níveis de palha. **Acta Scientiarum**, v.33, n.4, p.715-722, 2011.

SALA, V. M. R., CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.833-842, 2007.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRICIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.11-21, 2008.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. adubação nitrogenada na aveia-preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1075-1083, 2003.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; PRESTES, A. M.; LIMA, M. R. Efeito de manejos de solo e de rotação de culturas de inverno no rendimento e doenças de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2355-2361, 2000.

SANTOS, G. C. G.; RODELLA, A. A. Efeito da adição de fontes de matéria orgânica como amenizantes do efeito tóxico de B, Zn, Cu, Mn e Pb no cultivo de *Brassica juncea*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.4, p.793-804, 2007.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T. TOMM, G. O. Efeito de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP) sobre a fertilidade do solo em plantio direto. **Acta Scientiarum**, v.31, n.4, p.719-727, 2009.

SATO, J. H.; FIGUEIREDO, C. C.; LEÃO, T. P.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio milho e forrageiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.189-193, 2012.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.697-704, 2006.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.67-72, 2007.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; ESPINAL, F. S. C.; TRIVELIN, P. C. O. Utilização do nitrogênio da palha de milho e de adubos verdes pela cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2853-2861, 2008.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.129-136, 2009.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de integração entre lavoura e pecuária, sob plantio direto, em alguns atributos físicos do solo após dez anos. **Bragantia**, v.69, n.3, p.695-704, 2010

STEENHOUDT, O.; VANDERLEYDEN, J. *Azospirillum*, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. **Microbiology Reviews**, v.24, p.487-506, 2000.

STEINMETZ, S.; DEIBLER, A. N.; SILVA, J. B. Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p.206-211, 2013.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, UFRGS/EMATER, 2002. 107p.

STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; GAGRIEL, L. F.; PAULA, G. M. Associação da variabilidade da precipitação pluvial em Santa Maria com a Oscilação Decadal do Pacífico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1553-1561, 2009.

STRECK, N. A.; GABRIEL, L. F.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; PAULA, G. M. Variabilidade interdecadal na série secular de temperatura do ar em Santa Maria, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.8, p.781-790, 2011.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.35, n.3, p.867-876, 2011.

WENDLING, A.; ELTZ, F. L. F.; CUBILLA, M. M.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; LOVATO, T. Recomendação de adubação nitrogenada para trigo em sucessão ao milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.985-994, 2007.

CAPITULO II: INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO QUÍMICO E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE AVEIA PRETA E AZEVÉM

RESUMO

No sul do Brasil, grande parte da área ocupada pela exploração pecuária encontra-se sustentada pelo consórcio aveia-preta e azevém. Porém, grande parte da semente é produzida e comercializada sem que sejam observados padrões mínimos de qualidade, que resulta em sementes de baixo vigor e germinação. Objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos do uso de um inoculante formulado com a bactéria *Azospirillum brasilense* em associação ao tratamento com fungicida e inseticida sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia-preta e azevém, em 2012 e 2013. As sementes utilizadas foram oriundas do comércio local do município de Santa Maria. O estudo foi conduzido no Laboratório de Sementes de Produção, do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria. Após o tratamento as sementes foram submetidas aos seguintes testes: primeira contagem de germinação, germinação, comprimento de raiz, parte aérea e total, massa seca de raiz, parte aérea em total, nos dois anos. Em 2013 foi realizado teste de emergência de plântulas. A inoculação das sementes de aveia-preta estimulou a germinação e o acúmulo de massa nas plântulas, em 2012. A inoculação com *Azospirillum brasilense* em sementes de azevém apresentou um incremento no acúmulo de massa seca de plântulas, em 2013. A associação entre o inoculante e tratamento químico de sementes só foi eficiente para os testes de comprimento de raiz, parte aérea e total no ano de 2013, para o azevém. Para as demais variáveis essa associação não influenciou a qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: Germinação, vigor, estande inicial, fixação biológica de nitrogênio, sustentabilidade

ABSTRACT

In southern Brazil, much of the area occupied by livestock is supported by oat and ryegrass consortium. But much of the seed is produced and marketed without minimum quality standards, resulting in seed germination and low vigor is observed. The objective of this study was to evaluate the effects of using an inoculant formulated with the bacterium *Azospirillum brasilense* in association with treatment with fungicide and insecticide on seed physiological quality of oat and ryegrass in 2012 and 2013. The seeds used were derived from the city of Santa Maria. The study was conducted at the Laboratory of Seed Production, Department of Crop Science, Center of Rural Sciences, Federal University of Santa Maria. After treatment the seeds were subjected to the following tests: first germination, germination, root length, shoot and total, root dry weight, shoot in total for both years. In 2013 was conducted seedling emergence test. Inoculation of seeds of oat stimulated the accumulation of dry mass in seedlings in 2012. Inoculation with *Azospirillum brasilense* in ryegrass seeds showed an increase in dry mass of seedlings in 2012 and 2013. The association between inoculant and chemical seed treatment was effective only for the tests first count, length of root, shoot and total in 2013, for ryegrass. For the other variables this association did not influence seed quality.

Key-words: Germination, vigor, early stand, biological nitrogen fixation, sustainability

INTRODUÇÃO

A aveia-preta e o azevém são as duas espécies mais utilizadas no sul do Brasil para a produção de forragem para alimentação animal no período de entressafra das culturas de verão (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Este fato está relacionado á áreas em que produtores optam por utilizar pastagens cultivadas ao invés de naturais, em virtude de seu maior potencial produtivo, em substituição a pastagens naturais no período hibernar.

A correta implantação de lavouras, que visem altos rendimentos, passa pela utilização de diversas práticas, tais como: semeadura na época recomendada (FORSTHOFER et al., 2004; MEOTTI et al., 2012), dessecação na forma e na época correta (CARVALHO et al., 2009), cultivares adaptadas (GONÇALVES et al., 1999), fertilização (DA SILVA et al., 2009), densidade de semeadura (FLARESSO et al., 2001), sementes de qualidade (HAMMAN et al., 2002), tratamento de sementes (SOLORZANO & MALVICK, 2011) e inoculação (STEFAN et al., 2013) são alguns aspectos de relevada importância. Porém, essas práticas não são usualmente utilizadas na formação de pastagens.

Grande parte da semente produzida, tanto de aveia-preta como de azevém, se faz dentro dos sistemas de exploração pecuária. Assim sendo, a qualidade fisiológica, bem como a pureza e sanidade do material, é baixa. Esse tipo de semente tem germinação desuniforme e vigor baixo. Isso se traduz em problemas de estande inicial de plantas, fazendo com que haja necessidade de aumento da densidade de semeadura para obtenção da população ideal de plantas (ALMEIDA et al., 2012).

Recentemente trabalhos (KLAHOLD et al., 2006; CASTRO et al., 2008) vêm sendo conduzidos com o intuito de melhorar ou manter a qualidade fisiológica das sementes com aplicação de produtos via tratamento de sementes. Os produtos utilizados na maioria das vezes são chamados de bioativadores, biorreguladores e/ou bioestimulantes, uma vez que estes autores já demonstraram efeitos destes sobre a fisiologia dos vegetais. Como benefícios as plantas estes produtos estimulam a divisão, diferenciação e alongamento celular (MIRANSARI & SMITH, 2014).

Estudos realizados com bactérias isoladas da rizosfera de plantas vêm indicando possibilidade de resultados positivos sobre aspectos fisiológicos de plantas, com a utilização desses microrganismos no tratamento de sementes. Isso se deve ao potencial em fixar nitrogênio do ar, bem como o estímulo a formação de raízes laterais, indução a resistência a doenças e até mesmo a solubilização de fosfato (BEVININO et al., 2005; HAN et al., 2005).

O efeito positivo de *Azospirillum* sp. sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de trigo é também atribuído a produção de fito-hormônios promovida pela bactéria (ZAIED et al., 2003; BALDANI et al., 2009), que influenciam aspectos fisiológicos, como germinação e formação de raízes (RAVEN et al., 2001). Sendo assim, produtos formulados com base nesses microrganismos podem acelerar o crescimento e desenvolvimento inicial das plantas. Dentro de sistemas que fazem uso de espécies produtoras de forragem, o rápido estabelecimento das forrageiras é interessante, uma vez que propicia entrada mais precoce dos animais para o pastejo, com a redução do período de vazio forrageiro (BALBINOT JUNIOR et al., 2009).

Outro aspecto importante da aplicação de produtos via tratamento de sementes está relacionado com a sanidade da planta. No solo, as sementes estão sujeitas a ação de diferentes tipos de organismos que podem afetar o processo de germinação e, posteriormente, emergência. Na sua maioria, fungos (BRAND et al., 2009) e insetos-praga (DA SILVA & BOSS, 2002) são os principais problemas que afetam a uniformidade no estande de plantas, podendo alguns destes já estarem presentes no lote de sementes. Sendo assim, a necessidade de tratamento de sementes com fungicidas e/ou inseticidas se apresenta com fundamental importância em áreas com histórico de problemas dessa ordem. Normalmente esses produtos não apresentam função que estimule a germinação ou o vigor, mas são responsáveis pela proteção da integridade da semente no solo durante todo o processo germinativo (ALMEIDA et al., 2012).

Apesar do uso de inoculantes e fungicidas e inseticidas ser benéfico às plantas, a eficiência de um ou de ambos pode ser afetada quando combinados no tratamento de sementes, em virtude do princípio ativo empregado ser nocivo ao microrganismo. Estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, bactéria tradicionalmente conhecida pela simbiose com a soja, apresentam sensibilidade diferenciada a aplicação de fungicidas junto a semente a ser inoculada (BUENO et al., 2003), podendo a nodulação ser prejudicada. Porém, Pereyra et al. (2009) constataram que a inoculação com *Azospirillum brasilense* não apresentou perda de eficiência quando realizada em sementes de trigo tratadas com o fungicida tebuconazole.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência do uso da bactéria *Azospirillum brasilense* na forma de inoculante, em associação ao tratamento de sementes com inseticida e fungicida sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia preta e azevém.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria, em dois experimentos, nos anos de 2012 e 2013. Foram utilizadas sementes de aveia preta e azevém ambas de cultivares do tipo comum adquiridas no comércio local de Santa Maria.

As sementes de ambas as espécies foram submetidas a diferentes tratamentos, os quais consistiram nas seguintes combinações: (i) testemunha, sem inoculação e/ou tratamento de sementes; (ii) sementes tratadas com inoculante formulado com duas estirpes de *Azospirillum brasilense*; (iii) sementes tratadas com inoculante formulado com duas estirpes de *Azospirillum brasilense* e fungicida + inseticida; (iv) sementes tratadas com fungicida + inseticida.

As sementes foram tratadas com fungicida e inseticida uma semana antes da instalação dos experimentos, nos dois anos. Os produtos utilizados foram: o fungicida Triadimenol, 150 g de i.a. L⁻¹ de produto formulado (Baytan FS), na dose de 0,250 L 100 kg⁻¹ de sementes; inseticida Imidacloprido 150 g de i.a. L⁻¹ + Tiodicarbe 450 g de i.a. L⁻¹ (CropStar), na dose de 0,300 L 100 kg⁻¹ de sementes. A aplicação do produto formulado com as estirpes da bactéria *Azospirillum brasiliense* foi realizada na dose de 5 ml kg⁻¹ de sementes, tanto de aveia-preta como azevém. O tratamento das sementes foi realizado em sacos plásticos com capacidade para três litros, utilizando-se 500 gramas de sementes por saco. As sementes e os produtos foram homogeneizados manualmente e em seguida submetidos aos testes de laboratório.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes após o tratamento, para aveia preta os testes foram conduzidos em rolos de papel e para o azevém foram utilizadas caixas do tipo *gerbox* preenchidas com papel. As avaliações se constituíram de:

Primeira e segunda contagem de germinação: foram utilizadas quatro amostras de 100 sementes para ambas as espécies, semeadas em papel umedecidos com água destilada a três vezes o peso da massa do papel seco e mantidos em germinador regulado a 20°C com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações de primeira contagem foram realizadas aos cinco dias, após início do teste, para aveia preta e azevém e a germinação aos 10 e 14 dias após o início do teste para aveia preta e azevém, respectivamente, conforme as Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Comprimento de Plântulas: para a avaliação do comprimento de plântulas foram utilizadas, em duas linhas paralelas no terço superior do papel, quatro amostras de 20 sementes. As sementes foram colocadas para germinar a temperatura de 20 °C, utilizando como substrato papel umedecido. As avaliações foram realizadas aos sete dias após a semeadura, medindo-se o comprimento (parte aérea, raiz e total) de dez plântulas normais por amostras, as quais foram retiradas aleatoriamente. Os resultados foram expressos em comprimento médio por plântula em centímetros (NAKAGAWA, 1999);

Massa Seca de Plântulas: as plântulas resultantes da avaliação do teste de comprimento de plântulas foram separadas em parte aérea e raiz com auxílio de um bisturi. Em seguida, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar a 55°C, durante 48 horas. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa, colocadas em dessecador e em seguida pesadas, determinando-se a massa seca de parte aérea, raiz e total das plântulas, sendo os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições para o experimento em laboratório.

Emergência em canteiro: no segundo ano de experimento foi realizada a semeadura em canteiros preenchidos com solo, utilizando-se quatro repetições de 100 sementes, em delineamento de blocos ao acaso. Aos 14 dias após a semeadura foi realizada a contagem do número de plântulas emergidas.

Realizou-se a análise de variância (Teste F) e para as médias das características que foi verificado significância aplicou-se o teste de Duncan. O nível de significância foi de 5% para todos os testes aplicados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aveia-preta ano 1:

A Tabela 1 apresenta as médias para os testes que sofreram efeito da interação da inoculação com o tratamento de sementes. Para a germinação, o tratamento de sementes quando associado á inoculação com *Azospirillum brasilense* apresentou resultado inferior á inoculação sem a presença de tratamento de sementes, que apresentou o maior percentual de germinação. Como já observado por outros autores (MADHAIYAN et al., 2006; AHEMAD & KHAN, 2011), a interação entre produtos utilizados no tratamento de sementes, como

inseticidas e fungicidas, pode não formar uma boa associação com inoculantes que contém microrganismos fixadores de nitrogênio. Os resultados observados para massa seca total, de parte aérea e de raiz, por planta ou o total, mostraram resposta semelhante entre os tratamentos, mas diferentes da germinação. Para esses testes, a inoculação associada ao tratamento de sementes propiciou um maior acúmulo de massa pelas plântulas de aveia-preta. Porém, quando não houve a presença de sementes tratadas com inseticida e fungicida, as sementes não inoculadas deram origem a plântulas com maior acúmulo de massa seca. Porém o tratamento de sementes não deve ser descartado, pois no solo a presença de organismos nocivos às sementes podem ter seus efeitos suprimidos pela presença de inseticidas e/ou fungicidas (DA SILVA & BOSS, 2002).

Tabela 1 - Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para germinação (G), massa seca total (MST, g), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g) para aveia-preta no ano de 2012.

	G		MST	
	Inoculação	Sem inoculação	Inoculação	Sem inoculação
TS	90,00bB*	94,00aA	0,004650aA	0,003675bB
Sem TS	95,00aA	93,00bB	0,003825bB	0,004575aA
Média		92,68		0,0041
CV (%)		2,22		11,03
	MSPA		MSR	
	Inoculação	Sem inoculação	Inoculação	Sem inoculação
TS	0,003125aA	0,002725bB	0,001525aA	0,000925bB
Sem TS	0,003075bB	0,00365aA	0,000750bB	0,000950aA
Média		0,00314		0,001
CV (%)		11,00		22,51

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Para o teste de primeira contagem, bem como para comprimento de parte aérea, de raiz e total de plântulas (Tabela 2), a inoculação e o tratamento de sementes com inseticida e fungicida não foram eficientes em manter o vigor das sementes de aveia-preta, pois a inoculação não diferiu da testemunha e o tratamento de sementes foi inferior a mesma. Uma das bases para obtenção de altas produtividades está atrelado a população de plantas (SUPTRATO et al., 2013), a qual necessita para sua obtenção qualidade fisiológica elevada das sementes utilizadas. Este fato justifica a necessidade de se estudar e buscar formas que beneficiem o processo de germinação e conseqüentemente se alcance o número adequado de plantas por unidade de área. A plântula originada de uma semente de alto vigor, possivelmente dará origem a uma planta com alta capacidade de competir por água, luz e

nutrientes com outras plantas (GUEDES et al., 2009). Porém, para estas variáveis, não se observou incremento por parte da inoculação. O ambiente criado próximo à semente tratada com o inoculante e/ou com inseticida e fungicida, no papel, é diferente do ambiente encontrado no solo. Nos rolos de papel os produtos ficam mais concentrados no entorno das sementes. Este fato pode vir a causar retardo no início do processo germinativo. Outros trabalhos já realizados indicam que alguns produtos utilizados no tratamento de sementes, podem ocasionar redução na germinação e sobrevivência de plântulas por fito-intoxicação (NASCIMENTO et al., 1996). Já no solo, os produtos podem sofrer vários tipos de reações com os mesmos, como adsorção (LOPES et al., 2002) e lixiviação (BASTOS et al., 2005; FENOLL et al., 2011), os quais podem até mesmo diminuir sua concentração no entorno da sementes. A recomendação em fazer tratamento de sementes com inseticida e/ou fungicida é feita em virtude de que os danos provocados por patógenos ou insetos-praga, em sementes não tratadas, ser mais prejudicial do que os efeitos do produto sobre a semente.

Tabela 2 - Média do número de sementes germinadas na primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm) e comprimento total (CT, cm), sob inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS), para aveia-preta no ano de 2012.

	PC	CPA	CR	CT
Inoculação	74,00	6,53	6,71	13,24
Sem inoculação	76,00	6,83	7,49	14,33
TS	66,87b*	5,66b	6,38b	12,05b
Sem TS	83,12a	7,70a	7,81a	15,52a
Média	75,00	6,68	7,10	13,78
CV (%)	9,97	5,65	16,36	10,07

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Aveia-preta ano 2:

A Tabela 3 apresenta as médias para os testes que sofreram efeito da interação entre inoculação e tratamento de sementes. Para o teste de primeira contagem, a presença de inoculante teve resposta superior somente quando não foi associada ao tratamento de sementes, mostrando que a associação de ambos, fora do ambiente agrícola, é desfavorável a qualidade fisiológica da semente de aveia-preta. O fato é evidenciado quando se observa que na ausência de inoculante, o tratamento de sementes foi superior estatisticamente. Porém ambos demonstraram possuir efeito positivo sobre o vigor, pois além de influenciarem positivamente no teste de primeira contagem, assim também o fizeram no teste de

comprimento de raiz e comprimento total. Plântulas mais vigorosas tem melhor eficiência na competição por água, luz, água e nutrientes (FAROOQ et al., 2006), o que refletirá no estabelecimento e na produção de grãos e/ou forragem.

Quanto á emergência realizada em canteiro, a interação entre inoculante e tratamento de sementes mostrou-se inferior quando comparado aos tratamentos sem a associação de ambos junto á semente. Apesar disso, a utilização de inoculante juntamente com tratamento de sementes teve melhor resultado que o uso de sementes sem nenhum tipo de tratamento, uma vez que o número de sementes emergidas foi maior. Isto se da em função de que no solo, o ambiente para a germinação e emergência pode ser desfavorável, fazendo com que a semente tratada esteja protegida de agentes patogênicos (MERTZ et al., 2009) ou déficits de umidade no solo (BALARDIN et al., 2011), que possam vir a prejudicar o processo germinativo. A utilização do tratamento de sementes em conjunto com a inoculação pode representar uma economia no uso de sementes por parte do produtor na ordem de 4%, visto que foi esta a diferença observada para a testemunha.

Tabela 3 - Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para o número de sementes germinadas na primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de raiz (CR, cm), comprimento total (CT, cm) e emergência em canteiro (EC, %), para aveia-preta no ano de 2013.

	PC		CR	
	Inoculação	Sem inoculação	Inoculação	Sem inoculação
TS	57,00bB*	74,00aA	7,39aA	6,69bB
Sem TS	63,00aB	67,00bA	5,59bB	7,73aA
Média		65,12		6,85
CV (%)		4,65		18,04
	G		CT	
	Inoculação	Sem inoculação	Inoculação	Sem inoculação
TS	82,00bB	97,00aA	14,68aA	13,25bB
Sem TS	90,00aB	95,00bA	14,38bB	16,39aA
Média		91,1		14,68
CV (%)		3,25		9,38
	EC			
	Inoculação	Sem inoculação		
TS	71,50bB	83,00aA		
Sem TS	72,50aA	67,5bB		
Média		73,62		
CV (%)		8,85		

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Os resultados para o efeito da inoculação nos testes de massa seca total e de parte aérea foram inferiores a testemunha, e massa seca de raiz e comprimento de parte aérea não diferiram da mesma (Tabela 4). Neste caso o inoculante apresentou-se como um ingrediente inerte durante o processo de germinação. Este fato já foi demonstrado por outros autores, e está relacionado á capacidade da bactéria em iniciar associação de modo distinto entre as diferentes espécies, pois existe especificidade entre planta e bactéria (MORAIS et al., 2012). Quanto ao efeito do tratamento de sementes sobre essas variáveis, o mesmo foi superior ao tratamento testemunha nos testes de massa seca de raiz, inferior no teste de massa seca de parte aérea e comprimento de parte aérea e não diferiu para massa seca total. RAMPIM et al. (2012), trabalhando com diferentes tipos de tratamento de sementes em cultivares de trigo, observou relação semelhante entre as variáveis MSR e MSPA, onde as quais apresentaram correlação negativa. Nesse caso, plântulas com maior massa seca de raiz apresentaram-se com menor massa seca de parte aérea. No mesmo trabalho, os autores constataram ainda que a massa seca da parte aérea tem correlação positiva com o comprimento de parte aérea.

Tabela 4. Médias para o número de sementes germinadas em massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), massa seca total (MST, g) e comprimento de parte aérea (CPA, g), sob inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS), na aveia-preta em 2013.

	MSPA	MSR	MST	CPA
Inoculação	0,0035b*	0,0020	0,0055b	7,37
Sem inoculação	0,0038a	0,0021	0,0060a	7,61
TS	0,0035b	0,0022a	0,0058	6,65b
Sem TS	0,0039a	0,0019b	0,0058	8,32a
Média	0,0037	0,0021	0,0058	7,49
CV (%)	14,1948	15,7034	13,1234	9,90

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Azevém ano 1:

Quanto ao comprimento de raiz e comprimento total, a associação da inoculação ao tratamento de sementes não favoreceu o crescimento de ambos (Tabela 5). A inoculação com *Azospirillum brasilense* mostrou-se eficiente em favorecer o comprimento das plântulas de azevém na ausência do tratamento químico. Embora grande parte das áreas cultivadas com azevém no sul do Brasil não recebam o tratamento de sementes (BALBINOT JÚNIOR et al., 2009), do ponto de vista agrônômico este resultado não é interessante. Isso por que em sistemas que buscam máxima eficiência, o uso de produtos que combatam microrganismos nocivos á sementes e plântulas é fundamental (GILLARD et al., 2012). Porém, o seu uso

mostrou-se prejudicial a uma tecnologia que tem potencial para reduzir custos de produção, bem como a contaminação ambiental, como é a fixação biológica de nitrogênio (FERREIRA et al., 2013).

Tabela 5. Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes comprimento de raiz (CR, cm) e comprimento total (CT, cm), para azevém no ano de 2012.

	CR		CT	
	Inoculação	Sem inoculação	Inoculação	Sem inoculação
TS	2,24bB*	2,97bA	6,40bB	7,16bA
Sem TS	4,43aA	3,48aB	9,85aA	8,55aB
Média		3,28		7,99
CV (%)		21,16		9,62

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* não contribuiu para uma melhor expressão do potencial fisiológico no teste de primeira contagem das sementes de azevém, bem como não foi eficiente para aumentar o percentual de germinação das mesmas (Tabela 6), uma vez que foi estatisticamente igual aos tratamentos com ausência de inoculação. O tempo de duração dos testes de germinação talvez não seja suficiente para o início da associação entre bactéria e as sementes em processo germinativo, diferentemente do que ocorre quando se estuda o efeito de produtos que não dependem da ação de microrganismos. Almeida et al. (2012), estudando os efeitos de um produto químico com possível efeito estimulador da germinação, observou efeito positivo deste em todos os testes realizados. É conveniente salientar que durante o processo germinativo, a plântula em formação retira a energia necessária através de processos fisiológicos, reduzindo macromoléculas e liberando energia (BLANCO et al., 2014), não necessitando de outras fontes de energia. O mesmo se observou para os testes relacionados a massa seca das plântulas de azevém, onde novamente não se observou diferença estatística, bem como no comprimento de plântulas. Mesmo após terem consumido suas reservas, após a formação do hipocótilo (MEI & SONG, 2008), a associação não ocorreu. Para o tratamento de sementes, o comportamento nos mesmos testes, foi semelhante. O tratamento de sementes não manteve o vigor pelo teste de primeira contagem, bem como não aumentou o percentual de germinação. Esses resultados corroboram com os encontrados por RAMPIM et al. (2012), os quais observaram baixo desempenho fisiológico das sementes de trigo na presença do fungicida triadimenol. Este resultado pode estar atrelado ao efeito fito-tóxico apresentado pelo produto (GARCIA JÚNIOR et al., 2008).

Tabela 6 - Médias para o efeito principal da inoculação com *Azospirillum brasilense* e do tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de parte aérea (CPA, cm), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g) e massa seca total (MST, g), para azevém no ano de 2012.

	PC	G	CPA
Inoculação	50,00*	74,00	4,79
Sem inoculação	57,00	81,00	4,62
TS	49,00	74,00b	4,17b*
Sem TS	57,00	80,00a	5,24a
Média	53,06	77,18	4,70
CV (%)	20,39	16,65	4,81
	MSPA	MSR	MST
Inoculação	0,000525	0,000125	0,000613
Sem inoculação	0,000425	0,000120	0,000550
TS	0,000425b	0,000120b	0,000525b
Sem TS	0,000525a	0,000125a	0,000637a
Média	0,000475	0,0001	0,0005
CV (%)	23,54	92,37	24,45

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Azevém ano 2:

Quanto ao teste de Primeira Contagem, a inoculação com *Azospirillum brasilense* mostrou-se superior a não-inoculação somente quando não estava associado ao tratamento de sementes, assim como ocorreu no primeiro ano para o comprimento de raiz e total. Este fato se assemelha ao observado por Costa et al. (2013), que observaram efeito negativo de fungicidas sobre a sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* em sementes de soja e por Rivera et al. (2011), que observaram redução da população de *Azobacter chroococcum* em sementes de algodão tratadas com fungicidas. Porém, em trabalho conduzido por Silva Neto et al. (2013) verificou-se que existem alguns pesticidas compatíveis com determinadas estirpes de *Bradyrhizobium*, em sementes de feijão-caupi.

Quanto aos testes de comprimento de parte aérea, de raiz e total, a inoculação só foi superior quando associada ao tratamento de sementes com inseticida e fungicida. Durante a condução do trabalho não foi realizado o teste de sanidade do lote de sementes. Em vista do resultado observado, o fato de o tratamento de sementes associado á inoculação ter apresentado resultado superior, pode estar atrelado a presença de patógenos que diminuíram a qualidade fisiológica do lote de sementes. Perda ou diminuição da qualidade fisiológica de

sementes em virtude da presença de patógenos foi observada por autores como Gomes et al. (2008).

O azevém apresentou resposta semelhante á aveia-preta quanto á emergência em canteiro. A associação do inoculante com o tratamento de sementes foi inferior á utilização de ambos de maneira isolada, mas foi superior a testemunha, apresentando superioridade de 4,5%. Assim sendo, a utilização de inoculante e tratamento de sementes, assim como na aveia-preta, permite a utilização de menor quantidade de sementes no momento da sementeira. O efeito isolado do tratamento de sementes atingiu 79% de emergência, e o efeito da inoculação 72%. Apesar de o efeito da inoculação ter obtido resultado inferior ao tratamento de sementes, o mesmo não deve ser recomendado somente embasado nesse teste. Isso porque a planta pode fazer uso dos benefícios promovidos pela bactéria durante outras fases do ciclo de desenvolvimento da cultura, em virtude do potencial deste microrganismo em fixar o nitrogênio do atmosférico (ALAMRI & MOSTAFA, 2009; ZORITA & CANIGIA, 2009).

Tabela 7. Médias para o efeito da interação entre inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes de primeira contagem (PC), comprimento de parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm), comprimento total (CT, cm) e emergência em canteiro (EC, %), para azevém no ano de 2013.

	PC		CR	
	Inoculação	Sem inoculação	Inoculação	Sem inoculação
TS	8,00bB*	16,00aA	4,06aA	3,84bB
Sem TS	13,00aA	7,00bB	3,98bB	4,66aA
Média		10,87		4,13
CV (%)		56,59		9,26
	CT		CPA	
	Inoculação	Sem inoculação	Inoculação	Sem inoculação
TS	9,87aA	8,25bB	5,81aA	4,41bB
Sem TS	9,08bB	10,38aA	5,00bB	5,71aA
Média		9,39		5,23
CV (%)		5,43		12,54
	EC			
	Inoculação	Sem inoculação		
TS	63,00bB	79,00aA		
Sem TS	72,00aA	59,00bB		
Média		68,00		
CV (%)		11,00		

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

A Tabela 8 apresenta as médias para os testes que não sofreram efeito da interação da inoculação com o tratamento de sementes, indicando somente o efeito principal de cada fator.

Diferentemente do ocorrido no primeiro ano de experimento, para o azevém, a inoculação propiciou aumento do seu percentual de germinação. No segundo ano de condução do experimento, foi observado comportamento contrario da inoculação frente á germinação, em relação do primeiro ano, pois se constatou melhores resultados com a inoculação de *Azospirillum brasilense*, mostrando que existe a possibilidade de esse microrganismo estimular o processo germinativo das sementes, a exemplo do observado por RAMPIM et al. (2012) no trigo. Efeito positivo da inoculação também foi observado para o conteúdo de massa seca na parte aérea e total, a semelhança do ocorrido no primeiro ano de condução do trabalho.

Tabela 8 - Médias para o efeito principal da inoculação com *Azospirillum brasilense* e do tratamento de sementes com inseticida e fungicida (TS) para os testes de germinação (G), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), massa seca total (MST, g), para azevém no ano de 2013.

	G	MSPA	MSR	MST
Inoculação	85,00a*	0,000638a	0,000363	0,001000a
Sem inoculação	69,00b	0,000463b	0,000238	0,000700b
TS	78,00a	0,000538b	0,000325a	0,000863a
Sem TS	76,00b	0,000563a	0,000275b	0,000837b
Média	76,8125	0,0005	0,0003	0,0008
CV (%)	17,9853	27,524	43,5677	29,1161

*médias não ligadas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúsculas na horizontal diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

CONCLUSÃO

A associação entre tratamento químico de sementes com o inoculante contendo *Azospirillum brasilense* não se mostrou eficiente em manter o percentual de vigor e germinação em aveia-preta e azevém.

A inoculação em aveia-preta foi superior para o número total de sementes germinadas e acúmulo de massa seca de plântulas, no primeiro ano.

A inoculação propiciou aumento no conteúdo de matéria seca na parte aérea, raiz e total nas plântulas de azevém, nos dois anos.

A inoculação associada ao tratamento de sementes promoveu melhores percentuais de emergência em canteiro para aveia-preta e azevém em comparação a testemunha, porém melhores resultados foram obtidos pelo efeito isolado de cada um sobre a semente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHEMAD, M.; KHAN, M. S. Effect of tebuconazole-tolerant and plant growth promoting *Rhizobium* isolate MRP1 on pea-*Rhizobium* symbiosis. **Scientia Horticulturae**, v.129, p.266-272, 2011.

ALAMRI, S. A.; MOSTAFA, Y. S. Effect of nitrogen supply and *Azospirillum brasilense* Sp-248 on the response of wheat to seawater irrigation. **Saudi Journal of Biology Sciences**, v.16, p.101-107, 2009.

ALMEIDA, A. S.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; LAUXEN, L. R.; DEUNER, C. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.5, p.1619-1628, 2012.

BALARDIN, R. S.; SILVA, F. D. L.; CORTE, G. D.; FAVERA, D. D.; TORMEN, N. R.. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1120-1126, 2011.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p. 1925-1933, 2009.

BALDANI, J. I.; TEIXEIRA, K. R. S.; SCHWAB, S.; OLIVEIRA, F. L.; HEMERLY, A. S.; URQUIAGA, S. E. T. Fixação biológica de nitrogênio em plantas da família *Poaceae* (antiga *gramineae*). In: RIBEIRO, M.R.; NASCIMENTO, C.W.A.; RIBEIRO FILHO, M.R.; CANTALICE, J.R.B. (Org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.203-272, 2009.

BASTOS, C. J.; RIGITANO, R. L. O.; LIMA, J. M.; CASTRO, N. R. A. Lixiviação do fungicida triadimenol em macrolisímetros de latossolos da região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, 767-774, 2005.

BEVIVINO, A.; PEGGION, V.; CHIARINI, L.; TABACCHIONI, S.; CANTALE, C.; DALMASTRI, C. Effect of *Fusarium verticillioides* on maize-root-associated *Burkholderia cenocepacia* populations. **Research in Microbiology**, v.156, p.974-983, 2005.

BLANCO, A. M.; CHANTRE, G. R.; LODOVICHI, M. V.; BANDONI, J. A.; LÓPEZ, R. L.; VIGNA, M. R.; GIGON, R.; SABBATINI, M. R. Modeling seed dormancy release and germination for predicting *Avena fatua* L. field emergence: A genetic algorithm approach. **Ecological Modelling**, v.272, p.293-300, 2014.

BRAND, S. C.; ANTONELLO, L. M.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E.; SANTOS, V. J.; REINIGER, L. R. S. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja submetidas ao tratamento com bioprotetor e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p.087-094, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009. 395p.

BUENO, C. J.; MEYER, M. C.; SOUZA, N. L. Efeito de fungicidas na sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* (Semia 5019 e Semia 5079) e na nodulação da soja. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.25, n.1, p.231-235, 2003.

CARVALHO, L. B.; SCHERER, L. C.; LUCIO, F. R.; ALVES, P. L. C. A. Efeitos da dessecação com glyphosate e chlorimuron-ethyl na comunidade infestante e na produtividade de soja. **Planta Daninha**, v.27, n. spe, p.1025-1034, 2009.

CASTRO, G. S. A.; BORGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008.

COSTA, M. R.; CAVALHEIRO, J. C. T.; GOULART, A. C. P.; MERCANTE, F. M. Sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* em sementes de soja tratadas com fungicidas e os efeitos sobre a nodulação e a produtividade da cultura. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.3, p.186-192, 2013.

DA SILVA, M. T. B.; BOSS, A. Controle de larvas de *Diloboderus abderus* com inseticidas em trigo. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.191-195, 2002.

DA SILVA, M. A. G.; PORTO, S. M. A.; MANNIGEL, A. R.; MUNIZ, A. S.; DA MATA, J. D. V.; NUMOTO, A. Y. Manejo da adubação nitrogenada e influência no crescimento da aveia preta e na produtividade do milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.2, p.275-281, 2009.

FAROOQ, M.; BARSA, S. M. A.; WAHID, A. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. **Plant Growth Regulator**, v.49, p.285-294, 2006.

FENOLL, J.; RUIZ, E.; FLORES, P.; VELA, N.; HELLÍN, P.; NAVARRO, S. Use of farming and agro-industrial wastes as versatile barriers in reducing pesticide leaching through soil columns. **Journal of Hazardous Materials**, v.187, p.206-212, 2011.

FERREIRA, A. S.; PIRES, R. R.; RABELO, P. G.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H. Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutrient addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. **Applied Soil Ecology**, v.72, p.103-108, 2013.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. X. Época e densidade de semeadura de Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no Alto do Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1969-1974, 2001.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. S.; STRIEDER, G. A. M. L.; SUHRE, E.; RAMBO, L. Desenvolvimento fenológico e agrônômico de três híbridos de milho em três épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1341-1348, 2004.

GARCIA JUNIOR, D.; VECHIATO, M. H.; MENTEN, J. O. M. Efeito de fungicidas no controle de *Fusarium graminearum*, germinação, emergência e altura de plântulas em sementes de trigo. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.3, p.280-283, 2008.

GILLARD, C. L.; RANATUNGA, N. K.; CONNER, R. L. The control of dry bean anthracnose through seed treatment and the correct application timing of foliar fungicides. **Crop Protection**, v.37, p.81-90, 2012.

GOMES, D. P.; SILVA, G. C.; KRONKA, A. Z.; TORRES, S. B.; SOUZA, J. R. Qualidade fisiológica de sementes e incidência de fungos em sementes de feijão caupi produzidas do estado do Ceará. **Caatinga**, v.21, n.2, p.165-171, 2008.

GONÇALVES, F. M. A.; CARVALHO, S. P.; RAMALHO, M. A. P.; CORRÊA, L. A. Importância das interações cultivares x locais e cultivares x anos na avaliação de milho na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.7, p.1175-1181, 1999.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; MEDEIROS, M. S.; LIMA, C. R. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.4, p.793-802, 2009.

HAMMAN, B.; EGLI, D. B.; KONING, G. Seed vigor, soil borne pathogens, preemergent growth, and soybean seedling emergence. **Crop Science**, v.42, p.451-457, 2002.

HAN, J.; SUN, L.; DONG, X.; CAI, Z.; YANG, H.; WANG, Y.; SONG, W. Characterization of a novel plant growthpromoting bacteria strain *Delftia tsuruhatensis* HR4 both as a

diazotroph and a potential biocontrol agent against various pathogens. **Systematic and Applied Microbiology**, v.28, p.66-76, 2005.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARAES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.2, p.179-185, 2006.

LOPES, N. P.; QUEIROZ, M. E. L. R.; NEVES, A. A.; ZAMBOLIM, L. Influência da matéria orgânica na adsorção do fungicida triadimenol pelo solo. **Química Nova**, v.25, n.4, p.544-547, 2002.

MADHAIYAN, M.; POONGUZHALI, S.; HARI, K.; SARAVANAN, V. S.; SA, T. Influence of pesticides on the growth rate and plant-growth promoting traits of *Gluconacetobacter diazotrophicus*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.84, p.143-154, 2006.

MEI, Y.; SONG, S. Early Morphological and Physiological Events Occurring During Germination of Maize Seeds. **Agricultural Sciences in China**, v.7, n.8, p.950-957, 2008.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.1, p.14-21, 2012.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p 13-18, 2009.

MIRANSARI, M.; SMITH, D. L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v.99, p.110-12, 2014.

MORAIS, R. F.; QUESADA, D. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribution of biological nitrogen to Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Plant Soil**, v.356, n.1-2, p.23-34, 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.2, p.2-24, 1999.

NASCIMENTO, W. M. O.; OLIVEIRA, B. J.; FAGIOLI, M.; SADER, R. Fitotoxicidade do inseticida carbofuran 350 FMC na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.242-245, 1996.

PEREYRA, M. A.; BALLESTEROS, F. M.; CREUS, C. M.; SUELDO, E. J.; BARASSI, C. A. Seedlings growth promotion by *Azospirillum brasilense* under normal and drought conditions remains unaltered in Tebuconazole-treated wheat seeds. **European Journal of Soil Biology**, v.45, p.20–27, 2009.

RAMPIM, L.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; NACKE, H.; KLEIN, J.; GUIMARÃES, V. F. Qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de trigo submetidas à inoculação e diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n 4, p.678-685, 2012.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. Regulando o crescimento e o desenvolvimento: os hormônios vegetais. In: RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal**. Tradução de Jane Elizabeth Kraus. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. P. 649-675.

RIVERA, D.; OBANDO, M.; GARRIDO, M. F.; BONILLA, R. EFECTO DE AGROQUÍMICOS PELETIZADOS EN SEMILLAS DE ALGODÓN SOBRE EL BIOFERTILIZANTE MONIBAC® CON BASE EN *Azotobacter chroococcum*. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v.9, n.2, p.130-138, 2011.

SILVA NETO, M. L. S.; SMIDERLE, O. J.; SILVA, K.; FERNANDES JUNIOR, P. I.; XAVIER, G. R.; ZILLI, J. E. Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão-caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.1, p.80-87, 2013.

SOLORZANO, C. D.; MALVICK, D. K. Effects of fungicide seed treatments on germination, population, and yield of maize grown from seed infected with fungal pathogens. **Field Crops Research**, v.122, n.3, p.173-178, 2011.

STEFAN, M.; MUNTEANU, N.; STOLERU, V.; MIHASAN, M.; HRITCU, L. Seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria enhances photosynthesis and yield of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.). **Scientia Horticulturae**, v.151, n.28, p.22-29, 2013.

SUPRATO, A.; SUGITO, Y.; SITOMPUL, S. M.; SUDARYONO. Study of growth, yield and radiation energy conversion efficiency on varieties and different plant population of peanut. **Procedia Environmental Sciences**, v.17, p.37-45, 2013.

ZAIED, K. A.; EL-HADY, A. H.; AFIFY, A. H.; NASSEF, M. A. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.4, n.2, p.344-358, 2003.

ZORITA, M. D.; CANIGIA, M. V. F. Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilense* on dryland wheat productivity. **European Journal of Soil Biology**, v.45, p.3-11, 2009.

APÊNDICES

1 - Resumo do quadro de análise de variância para primeira contagem (PC), germinação (G), massa seca total (MST, g), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), comprimento total (CT, cm), comprimento de parte aérea (CPA, cm) e comprimento de raiz (CR, cm), para aveia-preta no ano de 2012.

	QM	PR > F	QM	PR > F	QM	PR > F
	PC		G		MST	
Inoculação	20,25	0,559	0,5625	0,723	0,00000005	0,634
TS	1056,25	0,001	18,00	0,062	0,00000001	0,874
Inoculação*TS	196,00	0,086	46,00	0,007	0,00000298	0,003
Resíduo	56,00		4,00		0,00000021	
	MSPA		MSR		CT	
Inoculação	0,00000003	0,606	0,00000016	0,113	4,716	0,144
TS	0,00000077	0,021	0,00000056	0,007	48,0942	0,00
Inoculação*TS	0,00000095	0,012	0,00000064	0,005	0,1381	0,794
Resíduo	0,00000011		0,00000066		1,9317	
	CPA		CR			
Inoculação	0,366	0,135	2,4544	0,203		
TS	16,6058	0,00	8,1797	0,03		
Inoculação*TS	0,072	0,491	0,0106	0,931		
Resíduo	0,1428		1,3519			

*TS = tratamento de sementes com inseticida e fungicida.

2 - Resumo do quadro de análise de variância para primeira contagem (PC), germinação (G), massa seca total (MST, g), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), comprimento total (CT, cm), comprimento de parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm) e emergência em canteiro (EC, %), para aveia-preta no ano de 2013.

	QM	PR > F	QM	PR > F	QM	PR > F
	PC		G		MST	
Inoculação	420,25	0,00	400,00	0,00	0,00000095	0,23
TS	4,00	0,52	36,00	0,07	0,00000000	0,97
Inoculação*TS	169,00	0,00	110,25	0,00	0,00000008	0,73
Resíduo	9,2083		8,7916		0,00000059	
	MSPA		MSR		CT	
Inoculação	0,00000042	0,24	0,00000009	0,38	0,33	0,69
TS	0,00000049	0,21	0,00000056	0,04	8,04	0,06
Inoculação*TS	0,00000000	0,93	0,00000006	0,46	11,79	0,03
Resíduo	0,00000028		0,00000011		1,90	
	CPA		CR		EC	
Inoculação	0,22	0,54	2,07	0,27	42,2500000	0,345
TS	11,17	0,00	0,56	0,56	210,2500000	0,053
Inoculação*TS	0,70	0,28	8,07	0,04	272,2500000	0,032
Resíduo	0,55		1,53		42,4722222	
Bloco	-	-	-	-	244,9166666	0,018

*TS = tratamento de sementes com inseticida e fungicida.

3 - Resumo do quadro de análise de variância para primeira contagem (PC), germinação (G), massa seca total (MST, g), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), comprimento total (CT, cm), comprimento de parte aérea (CPA, cm) e comprimento de raiz (CR, cm), para azevém no ano de 2012.

	QM	PR > F	QM	PR > F	QM	PR > F
	PC		G		MST	
Inoculação	217,5625	0,20	232,5625	0,26	0,00000002	0,40
TS	248,0625	0,17	162,5625	0,34	0,00000005	0,14
Inoculação*TS	85,5625	0,41	203,0625	0,29	0,00000005	0,40
Resíduo	117,1458		165,1875		0,00000002	
	MSPA		MSR		CT	
Inoculação	0,00000004	0,10	0,00000000	1,00	0,3022	0,49
TS	0,00000004	0,10	0,00000000	1,00	23,2989	0,00
Inoculação*TS	0,00000000	1,00	0,00000001	0,40	4,2201	0,02
Resíduo	0,00000001		0,00000001		0,5917	
	CPA		CR			
Inoculação	0,1179	0,16	0,0425	0,77		
TS	4,5364	0,00	7,2736	0,00		
Inoculação*TS	0,1413	0,12	2,8164	0,03		
Resíduo	0,0514		0,4831			

*TS = tratamento de sementes com inseticida e fungicida.

4 - Resumo do quadro de análise de variância para primeira contagem (PC), germinação (G), massa seca total (MST, g), massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g), comprimento total (CT, cm), comprimento de parte aérea (CPA, cm), comprimento de raiz (CR, cm) e emergência em canteiro (EC, %), para azevém no ano de 2013.

	QM	PR > F	QM	PR > F	QM	PR > F
	PC		G		MST	
Inoculação	1,00	0,874	1105,5625	0,033	0,00000036	0,032
TS	16,00	0,528	10,5625	0,818	0,00000000	0,843
Inoculação*TS	210,25	0,036	60,0625	0,585	0,00000000	0,843
Resíduo	37,875		190,8541		0,00000006	
	MSPA		MSR		CT	
Inoculação	0,00000012	0,039	0,00000006	0,08	0,4726	0,316
TS	0,00000000	0,747	0,00000001	0,459	0,2475	0,463
Inoculação*TS	0,00000000	1,00	0,00000000	0,709	4,4626	0,007
Resíduo	0,00000002		0,00000002		0,4313	
	CPA		CR		EC	
Inoculação	0,2162	0,248	0,1008	0,546	121,0000	0,176
TS	0,555	0,076	1,7889	0,022	4,0000	0,795
Inoculação*TS	0,819	0,036	8,541	0,00	841,0000	0,004
Resíduo	0,1469		0,2605		56,0000	
Bloco	-	-	-	-	224,6666	0,046

*TS = tratamento de sementes com inseticida e fungicida.

CAPITULO III: ESTABELECIMENTO DE PLANTAS DO CONSÓRCIO AVEIA- PRETA E AZEVÉM, SOB INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*, EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

RESUMO

A utilização de ferramentas que venham a aumentar a produção de pastagens, responsáveis pela sustentação de grande parte da produção pecuária no Rio Grande do Sul, vem sendo objeto de estudo de muitos pesquisadores. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a resposta de plantas de aveia-preta e azevém, consorciadas, quando inoculadas com *Azospirillum brasilense*. O experimento foi conduzido nos anos de 2012 e 2013, no município de Santa Maria – RS. O número de sementes viáveis utilizado foi 300 e 100 m⁻², de aveia-preta e de azevém, respectivamente. A dose utilizada do inoculante foi de 5 ml kg⁻¹ de sementes do consórcio. Após a semeadura, foi feita a incorporação das sementes através de uma leve gradagem. No início do afilhamento, foi feita a aplicação de 50 kg de nitrogênio ha⁻¹, para a formação de tratamentos com e sem nitrogênio. Foi avaliado o número inicial de plantas emergidas m⁻² e posteriormente a altura de plantas, número de folhas e afilhos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições. No primeiro ano, observou-se resposta da inoculação para a variável número de plantas m⁻² de aveia-preta. No segundo ano, sob resteva de milho observou resposta da inoculação para número de folhas a altura de aveia preta e sob resteva de soja para número de folhas de aveia e número de afilhos de azevém.

Palavras-chave: Fixação Biológica de Nitrogênio, Bactérias Diazotróficas, Sustentabilidade, Redução de Custo, Manejo.

ABSTRACT

The use of tools that will increase pasture production is responsible for the support of much of the livestock production in Rio Grande do Sul and has been studied by many researchers. The work brought presents to evaluate the response of plants to oat and ryegrass intercropped when inoculated with the inoculant bacteria *Azospirillum brasilense* base. The experiment was conducted in the years 2012 and 2013, in Santa Maria - RS. Seeding rate of 80 kg and 20 kg ha⁻¹ seed oat and ryegrass, respectively was used. Inoculation was done in the morning, and sowing by hand, in the afternoon. The dose of inoculum used was 5 ml kg⁻¹ of seed product of the consortium. Was sowing the seeds of incorporation was taken through a light disking. At the beginning of tillering, was taken to application of 50 kg ha⁻¹ of nitrogen for the formation of treatments with and without nitrogen. The initial number of emerged plants m⁻² and subsequently plant height, number of leaves and tillers was evaluated. The experimental design was a randomized block design with tree replications. In the first year, there was a response to inoculation for the number of plants m⁻² in oat and ryegrass plant height variable. In the second year the number of leaves and tillers of oat plants and the number m⁻² and height of ryegrass plants were affected by inoculation.

Key-words: Biological Nitrogen Fixation, diazotrophic bacteria, Sustainability, Cost Reduction, Management.

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, boa parte da produção pecuária é sustentada por pastagens naturais ou campo nativo. Isso porque nem todos os produtores fazem uso da semeadura de pastagens cultivadas ou até mesmo de fertilização. Porém, essa situação não ocorre de forma unânime, havendo sistemas de produção que fazem uso da implantação de espécies produtoras de forragem. Sendo estas responsáveis por sustentar os rebanhos em períodos de baixa produção das espécies nativas.

No sul do Brasil várias espécies são utilizadas para pastejo no inverno, porém as utilizadas em maior volume são as espécies de aveia preta e azevém, consorciadas (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Além de bem adaptadas às condições edafoclimáticas da região, ambas possuem boa produção de massa, resistência ao pisoteio, rusticidade, facilidade de aquisição de sementes, forragem de qualidade e baixo custo de produção (SKONIESK et al., 2011). As características mais específicas de cada espécie conferem boa disponibilidade de massa verde ao longo de todo o período. A aveia preta atinge bons níveis de produção de maneira mais precoce, sendo talvez isso a causa de seu maior volume de utilização, quando comparado ao azevém (FERRAZA et al., 2013). O azevém atinge picos altos de produção mais tardiamente, porém a facilidade de ressemeadura natural, produção de forragem em boa qualidade e quantidade e sua grande rusticidade, são fatores relacionados à sua utilização (MITTELMAN et al., 2010).

Nos sistemas de produção que fazem uso da integração entre lavoura e pecuária, tem-se o problema do vazio forrageiro. Este se caracteriza por um período de escassez de forragem para alimentação dos animais, podendo o mesmo ocorrer no início do outono ou início da primavera (MIGLIORINI et al., 2010). No Brasil o sistema de integração lavoura-pecuária se constitui, em sua grande maioria, pelo cultivo de espécies produtoras de grãos no verão, e pela introdução de forrageiras no inverno (MACEDO, 2009). O vazio forrageiro então se dá entre a semeadura das pastagens até o pleno estabelecimento das mesmas.

O desenvolvimento inicial das espécies utilizadas é um dos aspectos mais importantes para o sucesso do sistema. Quanto mais rápido for, mais precocemente os animais podem fazer uso da forrageira, encurtando o vazio forrageiro. Práticas de manejo como tratamento de sementes (ALMEIDA et al., 2012), calagem (CORRÊA et al., 2008), adubação de base (FAGERIA & MOREIRA, 2011), adubação nitrogenada em cobertura (SILVA et al., 2009), sementes de alto vigor (PARIZ et al., 2010), etc, são eficientes para acelerar o

desenvolvimento de várias espécies de interesse econômico. Porém, mesmo mostrando-se eficientes, em muitos dos casos não utilizadas em espécies de interesse forrageiro, em virtude, muitas vezes, do maior custo demandado.

A grande demanda de nitrogênio é um dos maiores entraves para o aumento da produção das plantas. Isso porque sua dinâmica no solo é bastante complexa, bem como o seu custo é bastante elevado. Uma vez no sistema o mesmo pode sofrer perdas por processos como desnitrificação (VAN DER SALM et al., 2007), lixiviação (DELIN & STENBERG, 2014) e volatilização (HAYASHI et al., 2011), diminuindo a sua eficiência de absorção pelas plantas. Este elemento é de grande importância nas plantas por ser componente de várias biomoléculas presentes nas plantas, como ATP, NADH, NADPH, clorofilas, proteínas e inúmeras enzimas (TAIZ & ZIEGER, 2004).

Outra alternativa que pode ser viável para otimizar o cultivo de plantas da família Poaceae é a utilização de bactérias com potencial de fixação de nitrogênio em associação com as mesmas (DOBEREINER, 1992). Essas bactérias são consideradas promotoras do crescimento de plantas através da capacidade de fixação de nitrogênio do ar (HUERGO et al., 2008) e também pela produção de fito-hormônios, como o ácido indolacético (BALDANI, 1996). Trabalhos conduzidos com culturas como milho e trigo foram realizadas (KATATNY et al., 2011; FERREIRA et al., 2013), indicam bons resultados com a utilização desses microrganismos. Resultados apresentados com essas culturas (SALA et al., 2007; LANA et al., 2012), com diferentes estirpes desses microrganismos, demonstram bons resultados com da sua associação com as plantas.

As bactérias desse gênero, que fixam nitrogênio em associação com espécies de Poaceas, são organismos diazotróficos, normalmente encontrados na rizosfera ou endofiticamente nas raízes das plantas (ROUWS et al., 2010). A sua presença na planta pode se dar dentro dos tecidos radiculares (BACILIO-JIMÉNEZ et al., 2001) ou na superfície do mesmos (ALEXANDRE et al., 1996). Estas podem ainda colonizar vasos do xilema e ser encontradas em folhas e colmos de diversas espécies (REIS JUNIOR et al., 2000).

As pesquisas desenvolvidas no âmbito da fixação de nitrogênio tem na maioria de seus resultados, respostas de culturas produtoras de grãos, como o milho e o trigo. Cavallet et al. (2000) observou produtividade de milho de 5.469 kg ha⁻¹ quando *Azospirillum brasiliense* foi inoculada na semente em comparação á 5.112 kg ha⁻¹ quando a semente de milho não foi inoculada. Por outro lado, autores como Dartora et al. (2013) só observaram benefícios a cultura do milho, quanto a produtividade, quando *Azospirillum brasilense* foi utilizada em combinação com *Herbaspirillum seropedicaea*. Porém, resultados da interação desse

microrganismo com plantas forrageiras, como aveia-preta e azevém, nas condições edafoclimáticas do sul do Brasil, ainda não escassos.

Assim sendo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência de *Azospirillum brasilense* no crescimento inicial de planta de aveia-preta e azevém, consorciadas, em sistema de integração lavoura-pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 2012 e 2013, na localidade de Estância Velha, distrito de Boca do Monte, coordenadas geográficas 29°41'52,53''S 54°02'34,29''O, elevação 195 metros, no município de Santa Maria localizado na região central do RS. A área utilizada foi de aproximadamente 0,34 ha, em um sistema integrado de produção de grãos com produção animal.

A área do experimento foi cultivada com soja na safra 2010/2011. Após a colheita da soja foi semeado azevém no período do inverno e milho no verão, sendo as duas culturas utilizadas para pastejo de bovinos de corte. Para a semeadura do consórcio composto por aveia-preta e azevém, a área foi gradeada e foram realizadas dessecações para receber os tratamentos.

Antes da implantação do experimento, amostras de solo foram coletadas para caracterização química do local do experimento, que é a seguinte: pH (CaCl₂) = 4,10; M.O. (g dm⁻³) = 21,44; P (mg dm⁻³) = 1,79; K (cmol_c dm⁻³) = 0,80; Cu (mg dm⁻³) = 1,19; Fe (mg dm⁻³) = 175,78; Zn (mg dm⁻³) = 1,36; Mn (mg dm⁻³) = 118,23; Al³⁺ (cmol_c dm⁻³) = 0,96; H+Al (cmol_c dm⁻³) = 6,21; Ca (cmol_c dm⁻³) = 1,82; Mg (cmol_c dm⁻³) = 1,13; Índice SMP = 5,70; SB (cmol_c dm⁻³) = 3,75; V (%) = 37,65; Sat. Al (%) = 20,38.

A semeadura ocorreu no dia 17 de maio, em 2012 e 2013. O consórcio foi formado por 80 kg ha⁻¹ de sementes de aveia preta (*Avena strigosa*) e 20 kg ha⁻¹ de sementes azevém (*Lolium multiflorum*), visando alcançar um número de 300 e 100 sementes viáveis m⁻² de aveia-preta e azevém, respectivamente, semeadas manualmente a lanço e incorporadas ao solo com uma leve gradagem. Não foi realizada adubação de base. No momento da semeadura as únicas diferenças quanto aos tratamentos se deram em função da inoculação ou não das sementes com inoculante formulado com duas estirpes da bactéria *Azospirillum brasilense*. A inoculação se deu na parte da manhã, e a semeadura na parte da tarde, em ambos os anos. A inoculação foi realizada na dose de 5 ml do produto para cada kg de sementes do consórcio. O

volume de calda utilizado foi de 10 ml para um kg sementes de aveia-preta e quinze ml de calda para cada kg de sementes do consórcio.

A semeadura visou a implantação de um experimento com três fatores de estudo: inoculação e não inoculação de sementes (2) x doses de nitrogênio (3) x manejo de pastagem (5). O primeiro fator, inoculação de sementes, foi aplicado no momento da semeadura, através da inoculação ou não com *Azospirillum brasiliense*. O segundo fator foi o manejo da adubação nitrogenada, que se constituiu da aplicação de 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia (45% de nitrogênio). A primeira aplicação de nitrogênio se deu no início do perfilhamento, na dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Neste momento o nitrogênio foi aplicado nas parcelas que receberiam as doses de 50 e 50+50 kg ha⁻¹ de nitrogênio. A segunda aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, nas parcelas que receberiam 50+50 kg ha⁻¹, se deu logo após a saída dos animais no primeiro pastejo. O terceiro fator foi o manejo da pastagem, onde: sem pastejo (SP); pastejo contínuo (PC); altura da pastagem de 10 cm na saída dos animais (A10); altura da pastagem de 20 cm na saída dos animais (A20) e altura da pastagem de 30 cm na saída dos animais de (A30). Para o segundo ano de experimento, foi considerada a influência dos tratamentos sem pastejo (SP) e pastejo contínuo (PC) realizados em 2012, sobre o consórcio em 2013. As parcelas experimentais e as sub-parcelas foram isoladas com cerca elétrica, para evitar que animais entrassem de forma indesejada no experimento. Os animais utilizados para o pastejo foram ovinos da raça corriedale. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental possuiu dimensões de 8 x 4 m, totalizando uma área de 32 m².

Para fazer a mensuração do estabelecimento inicial das plantas de aveia-preta e azevém no consórcio, foi feita a contagem do número de plantas m⁻², a partir de nove dias após a semeadura. Essas medições foram realizadas em todas as parcelas, com auxílio de um quadrado de dimensões de 50 x 50 cm (0,25 m²), nas datas de: 29/05/2012, 04/06/2012, 11/06/2012, 19/06/2012 e 26/06/2012. Até a última data, o único diferencial entre os tratamentos era o fator inoculação, pois ainda não havia iniciado o pastejo e nem havia sido aplicado nitrogênio. Na data de 27/06/2012 foi realizada a primeira aplicação de nitrogênio nas parcelas cujos tratamentos receberiam 50 e 100 kg ha⁻¹. A partir disso, os tratamentos diferenciaram-se também pelo fator aplicação de nitrogênio, passando de dois para quatro tratamentos: (1) sem inoculação + 0 kg de nitrogênio ha⁻¹, (2) sem inoculação + 50 kg de nitrogênio ha⁻¹, com inoculação + 0 kg de nitrogênio ha⁻¹ e com inoculação + 50 kg de nitrogênio ha⁻¹. Nessa mesma data foi realizada uma aplicação do herbicida Metsulfuron metílico (600 g de ingrediente ativo kg⁻¹), na dose de seis g ha⁻¹ do produto comercial,

visando o controle de plantas daninhas. Na data de 02/07/2012 foi feita a última contagem do número de plantas m^{-2} . Nesta mesma data, cinco plantas de cada espécie consorciada foi marcada. Após a marcação das plantas iniciou-se a contagem do número de folhas, número de afilhos e estatura das plantas marcadas até a entrada dos animais para o pastejo, segundo metodologia descrita por Costa et al. (2012). O número de afilhos reflete o número total de colmos em cada planta marcada. Essas avaliações foram realizadas nas seguintes datas: 12/07/2012, 18/07/2012, 25/07/2012 e 03/08/2012.

O procedimento de avaliação no segundo ano foi o mesmo, porém houve modificações quanto aos tratamentos avaliados. No primeiro ano, após o último pastejo, o consórcio foi dessecado, com a utilização de 5 litros ha^{-1} do herbicida glifosate, com posterior semeadura das culturas de soja e milho, em todas as unidades experimentais. Assim sendo, além do fator inoculação e nitrogênio, havia também fatores relacionados a cultura antecessora (milho e soja) e dos manejos da pastagem utilizados no ano anterior. Quanto aos manejos da pastagem, estes eram cinco, porém foram avaliados os manejos de pastejo contínuo e sem pastejo. A escolha de ambos se deu em virtude de um possível contraste maior de ambos. A contagem do número de plantas m^{-2} seu deu nas seguintes datas: 22/05/2013, 29/05/2013, 06/06/2013 e 16/06/2013. No dia 28/06/2013 realizou-se a primeira avaliação do número de folhas, afilhos e estatura, conforme metodologia já citada. Após esta avaliação, foi realizada a primeira aplicação de nitrogênio, nas parcelas cujos tratamentos receberiam 50 e 50+50 $kg ha^{-1}$. A segunda e última avaliação do número de folhas, afilhos e estatura do consórcio foi realizada em 06/08/2013. Para esta avaliação os fatores avaliados tinham então a adição da aplicação ou não de nitrogênio.

No ano de 2012 foram utilizados as cultivares comuns, tanto de aveia-preta como de azevém. No segundo ano foram utilizadas a cultivar de aveia-preta IAPAR 61 e a de azevém BRS Ponteio.

A análise da variância foi feita pelo pacote estatístico Soc (EMBRAPA, 1997). Quando o valor de F foi significativo, realizou-se teste de comparação de médias. O teste escolhido foi o de Duncan, a 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi conduzido, em ambos os anos, sem que houvesse qualquer tipo de problema de ordem fitossanitária que viessem a por em risco a qualidade dos resultados. O

extrato do balanço hídrico dos anos de 2012 e 2013 está representado na forma de apêndice (10).

Não foi verificada resposta da inoculação sobre o número de plantas emergidas m^{-2} para ambas as espécies. A evolução do número dessas plantas, para as espécies, está representada na Figura 1. Tanto para aveia-preta como para azevém observou-se comportamento linear positivo para essa variável. Esse comportamento se deve ao fato de que não ocorreu a estabilização do fluxo de emergência das plantas durante o período entre a semeadura, no dia 17/05/2012, até a última avaliação realizada, no dia 26/06/2012 (39 dias após a semeadura). Com base na inexistência de diferença entre os tratamentos, pode-se inferir que a utilização de *Azospirillum brasilense* não foi suficiente para assegurar uma melhor emergência de plantas do que o tratamento onde não havia presença da bactéria, tanto para aveia-preta como para azevém. Este resultado não corrobora com o descrito por KENNEDY et al. (2004), que apresenta resultados positivos desse microrganismo sobre espécies como milho, trigo e arroz.

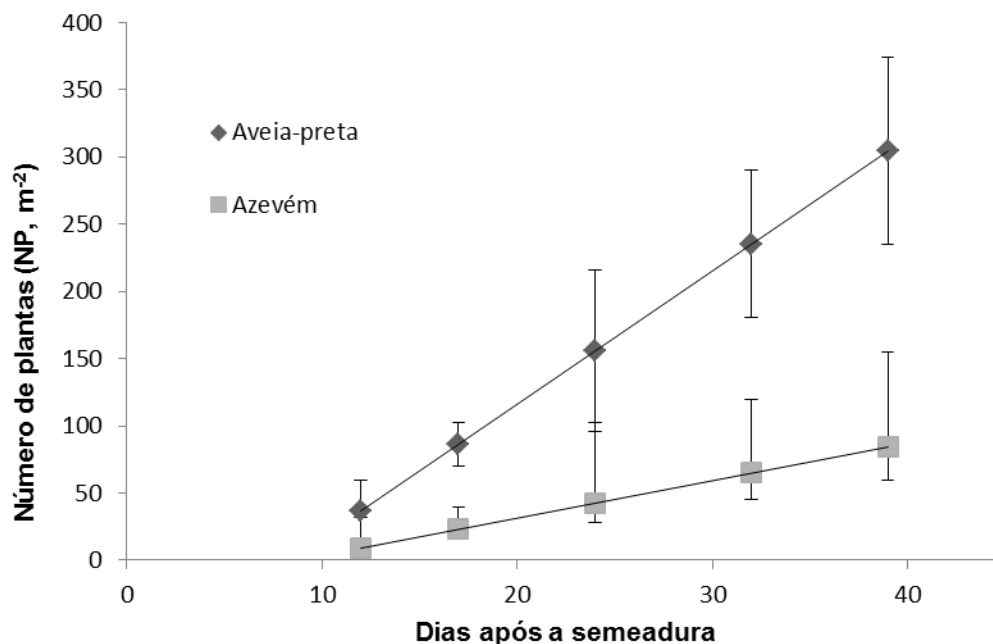


Figura 1. Número de plantas m^{-2} de aveia-preta ($NP = -82,77098153 + 9,93729764 * DAS$, $r^2 = 0,87$, $p > 0,05$) e azevém ($NP = -24,51410118 + 2,7975453 * DAS$, $r^2 = 0,93$, $p < 0,05$) nas avaliações feitas aos 12, 17, 24, 32 e 39 dias após a semeadura.

A Tabela 1 indica o resultado do número de plantas m^{-2} após a aplicação de 50 kg ha^{-1} de nitrogênio, na forma de ureia. Não se observou diferença entre os tratamentos que receberam aplicação de nitrogênio. Como a aplicação de nitrogênio se deu apenas um dia

antes da avaliação ser realizada, o efeito do nitrogênio não foi observado em virtude do pouco tempo que as plantas tiveram para utiliza-lo (MALAVOLTA, 1980). A atividade ou presença da bactéria no solo, bem como na planta não foi determinada. Porém, nesta avaliação, pode ser percebido um provável início da associação entre a bactéria e as plantas de aveia-preta. Por meio da diferença estatística observada entre tratamentos com inoculação e sem inoculação, infere-se que a associação tenha acontecido. Nesta avaliação, o número de plantas m^{-2} inoculadas foi maior que o de plantas não inoculadas. Para azevém, não se observou diferenças para o efeito principal da inoculação, assim como não se observou para o nitrogênio. O potencial de bactérias fixadoras de nitrogênio promover o crescimento de plantas, por esse ou outros mecanismos, tem uma amplitude de resultados muito grande. Essa variação se dá a nível de espécie e até mesmo em virtude de genótipos, ou seja, o fato de resposta ou não de uma espécie de planta a inoculação esta relacionada a especificidade com o microrganismo (MORAIS et al., 2012). Outro fator a ser considerado são as condições do ambiente e do solo. O desenvolvimento da associação entre planta e hospedeiro também é influenciada pelas condições do meio (pH do solo, temperatura, umidade do solo, etc), que diferem de uma região para outra, bem como de um ano para outro, tornando-se mais ou menos favorável e consequentemente modificando a eficiência da associação (HERRIDGE et al., 2008).

Tabela 1 - Efeito principal da inoculação com *Azospirillum brasilense* e da aplicação de nitrogênio para a variável número de plantas m^{-2} de aveia-preta e azevém aos 45 dias após semeadura.

	Aveia-preta	Azevém
Com inoculação	335,51a*	66,84
Sem inoculação	304,99b	63,95
	Aveia-preta	Azevém
0 kg de N ha^{-1}	325,37	60,44
50 kg de N ha^{-1}	322,57	67,15
Média	323,51	64,91
CV (%)	19,92	33,89

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

A Figura 2 indica o resultado das variáveis altura de plantas, número de folhas e afilhos das plantas de aveia-preta e azevém. Para aveia-preta observou-se, para todas as variáveis analisadas, somente interação entre o efeito do nitrogênio com o decorrer dos dias após a semeadura. As variáveis altura de planta, número de folhas e número de afilhos ajustaram-se ao modelo linear, nos tratamentos que receberam 50 kg de nitrogênio ha^{-1} no perfilhamento. Os tratamentos sem aplicação de nitrogênio, somente o número de folhas de aveia-preta se

ajustou ao modelo linear, sendo que as demais variáveis não se ajustaram a nenhum modelo. Para o azevém a interação do nitrogênio no decorrer do tempo das avaliações se deu para as variáveis número de folhas e número de afilhos, não havendo resposta para altura de plantas. A resposta do número de folhas e número de afilhos de azevém ao nitrogênio ajustou-se ao modelo de regressão linear. Porém, quando não houve aplicação de nitrogênio, a resposta dessas variáveis não se ajustou a nenhum dos modelos de regressão. Quando se deseja estudar os efeitos da aplicação de bactérias fixadoras de nitrogênio deve-se buscar entender os efeitos do nitrogênio mineral sobre a fisiologia das mesmas. O amônio (NH_4^+) originado das formulações de adubos minerais traz prejuízos ao desenvolvimento e a sobrevivência das bactérias no solo. Esta forma do nitrogênio, que é preferencialmente absorvida pelas plantas juntamente com o nitrato (NO_3^-), prejudica o funcionamento do complexo enzimático nitrogenase da bactéria, diminuindo sua eficiência (RUDNICK et al., 1997), podendo este fato ter prejudicado a resposta da inoculação. Este fato é o que pode ter impedido resultados ainda melhores para altura de azevém, frente a inoculação. Outro ponto importante relacionado a adubos nitrogenados, é que sua adição acidifica o solo (TONG & XU, 2012).

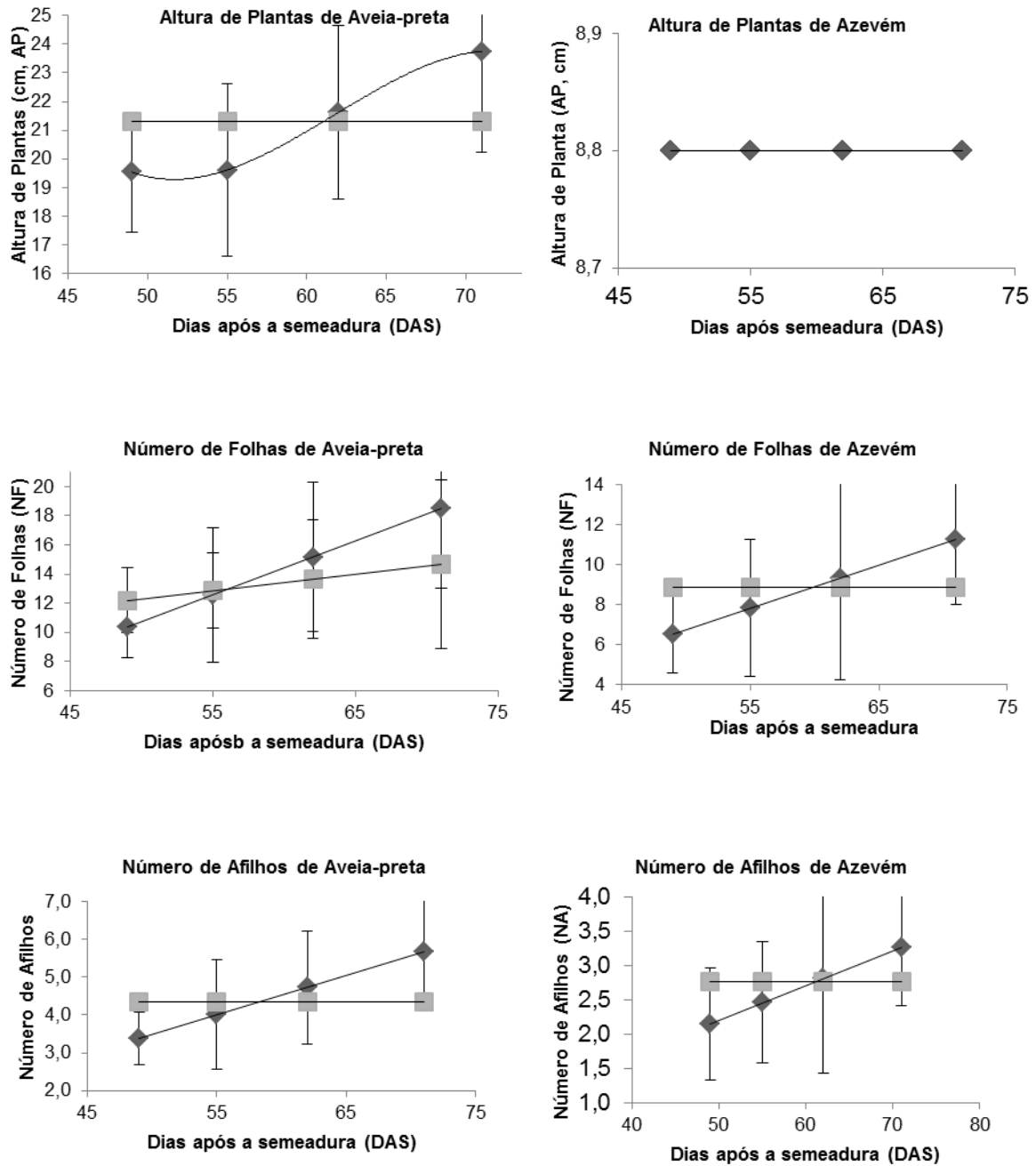


Figura 2. Interação entre número de dias após a semeadura (45, 55, 62 e 71) e aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio para altura de plantas (AP = 18,42116899+0,04884806*DAS; r² = 0,80; p > 0,05), número de folhas (NF = -7,82442791+0,37062326*DAS; r²=0,96; p > 0,05) e número de afilhos de aveia-preta (NA = -1,70284031+0,10378915*DAS; r² = 0,96; p > 0,05) e número de folhas (NF = -3,97157209+0,21471008*DAS; r² = 0,98; p > 0,05) e número de afilhos de azevém (NA = -0,33562171+0,05084031*DAS; r² = 0,94; p > 0,05). Efeito de dias após a semeadura, sem nitrogênio, para altura de plantas (AP = 21,31), número de folhas (NF = 6,57782326+0,11421395*DAS; r² = 0,83; p > 0,05) e número de afilhos de aveia-preta (NA = 4,35) e número de folhas (NF = 8,88) e número de afilhos de azevém (NF = 2,76). Média para altura de plantas de Azevém (AP = 8,80) no decorrer das avaliações feitas aos 45, 55, 62 e 71 dias após a semeadura. Obs: retas com pontos em losango se referem ao tratamento com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio e retas com pontos quadrados se referem a tratamentos sem aplicação de nitrogênio.

Observando a Figura 3, percebe-se que ao final das avaliações o número de plantas m^{-2} foi menor no tratamento onde não houve inoculação em sistema sem pastejo em 2012. Para os demais tratamentos, não se observa diferença. Diferentemente do ocorrido em 2012, *Azospirillum brasilense* não mostrou tendência em melhorar a eficiência da aveia-preta para esta variável, o que reforça o mencionado por autores como Moraes et al. (2012), em que a associação planta-bactéria é dependente de uma complexa especificidade entre ambos. Uma vez que os genótipos de aveia-preta utilizados foram diferentes em cada um dos anos de experimento, podendo a resposta estar atrelada a este fator. O impacto do pisoteio animal, no sistema de pastejo contínuo em 2012, não influenciou negativamente esta variável, uma vez que foi estatisticamente igual ao tratamento sem pastejo. Um dos motivos possíveis para isso é de que a carga animal utilizada não tenha sido alta o suficiente para causar um aumento na compactação do solo (SPERA et al., 2009).

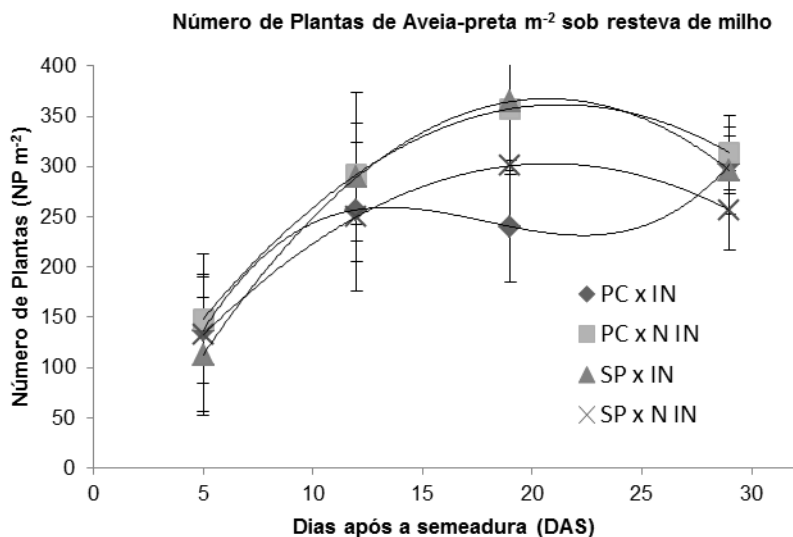


Figura 3. Interação entre inoculação e sistema de pastejo empregado no ano anterior sobre o número de plantas m^{-2} de Aveia-preta, no decorrer dos dias após a semeadura, sob resteva de milho. PC x IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas inoculadas ($NP = -122,66176804 + 71,1405505 * DAS - 4,24142724 * DAS^2 + 0,07906868 * DAS^3$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$); PC X N IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas não inoculadas ($NP = -2,24574313 + 34,16805238 * DAS - 0,80240002 * DAS^2$; $r^2 = 0,96$; $p > 0,05$); SP x IN; interação dos tratamentos sem pastejo com plantas inoculadas ($NP = -75,20482403 + 42,772192 * DAS - 1,0332303 * DAS^2$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$); SP x N IN: interação dos tratamentos sem pastejo com plantas não inoculadas ($NP = 7,70536821 + 28,38710697 * DAS - 0,68281067 * DAS^2$; $r^2 = 0,94$; $p > 0,05$).

A Figura 4 indica comportamento plantas de azevém. O número de plantas m^{-2} dos tratamentos sob pastejo contínuo em 2012, mostraram maior número de plantas m^{-2} nos

tratamentos sob sistema sem pastejo, inoculados ou não. No primeiro ano de condução do experimento não se observou resposta do azevém á inoculação, para esta variável. Novamente não se observou resposta do número de plantas m^{-2} a inoculação, para o azevém, quando conduzido sob a resteva do milho.

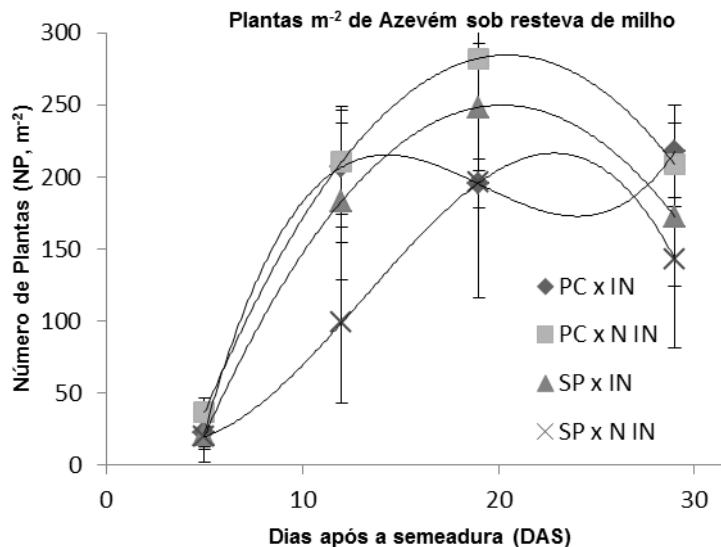


Figura 4. Interação entre inoculação e sistema de pastejo empregado no ano anterior sobre o número de plantas m^{-2} de Azevém, no decorrer dos dias após a semeadura, sob resteva de milho. PC x IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas inoculadas ($NP = -334,74044151 + 95,87968939 * DAS - 5,34429118 * DAS^2 + 0,09292753 * DAS^3$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$); PC X N IN: interação dos tratamentos em pastejo contínuo com plantas não inoculadas ($NP = -149,91341766 + 42,49009081 * DAS - 1,03907449 * DAS^2$; $r^2 = 0,98$; $p > 0,05$); SP x IN: interação dos tratamentos sem pastejo com plantas inoculadas ($NP = -154,97048602 + 40,10755924 * DAS - 0,99370408 * DAS^2$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$); SP x N IN: interação dos tratamento sem pastejo com plantas não inoculadas ($NP = 36,96446012 - 12,83108314 * DAS + 2,15519121 * DAS^2 - 0,05470171 * DAS^3$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$). Santa Maria – RS, 2013.

Por meio da Figura 5, observa-se que o sistema de pastejo utilizado em 2012 não influenciou o número de plantas m^{-2} de aveia-preta, sob resteva de soja. Ao final das avaliações observa-se que o número de plantas, sejam elas inoculadas ou não, foi semelhante. Assim como aconteceu sob resteva de milho, não se observou resposta da inoculação sob a resteva de soja.

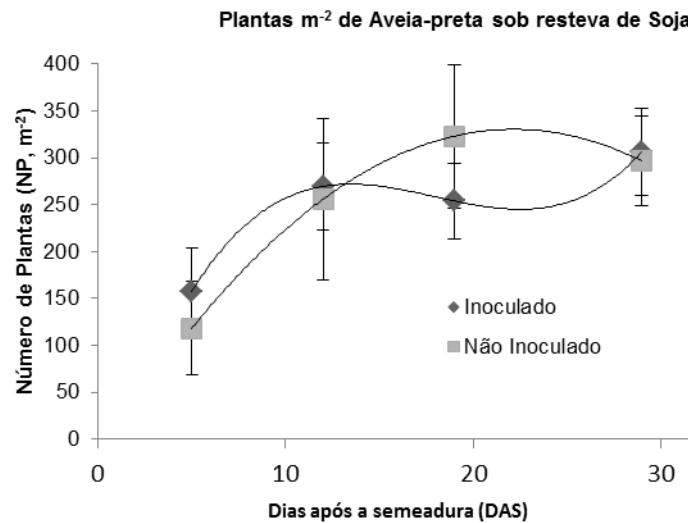


Figura 5. Interação da inoculação em função dos dias após a semeadura sobre o número de plantas m⁻² de Aveia-preta, sob resteva de soja. Inoculado: $NP = -83,03848339 + 65,87798848 \cdot DAS - 3,9114974 \cdot DAS^2 + 0,07251892 \cdot DAS^3$; $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$; Não inoculado: $NP = -23,49220329 + 31,91701587 \cdot DAS - 0,71986222 \cdot DAS^2$; $r^2 = 0,98$; $p > 0,05$.

Observando a Figura 6, observa-se que houve interação somente da inoculação com o decorrer dos dias após a semeadura. O sistema de pastejo utilizado em 2012 também não influenciou esta variável, para azevém. Diferentemente do ocorrido em 2012 e do ocorrido sob resteva de milho, no ano de 2013 a inoculação com *Azospirillum brasilense* apresentou um maior número de plantas m⁻² de azevém, sob a resteva de soja.

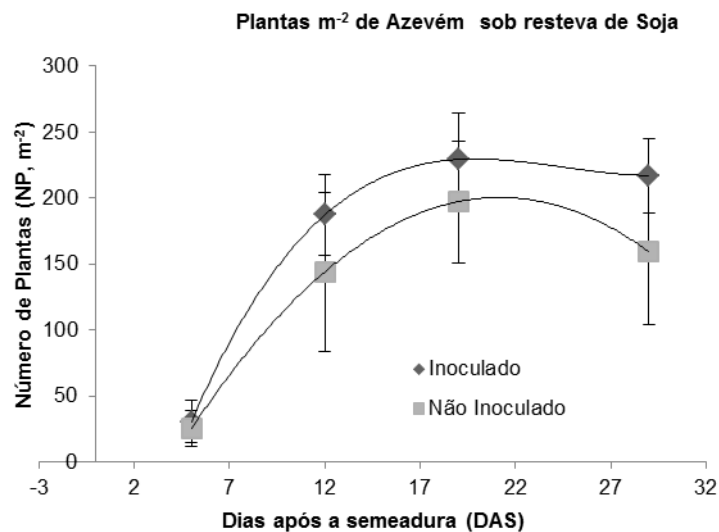


Figura 6. Interação da inoculação em função dos dias após a semeadura sobre o número de plantas m⁻² de azevém, sob resteva de soja. Inoculado: $NP = -186,83336951 + 54,16968112 \cdot DAS - 2,28940173 \cdot DAS^2 + 0,03109339 \cdot DAS^3$ $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$; Não inoculado: $NP = -99,41091289 + 28,32843835 \cdot DAS - 0,66915176 \cdot DAS^2$ $r^2 = 0,99$; $p > 0,05$.

Os resultados apresentados nas figuras 4, 5 e 6 podem estar atrelados ao tipo de cultivo antecessor. Quando o azevém foi cultivado sob resteva de milho, não houve essa diferença. Plantas de soja fazem simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. O resultado de simbiose é a formação de NH_3^+ , que ao ser absorvido pela planta é transformado em aminoácidos, a glutamina ou glutamato (RASCIO & LA ROCCA, 2013). A hipótese é de que o nitrogênio presente nos restos culturais da soja, ao ser mineralizado não se apresentou em uma forma prejudicial ao complexo nitrogenase. Esse nitrogênio liberado pela soja pode então ter sido incorporado pela bactéria, fornecendo energia para a mesma e aumentando a eficiência da associação. As cultivares utilizadas em 2013 foram diferentes das cultivares utilizadas em 2012. Isso pode estar evidenciando mais uma vez o fato de que a especificidade existe também dentro de uma espécie, estando relacionado também ao genótipo (GARCIA DE SALOMONE & DÖBEREINER, 1996). As bactérias do gênero *Azospirillum* são consideradas endofíticas facultativas, ou seja, podem colonizar tanto o interior como o exterior das raízes. Autores como Baldani et al. (1997), colocam que a espécie *Azospirillum amazonense* é a única espécie do gênero bem adaptada a solos ácidos, sendo as demais espécies sensíveis a esta condição. No primeiro ano de experimento as condições de pH do solo estavam em níveis baixos. Porém, para o segundo ano de experimento a correção do solo

foi realizada. Essa correção pode ter beneficiado a associação com o azevém, mas não teve o mesmo efeito sobre a aveia-preta, para esta variável.

Pela Tabela 2 verifica-se que a inoculação foi superior estatisticamente somente para o número de folhas de aveia-preta sob resteva de milho, não diferindo da testemunha nas demais variáveis. Esse fato indica que a associação entre planta e bactéria aconteceu, mas foi influenciada pelo tipo de cultivo antecessor, e esse fato pode estar relacionado a relação C/N do material remanescente. A decomposição da palhada de soja é mais acelerada quando comparada a resteva de milho, com isso a liberação de nitrogênio e outros elementos é diferenciada (DA SILVA et al., 2009; YOSHIKI et al., 2013). É possível que a decomposição mais lenta do resíduo do milho tenha influenciado a planta a permitir a associação ao microrganismo. O fato de outras características morfológicas do consórcio não terem sido afetadas pela inoculação pode estar atrelado ao tempo, que inicialmente pode não ter sido o suficiente para a plena associação planta-bactéria (GUERRERO-MOLINA et al., 2012). Sendo assim, esse comportamento corrobora com o demonstrado por outros autores (OLIVEIRA et al., 2009). Plantas com maior número de folhas, conseqüentemente produzem maior quantidade de massa de forragem (GAUTIER et al., 1999).

Tabela 2 - Comparação das médias dos efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense* e do pastejo realizado em 2012 sobre altura de planta, número de folhas e número de afilhos de aveia-preta e azevém cultivados sob resteva de milho e de soja.

	Resteva de milho					
	Aveia-preta			Azevém		
	ALT	NF	NA	ALT	NF	NA
Com Inoculação	10,68	6,73a*	1,77	6,02	3,83	2,66
Sem inoculação	10,57	5,1b	1,41	5,44	3,06	2,17
Pastejo Contínuo	10,78	6,43a	1,68a	5,83	3,97	3,05b
Sem Pastejo	10,47	5,4b	1,50b	5,63	3,72	3,37a
Média	10,63	5,91	1,59	5,73	3,85	3,21
CV (%)	13,23	21,22	27,69	16,3	22,46	38,74
	Resteva de Soja					
	Aveia-preta			Azevém		
	ALT	NF	NA	ALT	NF	NA
Com Inoculação	12,56	7,48	2,33	7,46	4,55	1,35
Sem inoculação	13,72	6,32	1,96	6,46	4,27	1,14
Pastejo Contínuo	13,68	7,36a*	2,24	7,23a	4,51	1,17
Sem Pastejo	12,6	6,44b	2,05	6,70b	4,32	1,32
Média	13,14	6,9	2,15	6,96	4,41	1,25
CV (%)	16,78	24,81	31,83	19,42	18,29	30,66

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Observa-se que sob resteva de milho (Tabela 3), a altura de plantas de aveia-preta e azevém inoculadas foram superiores estatisticamente a altura das plantas não inoculadas. Sob

resteva de soja houve resposta superior da inoculação para o número de afilhos de aveia-preta e número de folhas de azevém. As variáveis morfológicas que se apresentaram superiores em função da presença de *Azospirillum brasilense* são característica correlacionadas a produção de forragem pelo consórcio (GAUTIER et al., 1999).

Sob resteva de milho, efeito significativo do nitrogênio foi observado para altura de planta e número de folhas de aveia-preta e altura de planta, número de folhas e afilhos de azevém. Nesse caso a adubação nitrogenada melhorou o resultado de componentes que estão relacionados diretamente com a produção das plantas do consórcio. O milho é uma cultura que possui alta demanda por nitrogênio, e após a colheita do mesmo pouco desse nitrogênio fica no solo. A relação C/N do milho é alta, e isso faz com que a liberação de nitrogênio seja mais lenta, disponibilizando menor quantidade desse nutriente no início do desenvolvimento das plantas cultivadas em sequência (DA SILVA et al., 2009). Em virtude disso é esperado bons resultados da aplicação desse nutriente em áreas onde o seu suprimento está sendo baixo, como é o caso de cultivo sobre resteva de milho.

Sob resteva de soja, foi observado efeito positivo do nitrogênio para altura de plantas de aveia-preta e altura de plantas, número de folhas e afilhos. Este resultado já era esperado, em virtude das inúmeras funções desempenhadas pelo nitrogênio na planta e pela quantidade de trabalhos que mostram resposta positiva a aplicação do mesmo, como OLSEN & WEINER (2007), MARSALIS et al. (2010) e YUAN et al. (2014).

Tabela 3. Comparação de médias dos efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense*, do pastejo realizado em 2012 e da aplicação de nitrogênio sobre altura de planta, número de folhas e número de afilhos de aveia-preta e azevém cultivados sob resteva de milho e de soja.

Resteva de milho						
	Aveia-preta			Azevém		
	ALT	NF	NA	ALT	NF	NA
Com Inoculação	22,47a*	10,96	3,8	13,11a	8,86	2,46
Sem inoculação	20,85b	9,13	3,07	12,18b	8,03	2,18
Pastejo Contínuo	23,15	10,88	3,63	14,26	9,52	2,69
Sem Pastejo	20,16	9,21	3,24	11,03	7,37	1,96
50 Kg ha-1 de Nitrogênio	23,22a	10,63a	3,66	14,26a	9,52a	2,64a
0 Kg ha-1 de Nitrogênio	18,10b	8,72b	2,92	8,99b	6,00b	1,61b
Média	21,66	10,05	3,43	12,65	8,45	2,32
CV (%)	11,82	39,61	39,95	24,8	48,2	59,64
Resteva de soja						
	Aveia-preta			Azevém		
	ALT	NF	NA	ALT	NF	NA
Com Inoculação	34,27	10,3	3,62a*	23,41	10,31a	2,75
Sem inoculação	37,83	9,41	3,22b	24,37	9,20b	2,34
Pastejo Contínuo	37,05	10,76	3,8	23,97	11,88	2,87
Sem Pastejo	35,06	8,94	3,04	20,82	8,42	2,22
50 Kg ha-1 de Nitrogênio	38,47a	10,2	3,57	24,76a	10,85a	2,84
0 Kg ha-1 de Nitrogênio	30,57b	9,07	3,07	17,00b	7,25b	1,87
Média	36,05	9,85	3,42	22,39	9,75	2,55
CV (%)	18,73	37,8	35,06	29,64	69,27	80,42

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÃO

A associação de *Azospirillum brasilense* com plantas do consórcio aveia-preta e azevém se mostrou influenciada por genótipos, sendo que no primeiro ano de condução do experimento a resposta a inoculação foi pequena, enquanto que no segundo ano a resposta se deu para grande parte das variáveis avaliadas, mostrando ter potencial para o aumento da produção das plantas do consórcio.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* no segundo ano de condução do experimento mostrou ser eficiente em aumentar aspectos morfológicos das plantas do consórcio relacionadas com a produção de forragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, G.; JACOUD, C.; FAURE, D.; BALLY, R. Population dynamics of a motile and a non-motile *Azospirillum Zipoferum* strain during rice root colonization and motility variation in the rhizosphere. **FEMS Microbiology Ecology**, v.19, p.271-278, 1996.

ALMEIRA, A. S.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; LAUXEN, L. R.; DEUNER, C. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina**, v.33, n.5, p.1619-1628, 2012.

BACILIO-JIMÉNEZ, M.; AGUILAR-FLORES, S.; DEL VALLE, M. V.; PÉREZ, A.; ZEPEDA, A.; ZENTENO, E. Endophytic bacteria in rice seeds inhibit early colonization of roots by *Azospirillum brasilense*. **Soil Biology & Biochemistry**, v.33, p.167-172, 2001.

BALBINOT JUNIO, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.

BALDANI, J. I. et al. Emended description of *Herbaspirillum*; inclusion of [*Pseudomonas*] *rubrisubalbicans*, a mild plant pathogen, as *Hesbaspirillum rubrisubalbicans* comb. nov.; and classification of a group of clinical isolates (EF group 1) as *Herbaspirillum* species 3. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.46, n.3, p.802-810, 1996.

CORRÊA, J. C.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, D. M.; PERES, M. G. M. Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p.1583-1590, 2008.

COSTA, N. L. et al. Rendimento de forragem e morfogênese de *Axonopus aureus*, durante o período seco, nos cerrados de Roraima. **Revista Agroambiente On-line**, v.6, n.1, p.59-66, 2012.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013.

DA SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1504-1512, 2009.

DELIN, S., STENBERG, M. Effect of nitrogen fertilization on nitrate leaching in relation to grain yield response on loamy sand in Sweden. **European Journal of Agronomy**, v.52, p.291-296, 2014.

DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In.: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do Solo**. Campinas: SBCS, 1992. p.173-180.

CAVALLET, L. E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.129-132, 2000.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A. Chapter Four - The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants. **Advances in Agronomy**, v.110, p.251-331, 2011.

FERRAZA, J. M.; SOARES, A. B.; MARTIN, T. N.; ASSMANN, A.L.; NICOLA, V. Produção de forrageiras anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Ciência Agronômica**, v.44, n.2, p.379-389, 2013.

FERREIRA, A. S.; PIRES, R. R.; RABELO, P. G.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H. Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutrient addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. **Applied Soil Ecology**, v.72, p.103-108, 2013.

GARCIA DE SALOMONE, I.E. & DÖBEREINER, J. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. **Biology Fertility Soils**, v.21, p.193-196, 1996.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; PERIGO, L. Tillering Responses to the Light Environment and to Defoliation in Populations of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Selected for Contrasting Leaf Length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.

GUERRERO-MOLINA, M. F.; WINIK, B. C.; PEDRAZA, R. O. More than rhizosphere colonization of strawberry plants by *Azospirillum brasilense*. **Applied Soil Ecology**, v.61, p.205-212, 2012.

HAYASHI, K.; KOGA, N.; FUEKI, N. Limited ammonia volatilization loss from upland fields of Andosols following fertilizer applications. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.140, p.534-538, 2011.

HERRIDGE, D.; PEOPLES, M.; BODDEY, R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. **Plant and Soil**, v.311, n.1-2, p.1-18, 2008.

HUERGO, L.F. et al. **Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasiliense***. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, p.17-35. 2008.

KATATNY, M. H. E.; ALLAH, E. M. F.; MOUSTAFA, Y. M.; IDRES, M. M. Effect of single or combined inoculum of *Azospirillum brasilense* and *Trichoderma harzianum* on seedling growth or yield of wheat (*Triticum vulgare*) and corn (*Zea mays*). **Currente Opinion in Biotechnology**, v.22, n.1, p.48, 2011.

KENNEDY, I. R.; CHOUDHURY, A. T. M. A.; KECSKÉS, M. L. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? **Soil Biology & Biochemistry**, v.36, p.1229-1244, 2004.

LANA, M. C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J. E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Revista Ceres**, v.59, n.3, p.399-405, 2012.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. spea, p.133-146, 2009.

MALAVOLTA, E. **Os elementos minerais**. In: ELEMENTOS DE NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. Ed.: Agronômica Ceres. São Paulo, 1980.

MARASALIS, M. A.; ANGADI, S. V.; CONTRERAS-GOVEA, F. E.; Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. **Field Crops Research**, v.116, p.52-57, 2010.

MIGLIORINI, F.; SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; PATTIS, C. A.;MIGLIORINI, P. Production of annual winter forage sown before and after soybean harvest under different nitrogen fertilization levels. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1209-1216, 2010.

MITTELMAN, A.; MONTARDO, D. P.; CASTRO, C. M.; NUNES, C. D. M.; BUCHWEITZ, E. D.; CORRÊA, B. O. Caracterização agronômica de populações locais de azevém na Região Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.40, n.12, p.2527-2533.

MORAIS, R. F.; QUESADA, D. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribution of biological nitrogen to Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Plant Soil**, v.356, n.1-2, p.23-34, 2012.

OLSEN, J.; WEINER, J. The influence of *Triticum aestivum* density, sowing pattern and nitrogen fertilization on leaf area index and its spatial variation. **Basic and Applied Ecology**, v.8, p.252-257, 2007.

OLIVEIRA, A. L. M.; STOFFELS, M.; SCHMID, M.; REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; HARTMANN, A. Colonization of sugarcane plantlets by mixed inoculations with diazotrophic bacteria. **European Journal of Soil Biology**, v.45, p.106-113, 2009.

PARIZ, C. M.; FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E.; ANDREOTTI, M.; CHIODEROLI, C. A.; RIBEIRO, A. P. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria* e a avaliação da produtividade de massa seca, em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária sob irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.3, p.330-340, 2010.

RASCIO, N.; LA ROCCA, N. Biological Nitrogen Fixation. **Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**. In: Encyclopedia of Environmental Health, p.26-38, 2013.

ROUWS, L. F. M.; MENESES, C. H. S. G.; GUEDES, H. V.; VIDAL, M. S.; BALDANI, J. I.; SCHWAB, S. Monitoring the colonization of sugarcane and rice plants by the endophytic diazotrophic bacterium *Gluconacetobacter diazotrophicus* marked with gfp and gusA reporter genes. **Letters in Applied Microbiology**, v.51, p.325-330, 2010.

REIS JUNIOR, F. B.; SILVA, L. G.; REIS, V. M.; DÖBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas em diferentes genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.985-994, 2000.

RUDNICK, P.; MELETZUS, D.; GREEN, A.; HE, L.; KENNEDY, C. Regulation of nitrogen fixation by ammonium in diazotrophic species of proteobacteria. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p.831-841, 1997.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p. 833-842, 2007.

TONG, D.; XU, R. Effects of urea and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on nitrification and acidification of Ultisols from Southern China. **Journal of Environmental Sciences**, v.24, n.4, p.682-689, 2012.

SILVA, M. A. G.; PORTO, S. M. A.; MANNIGEL, A. R.; MUNIZ, A. S.; MATA, J. D. V.; NUMOTO, A. Y. Manejo da adubação nitrogenada e influência no crescimento da aveia preta e na produtividade do milho em plantio direto. **Acta Scientiarum**, v.31, n.2, p.275-281, 2009.

SKONIESK, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NÖRNBERG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.550-556, 2011.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.129-136, 2009.

TAIZ, Z.; ZAIGER, E. Assimilação de nutrientes minerais. In: **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Aritmed, 2004. Cap. 12, p.317-341.

VAN DER SALM, C.; DOLFING, J.; HEINEN, M.; VELTHOF, G. L. Estimation of nitrogen losses via denitrification from a heavy clay soil under grass. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.119, p.311-319, 2007.

YOSHIKI, M.; SACHIE, H.; TOSHIHIDE, M.; MOTOKI, K. Soybean as a Nitrogen Supplier. In: **A Comprehensive Survey of International Soybean Research - Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships**. Edited by James E. Board, ISBN 978-953-51-0876-4, p.49-60. 613 p.2013.

Yuan, L.; Zhang, Z.; Cao, X.; Zhu, S.; Zhang, X.; Wu, L. Responses of rice production, milled rice quality and soil properties to various nitrogen inputs and rice straw incorporation under continuous plastic film mulching cultivation. **Field Crops Research**, v.155, p.164-171, 2014.

APÊNDICES

1 - Resumo do quadro de análise de variância para o número de plantas m² do consórcio aveia-preta e azevém, inoculadas ou não com *Azospirillum brasilense*, sem aplicação de nitrogênio. Santa Maria, RS – 2012.

Fonte de Variação	Aveia-preta		Azevém	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	64327,6	0,074	2750,88	0,089
Inoculação	46,0288	0,933	46,9028	0,716
Bloco*Inoculação	5153,01	0,089	268,061	0,312
DAS	1258002	0	90340,8	0
Inoculação*DAS	1383,9	0,621	131,757	0,679
Bloco*DAS	5842,73	0,007	877,635	0
Resíduo	2099,23		228,145	

*DAS= dias após semeadura

2 - Resumo do quadro de análise de variância número de plantas m² do consórcio aveia-preta e azevém, inoculadas ou não com *Azospirillum brasilense*, com aplicação de nitrogênio. Santa Maria – RS, 2012.

Fonte de Variação	Aveia-preta		Azevém	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	20920,4277	0,001	1359,1	0,017
Nitrogênio	5723,6573	0,159	18,5148	0,807
Inoculação	13963,5117	0,03	462,981	0,225
Nitrogênio* Inoculação	201,6666	0,79	36,3014	1,00
Resíduo	2810,9433		306,924	

3 - Resumo do quadro de análise de variância para altura de planta (ALT), número de folhas (NF) e número de perfilhos (NP) das plantas de aveia-preta e azevém, sob inoculação com *Azospirillum brasilense* e aplicação de nitrogênio em cobertura no perfilhamento. Santa Maria – RS, 2012.

Fonte de Variação	Aveia-preta					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	21,5907	0,115	11,5767	0,597	0,8839	0,711
Inoculação	0,46020	0,804	3,2865	0,703	0,0154	0,939
Nitrogênio	0,39240	0,819	7,4892	0,569	0,099	0,847
Inoculação*Nitrogênio	15,1425	0,187	16,1472	0,41	2,5854	0,343
Bloco (Inoculação Nitrogênio)	6,82870	0,022	20,5934	0,002	2,4425	0,000
DAS	18,7616	0,017	63,3094	0,003	4,5531	0,008
Inoculação*DAS	0,62590	0,822	2,0477	0,658	0,155	0,705
Nitrogênio*DAS	6,7095	0,046	22,829	0,005	2,1842	0,003
Inoculação*Nitrogênio*DAS	4,2226	0,143	1,1378	0,823	0,5462	0,209
Bloco*DAS	2,3881	0,369	3,9532	0,426	0,4147	0,321
Residuo	2,0577		3,7603		0,3274	

Fonte de Variação	Azevém					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	0,1166	0,667	7,0273	0,869	0,2553	0,713
Inoculação	0,1092	0,547	0,33	0,869	0,1083	0,71
Nitrogênio	0,0015	0,943	0,2324	0,89	0,0901	0,734
Inoculação*Nitrogênio	2,8567	0,017	26,019	0,179	2,1336	0,134
Bloco (Inoculação Nitrogênio)	0,2687	0,622	11,218	0	0,7115	0,003
DAS	1,4721	0,06	17,4481	0,034	0,8165	0,113
Inoculação*DAS	0,0284	0,971	0,7934	0,64	0,0959	0,562
Nitrogênio*DAS	0,556	0,239	9,1762	0,003	0,7029	0,01
Inoculação*Nitrogênio*DAS	0,0276	0,972	3,4692	0,092	0,2123	0,234
Bloco*DAS	0,3391	0,492	3,0366	0,092	0,267	0,126
Residuo	0,3611		1,3833		0,1363	

*DAS= dias após semeadura.

4 - Resumo do quadro de análise de variância para o número de plantas 0,25 m² de azevém e aveia-preta sob resteva de milho cultivado sob sistema de pastejo contínuo e sem pastejo no inverno de 2012, inoculadas com *Azospirillum brasilense*. Santa Maria – RS, 2013.

Fonte de Variação	Azevém		Aveia-preta	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	10789,2	0,002	9276,2	0,054
DAS	288554	0,000	252407	0,000
Pastejo	2865,64	0,181	1588,5	0,476
Inoculação	49669,6	0,000	1135,5	0,546
DAS*Pastejo	4592,27	0,037	1351,2	0,728
DAS*Inoculação	9069,89	0,001	6994,3	0,085
Pastejo*Inoculação	38688,9	0,000	50312	0,000
DAS*Pastejo*Inoculação	7590,43	0,003	13690	0,005
Residuo	1580,87		3103	

*DAS= dias após semeadura

5 - Resumo do quadro de análise de variância para o número de plantas m² de azevém e aveia-preta sob resteva de soja cultivada sob sistema de pastejo contínuo e sem pastejo no inverno de 2012, inoculadas com *Azospirillum brasilense*. Santa Maria – RS, 2013.

Fonte de Variação	Azevém		Aveia-preta	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	12768,58	0,000	1103,85	0,718
DAS	248769,4	0,000	210501,96	0,000
Pastejo	2532,857	0,156	1256,53	0,54
Inoculação	42756,25	0,000	81,14	0,876
DAS*Pastejo	5408,805	0,006	5697,60	0,168
DAS*Inoculação	3461,715	0,043	15194,17	0,005
Pastejo*Inoculação	3148,613	0,114	647,32	0,66
DAS*Pastejo*Inoculação	1747,231	0,244	1527,99	0,711
Residuo	1241,567		3328,17	

*DAS= dias após semeadura

6 - Resumo do quadro de análise de variância para altura de planta, número de folhas e número de perfilhos das plantas de aveia-preta e azevém sob resteva de milho cultivado sob sistema de pastejo contínuo e sem pastejo no inverno de 2012, inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

Fonte de Variação	Aveia-preta					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	3,0936	0,226	3,7233	0,112	0,1011	0,601
Inoculação	0,8402	0,52	9,61	0,019	0,3211	0,209
Pastejo	0,1225	0,805	24,01	0,000	1,21	0,019
Inoculação*Pastejo	0,3025	0,699	2,0544	0,263	0,0544	0,601
Resíduo	1,9794		1,5769		0,195	

Fonte de Variação	Azevém					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	4,1558	0,016	0,5233	0,505	1,2477	0,457
Inoculação	0,360	0,526	0,5877	0,382	0,9025	0,451
Pastejo	3,0044	0,074	0,010	0,909	165,98	0,000
Inoculação*Pastejo	1,1377	0,263	0,0277	0,848	1,4802	0,336
Resíduo	0,8735		0,7479		1,5501	

7- Resumo do quadro de análise de variância para altura de planta, número de folhas e número de perfilhos das plantas de aveia-preta e azevém sob resteva de soja cultivada sob sistema de pastejo contínuo e sem pastejo no inverno de 2012, inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

Fonte de Variação	Aveia-preta					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	23,948	0,014	1,1511	0,679	0,7033	0,239
Inoculação	10,563	0,151	7,6544	0,117	0,3211	0,414
Pastejo	12,134	0,125	12,25	0,05	1,21	0,118
Inoculação*Pastejo	1,1025	0,638	1,8677	0,431	1,3611	0,099
Resíduo	4,8718		2,9374		0,4683	

Fonte de Variação	Azevém					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	1,7046	0,406	1,3433	0,145	0,13	0,423
Inoculação	2,5334	0,249	0,3211	0,488	0,1877	0,267
Pastejo	9,1506	0,033	0,6944	0,311	0,4011	0,109
Inoculação*Pastejo	3,3917	0,184	0,5877	0,350	0,1344	0,346
Resíduo	1,8326		0,6526		0,1468	

8 - Resumo do quadro de análise de variância para altura de planta, número de folhas e número de perfilhos das plantas de aveia-preta e azevém sob resteva de milho cultivado sob sistema de pastejo contínuo e sem pastejo no inverno de 2012, inoculadas com *Azospirillum brasilense* e aplicação de nitrogênio em cobertura.

Fonte de Variação	Aveia-preta					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	91,612	0,000	18,67	0,324	2,2677	0,317
Inoculação	80,401	0,002	25,334	0,217	1,3611	0,404
Pastejo	23,684	0,069	30,25	0,179	4,6944	0,127
Nitrogênio	189,00	0,000	25,034	0,22	3,6536	0,176
Inoculação*Pastejo	4,8317	0,399	1,6287	0,751	1,5353	0,375
Inoculação*Nitrogênio	0,4659	0,792	31,189	0,172	3,2517	0,201
Pastejo*Nitrogênio	0,0119	0,966	22,703	0,242	1,5563	0,372
Inoculação*Pastejo*Nitrogênio	0,5424	0,776	15,957	0,325	1,4367	0,391
Residuo	6,5647		15,847		1,8877	

Fonte de Variação	Azevém					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	49,461	0,014	35,363	0,139	4,1344	0,137
Inoculação	93,444	0,005	41,388	0,126	4,6944	0,131
Pastejo	7,840	0,38	6,250	0,545	0,6944	0,554
Nitrogênio	204,62	0,000	95,017	0,024	7,9102	0,053
Inoculação*Pastejo	0,3241	0,857	1,8657	0,74	0,3881	0,657
Inoculação*Nitrogênio	3,7709	0,541	17,709	0,311	2,088	0,308
Pastejo*Nitrogênio	2,2225	0,639	0,0042	0,987	0,0016	0,977
Inoculação*Pastejo*Nitrogênio	0,0805	0,929	11,326	0,416	1,6903	0,358
Residuo	9,8486		16,593		1,9275	

9 - Resumo do quadro de análise de variância para altura de planta, número de folhas e número de perfilhos das plantas de aveia-preta e azevém sob resteva de soja cultivada sob sistema de pastejo contínuo e sem pastejo no inverno de 2012, inoculadas com *Azospirillum brasilense* e aplicação de nitrogênio em cobertura.

Fonte de Variação	Aveia-preta					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	35,958	0,465	7,5911	0,585	0,6711	0,633
Inoculação	35,8	0,384	29,884	0,154	5,1377	0,07
Pastejo	114,13	0,126	7,1111	0,481	1,44	0,327
Nitrogênio	560,87	0,002	9,4478	0,417	1,9294	0,258
Inoculação*Pastejo	13,411	0,592	1,1064	0,38	2,0173	0,247
Inoculação*Nitrogênio	0,0001	0,998	0,3228	0,88	0,0012	0,976
Pastejo*Nitrogênio	31,264	0,415	1,0033	0,79	0,5539	0,541
Inoculação*Pastejo*Nitrogênio	3,0492	0,798	11,814	0,365	1,3164	0,348
Residuo	45,642		13,879		1,4401	

Fonte de Variação	Azevém					
	ALT		NF		NP	
	QM	Pr>F	QM	Pr>F	QM	Pr>F
Bloco	70,221	0,223	8,9911	0,823	2,0633	0,618
Inoculação	89,303	0,167	64	0,247	3,8677	0,346
Pastejo	146,81	0,08	11,111	0,626	1,5211	0,553
Nitrogênio	571,71	0,001	11,63	0,123	8,6441	0,164
Inoculação*Pastejo	0,6463	0,905	17,244	0,544	2,9742	0,408
Inoculação*Nitrogênio	1,2005	0,87	27,612	0,444	0,9523	0,638
Pastejo*Nitrogênio	33,923	0,388	9,3839	0,654	0,1371	0,858
Inoculação*Pastejo*Nitrogênio	35,666	0,377	40,333	0,356	3,8815	0,346
Residuo	44,095		45,669		4,2063	

10. Extrato do balanço hídrico do experimento para os anos de 2012 e 2013.

