



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JOÃO IGOR ZAMPOLI**

**DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVEIAS BRANCA E PRETA SOB ADUBAÇÃO  
NITROGENADA E INOCULAÇÃO POR *Azospirillum brasilense***

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2021**

**JOÃO IGOR ZAMPOLI**

**DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVEIAS BRANCA E PRETA SOB ADUBAÇÃO  
NITROGENADA E INOCULAÇÃO POR *Azospirillum brasilense***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr Juiano Cesar Dias

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2021**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Zampoli, João Igor  
DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVEIAS BRANCA E PRETA SOB  
ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO POR *Azospirillum*  
brasiliense / João Igor Zampoli. -- 2021.  
33 f.:il.

Orientador: Juliano Cesar Dias

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2021.

1. Avena spp. 2. fixação biológica de nitrogênio. 3.  
forrageira. 4. matéria seca. I. , Juliano Cesar Dias,  
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.  
Título.

João Igor Zampoli

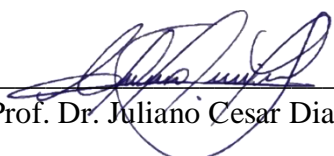
DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVEIAS BRANCA E PRETA SOB  
ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO POR *Azospirillum brasilense*

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)

Orientador: Prof. Dr. Juliano Cesar Dias.


Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 21/01/2021.

BANCA EXAMINADORA




---

Prof. Dr. Juliano Cesar Dias



---

Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt



---

Engª Agrª MSc Thais Aparecida Mendes

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS e São Jorge pelo dom da vida.

Ao meu pai Wanderlei Zampoli e minha mãe Marilete Antônia Taufembach, por terem feito o possível e o impossível para me ajudar a concluir essa etapa da minha vida, a meu irmão João Vitor e toda a minha família.

Aos meus Avôs João Antônio Zampoli e João Alberto Taufembach por todos os ensinamentos de vida.

Aos meus tios Orando Herdt e Graciosa Taufembach Herdt.

Em especial a todos os meus amigos que contribuíram e colaboram durante o trabalho: Emanoeli Schllemer, Eliton Martinelli, Jean Marcos Viau e Lucas Alvarenga.

Aos meus colegas e amigos Arildo Pirolla, Cristiano Gressana, Dário Junior Presa, Eguinaldo Rosa, Emily Caroline, Eliziane Scariot, Everaldo Bueno, Luciano Bagdinski, Marcos Basso e Max Svetch.

Ao meu orientador Dr. Juliano Cesar Dias por todos esses anos de convivência, ensinamentos, cobranças e por sempre ter acreditado e confiado em meu trabalho.

Ao professor Dr. Luciano Tormen por toda a ajuda fornecida nas atividades práticas desenvolvidas no trabalho e por todos esses anos de amizade, convivência e ensinamentos.

Ao professor Dr. Henrique von Hertwing Bittencourt, pela análise estatística dos resultados e por todos os ensinamentos transmitidos durante a graduação.

A professora Dr. Josimeire Aparecida Leandrini por toda ajuda, confiança, ensinamentos e incentivos que me forneceu durante essa trajetória.

Aos professores, técnicos, servidores e todos os funcionários da Universidade Federal da Fronteira Sul.

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo avaliar as características produtivas, morfológicas e o teor de proteína bruta nas aveias branca e preta, submetidas a inoculação por *Azospirillum brasilense*. O trabalho foi realizado em casa de vegetação pertencente a Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, foram utilizadas duas espécies de aveia: *Avena strigosa* Schreb e *Avena sativa* L. e seis tratamentos que se repetiram para as duas forrageiras: aubação de base (controle), inoculação com *A. brasilense* + adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, inoculação com *A. brasilense* + adubação com 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, adubação com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, adubação com 180 kg ha<sup>-1</sup> de N e inoculação com *A. brasilense*. Verificou-se efeito ( $p < 0,05$ ) da adubação nitrogenada na produção de massa seca (MS) de folha e colmo das aveias branca e preta, porém sem efeito da inoculação com *A. brasilense*. A MS de raiz foi influenciada pela adubação nitrogenada na aveia branca, com médias de 0,98; 1,88 e 1,62 g vaso<sup>-1</sup> para 0; 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente; na aveia preta as médias foram médias de 1,65; 3,12 e 1,70 g vaso<sup>-1</sup>, para as doses de 0; 90 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, com a dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionando maior acúmulo. Constatou-se efeito da adubação nitrogenada no teor de proteína bruta (PB) das aveias branca e preta, no primeiro corte; já no segundo corte, observou-se interação entre inoculação com *A. brasilense* e adubação nitrogenada no teor de PB das aveias branca e preta, mas com diferença na resposta observada. O desempenho produtivo e características morfológicas das aveias branca e preta não são influenciados pela inoculação com *Azospirillum brasilense*, porém novos estudos a respeito das respostas das aveias branca e preta sob a inoculação com *Azospirillum brasilense* são necessários.

**Palavras-chave:** *Avena spp*, fixação biológica de nitrogênio, forrageira, matéria seca.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Folhas vaso<sup>-1</sup>, altura total e comprimento da raiz da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações (2º corte).....**15**
- FIGURA 2** - Massa seca de colmo, folha e raiz da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações (2º corte).....**16**
- FIGURA 3** - Teor de proteína bruta da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações .....**18**
- FIGURA 4** - Altura da folha bandeira, altura total e folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. ....**21**
- FIGURA 5** - Comprimento de raiz da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações .....**23**
- FIGURA 6** - Massa seca de folha, colmo e raiz da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações.....**25**
- FIGURA 7** - Teor de proteína bruta da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. ....**26**

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1** - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.....**10**

**TABELA 2** - Médias e desvios-padrão de planta vaso<sup>-1</sup>, altura da folha bandeira, altura total e folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações .....**13**

**TABELA 3** - Médias e desvios-padrão da massa seca de folha e colmo da aveia branca submetida à inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações .....**16**

**TABELA 4** - Médias e desvios-padrão de plantas vaso<sup>-1</sup>, perfilhos vaso<sup>-1</sup>, altura total da folha, altura folha bandeira e folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. ....**20**

**TABELA 5** - Média e desvio-padrão de massa seca (MS) de colmo da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações .....**24**



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>9</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 AVEIA BRANCA.....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 AVEIA PRETA .....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As pastagens são uma das alternativas mais econômicas para o fornecimento de alimento para os ruminantes, entretanto o manejo inadequado dos fatores fisiológicos de crescimento e nutricionais são, na maioria das vezes, ocasionados pela falta de conhecimento sobre os mesmos podendo levar a resultados negativos nesta área tão importante da produção animal brasileira.

A produção forrageira pode ser influenciada pela fertilidade do solo, condições climáticas e manejo, podendo reduzir significativamente a capacidade de suporte das pastagens, o número de animais e sua persistência; o valor nutritivo também pode ser influenciado, diminuindo sua digestibilidade, palatabilidade, produção e/ou ganho por animal (COSTA et al., 2006).

A aveia é uma das principais pastagens anuais cultivadas no período de inverno na região-sul do Brasil, tendo aptidão para produção de forragem, grãos e cobertura verde para proteção de solo. A aveia preta é a forrageira mais utilizada entre as opções de pastagens cultivadas no período de inverno, destacando-se pelo potencial produtivo de massa seca, por resistir às temperaturas mais amenas e a solos mais compactados (MATTIONI et al., 2014).

A aveia branca (*Avena sativa* L) apresenta essas aptidões em uma mesma cultivar, tendo alta produção de forragem e boa capacidade de produção de grãos no rebrote do pastejo (FLOSS et al., 2007). Tem sido utilizada na alimentação animal na forma de pastejo, feno, silagem e na formulação de concentrados. Também é cultivada em algumas regiões do Brasil para a produção de grãos, podendo ser aproveitada na forma de palhada para cobertura de solo favorecendo o sistema de plantio direto, onde as culturas de verão vêm em sucessão (CECCON et al., 2004).

Tanto para as aveias como para as demais pastagens, o nitrogênio é um dos principais responsáveis pelo metabolismo das plantas, tendo ação direta na formação dos compostos orgânicos e na síntese das proteínas. A deficiência de nitrogênio pode reduzir o crescimento forrageiro e, conseqüentemente, sua expansão celular e taxa fotossintética, além de aumentar a exposição a fitopatógenos (CHAPIN, 1980).

Na maioria das atividades agrícolas, a disponibilidade de nitrogênio é um dos fatores que mais limita a produção, podendo interferir no crescimento das plantas. Pela sua grande capacidade de mobilidade no solo, vem sendo estudado, na

tentativa de maximizar sua utilização e eficiência, diminuindo as perdas por lixiviação e aumentando sua fixação, absorção e metabolização pelas plantas (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

De acordo com Marin et al. (1999), para a otimização do potencial produtivo das pastagens, fatores como solo, ambiente, planta e suas interações devem ser considerados. A disponibilidade dos nutrientes que interagem com esses fatores é de grande importância, dentre eles o nitrogênio (N), que é absorvido em grande quantidade pela maioria das plantas, principalmente no seu período de crescimento e desenvolvimento.

O nitrogênio é o nutriente em maior quantidade em toda a matéria viva, está presente na maioria das moléculas de ácidos nucleicos, proteínas e em outras moléculas essenciais a natureza. Apesar de se encontra em abundância em uma forma quimicamente estável, mais para ser assimilado pela maioria das plantas deve ser transformado para uma forma combinada que facilite sua assimilação (MARIN et al., 1999).

Existem organismos na natureza que possuem a capacidade de assimilar o nitrogênio da atmosfera e transformá-lo em amônia, através de fixação biológica. Esse processo é responsável por 65% do nitrogênio fixado no mundo, sendo considerado um dos processos biológicos mais importantes (CANTARELLA, 2007).

Bactérias diazotróficas são organismos que conseguem auxiliar inúmeras espécies de plantas a fixar nitrogênio através de interações, e dentre essas interações destacam-se as que são realizadas pelas bactérias do gênero *Azospirillum* em raízes de gramíneas (HARTMANN; BALDAM, 2006).

Segundo Okon e Vanderleyden (1997), o gênero *Azospirillum* consegue fornecer ótimos rendimentos para as mais variadas culturas, nas mais diferentes condições edafoclimáticas. O ganho com o incremento do *Azospirillum* vai além da fixação do nitrogênio, auxiliando ainda no crescimento das raízes e no aumento da absorção de nutrientes. Desta forma, a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* tem gerado resultados satisfatórios, principalmente no sistema radicular, no acúmulo de massa seca e no rendimento das culturas (DARTORA et al., 2013).

Mesmo com a alta capacidade que o *Azospirillum brasilense* possui de fixar nitrogênio da atmosfera e auxiliar na produção de hormônios vegetais para as plantas, ainda faltam informações e estudos sobre sua utilização em condições de

campo, principalmente em áreas de pastagens, que são ambientes com a presença de animais em pelo menos um período do ano (NOVAKOWISKI et al., 2011).

O modo de ação das bactérias do gênero *Azospirillum* ainda não está totalmente definida, os estudos realizados comprovam que possuem capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em gramíneas, mas os resultados ainda sofrem grandes variações com o cultivar, as condições do ambiente e a maneira que as pesquisas são conduzidas (ELMERIC; NEWTON, 2007).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar as características produtivas, morfológicas e o teor de proteína bruta nas aveias branca e preta, submetidas à inoculação por *Azospirillum brasilense*.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Determinar se há influência da inoculação por *Azospirillum brasilense* na produção das aveias branca e preta, melhorando o desempenho das características produtivas, morfológicas e o teor de proteína bruta.

### **2.2 Objetivo específico**

- Verificar a influência da inoculação por *Azospirillum brasilense* no teor de proteína bruta das aveias branca e preta.
- Verificar a influência da inoculação por *Azospirillum brasilense* nas características produtivas e morfológicas das aveias branca e preta.
- Verificar se existe variação na produtividade das aveias branca e preta em resposta a inoculação por *Azospirillum brasilense*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente a Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul, região centro-sul do Paraná, no período de 10 de julho a 12 de setembro de 2020, tendo como coordenadas 25°24'28,01" de latitude sul e 52°24'58" de longitude oeste e 841m de altitude.

O solo utilizado foi o latossolo vermelho distroférico (BHERING et al., 2007), coletado de camada superficial (0 a 20 cm) em área do *campus*, com a análise fornecendo as características físicas e químicas apresentadas na Tabela 1. Após a interpretação dos resultados houve a necessidade de fazer a correção dos nutrientes fósforo (P) e potássio (K) conforme recomendações do manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (PAVINATO et al., 2017).

**Tabela 1.** Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Análise de solo da área										
pH	M.O.	P	Al	H+AL	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl <sup>2</sup>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			*****cmol dm <sup>-3</sup> *****					
6,11	21,49	2,81	0	4,57	0,06	2,89	1,44	4,39	8,96	49,0

Fonte: Elaborada pelo autor.

O solo foi peneirado e realizado a retirada de impurezas com auxílio de peneira granulométrica, sendo posteriormente acondicionados em vasos plásticos com capacidade para 8 litros, dispostos em bancadas e rotacionados semanalmente.

Para a correção dos teores de fósforo (P) e potássio (K) foi utilizado adubação química de base com a formulação NPK 00-20-20, sendo utilizadas 30 g vaso<sup>-1</sup>, correspondendo a 50 Kg ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram utilizadas duas espécies de aveia: *Avena strigosa* Schreb (aveia preta cv. Embrapa 139 Neblina) e *Avena sativa* L. (aveia branca cv. IPR

Esmeralda), e seis tratamentos que se repetiram para as duas forrageiras utilizadas: adubação de base (controle), inoculação com *A. brasilense* + adubação com 90 kg de N ha<sup>-1</sup>, inoculação com *A. brasilense* + adubação com 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, adubação com 90 kg de N ha<sup>-1</sup>, adubação com 180 kg de N ha<sup>-1</sup> e inoculação com *A. brasilense*.

Antes da semeadura foi realizada a inoculação das sementes com inoculante comercial (GRAP NOD A<sup>®</sup> - 2 x 10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup> das cepas Abv5 e Abv6 de *A. brasilense*) na dose de 2,5 ml kg<sup>-1</sup> de semente. Após aplicação e homogeneização, as sementes foram colocadas para secar a sombra para posterior semeadura.

Para a semeadura foram utilizadas 30 sementes por vaso, sendo as sementes cobertas com 2,0 cm de solo; nos tratamentos que não possuíam inoculação, a semeadura foi realizada anteriormente para que não houvesse contaminação.

A irrigação foi realizada por sistema de micro aspersão com acionamento pré-programado para dois turnos diários e lâmina d'água de 1,25 mm, com a temperatura na casa de vegetação variando de 17 a 21°C.

A emergência iniciou seis dias após a semeadura e 21 dias após a emergência plena (DAE) foi realizado o desbaste, deixando de 6 a 8 plantas por vaso, e o corte de uniformização, realizado a 10 cm de altura do solo.

A adubação nitrogenada foi realizada em duas aplicações, com a primeira ocorrendo imediatamente após o corte de uniformização, e a segunda após o primeiro corte.

Aos 35 e 68 DAE foram realizados o primeiro e segundo cortes, respectivamente, com 10 cm de altura do solo. Anteriormente foi realizada a contagem do número de plantas e de perfilhos vaso<sup>-1</sup>, e verificada a altura de todas as plantas na folha bandeira e após a distensão da folha mais alta (altura total), obtendo-se a média das variáveis por vaso.

Em seguida a parte aérea foi separada em folha e colmo (caule + bainha), e as amostras acondicionadas em sacos de papel identificados e levadas para estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, para determinação da massa seca (MS).

Após o segundo corte foram coletadas as raízes dos vasos, sendo retiradas com cuidados, lavadas para retirada do solo e secas ao ar livre por um período de três horas, para realizar a aferição do comprimento (cm). Posteriormente as raízes

foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa a 65° C por 72 horas para obtenção da MS.

Para a determinação dos teores de nitrogênio e proteína bruta (PB), as amostras (folha + colmo) foram moídas com auxílio de um liquidificador industrial com capacidade de 8 litros e potência de 1000 watts. A determinação ocorreu pelo método de Kjeldahl, que é o método padrão para determinação de nitrogênio em forrageiras. Esse método consiste basicamente em três procedimentos: digestão da amostra em ácido sulfúrico com catalisador, transformando o nitrogênio em amônia; destilação da amônia em solução receptora e quantificação da amônia através do método de titulação com solução-padrão (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Aproximadamente 0,8 g de cada amostra moída foi medida separadamente, e transferida para o tubo de digestão com 20 g de mistura catalítica (0,3:0,3:6,0 de dióxido de titânio, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio) e 15 mL de ácido sulfúrico concentrado. A mistura foi aquecida lentamente até alcançar 320°C, e mantida sob aquecimento até a completa digestão da amostra, observada pela mudança de coloração de escuro para verde claro.

A mistura resultante do processo de digestão foi transferida para um tubo macro Kjeldahl adaptado ao sistema de destilação. Durante a introdução de vapor de água no tubo contendo a amostra digerida, foi transferido aos poucos solução de hidróxido de sódio a 40% até a mistura tornar-se marrom escura. Foram destilados aproximadamente 125 mL, sendo que o nitrogênio foi coletado em Erlenmeyer contendo 30 mL da solução de ácido sulfúrico 0,05 mol L<sup>-1</sup>, com 5 gotas do indicador vermelho de metila.

O excesso de ácido sulfúrico foi titulado com hidróxido de sódio a 0,1 mol L<sup>-1</sup>, até o aparecimento da coloração amarela. O mesmo procedimento foi realizado para a prova do branco.

Para obtenção do teor de proteína bruta (PB), o teor de nitrogênio foi multiplicado pelo fator de correção 6,25 (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) bifatorial e as diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os níveis dos fatores dose de nitrogênio e inoculação com *A. brasilense* foram submetidas ao teste de comparação múltipla de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ) (SAMPAIO, 2002) utilizando recursos do pacote estatístico GENES (CRUZ, 2013). Os procedimentos complementares para a análise



dos dados dos dois fatores na presença ou ausência de interação significativa ( $p < 0,05$ ) foram realizados de acordo com as recomendações de Storck et al. (2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Aveia branca

Na tabela 2 encontram-se as médias e desvios-padrão do número de plantas vaso<sup>-1</sup>, altura da folha bandeira, altura total e número de folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia branca submetida a inoculação com *A. brasilense*, adubação nitrogenada e interações. Não foram encontradas diferenças para número de plantas vaso<sup>-1</sup> e altura da folha bandeira no primeiro e segundo cortes, e para altura total e número de folhas vaso<sup>-1</sup> no primeiro corte, indicando ausência de efeito de tratamento nas características.

**Tabela 2.** Médias e desvios-padrão de planta vaso<sup>-1</sup>, altura da folha bandeira, altura total e folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações

Tratamento	Plantas vaso <sup>-1</sup>	Altura folha bandeira	Altura total	Folhas vaso <sup>-1</sup>
Controle	8,00	30,00	42,88	47,75
Inoculante + 90 kg de N ha <sup>-1</sup>	8,00	30,63	47,75	48,75
Inoculante + 180 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,75	23,25	38,63	48,00
90 kg de N ha <sup>-1</sup>	8,00	27,38	46,63	54,00
180 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,50	29,00	45,13	52,25
Inoculante	8,00	30,88	44,88	35,5
<b>Média Geral</b>	<b>7,88</b>	<b>28,52</b>	<b>44,31</b>	<b>47,71</b>
<b>Desvio-padrão</b>	<b>0,45</b>	<b>4,76</b>	<b>7,72</b>	<b>12,51</b>
2°Corte				
Controle	8,00	36,13	-	-
Inoculante + 90 kg de N ha <sup>-1</sup>	8,00	41,38	-	-
Inoculante + 180 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,75	42,63	-	-
90 kg de N ha <sup>-1</sup>	8,00	48,38	-	-
180 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,50	46,38	-	-
Inoculante	8,00	37,38	-	-
<b>Média Geral</b>	<b>7,88</b>	<b>42,04</b>	-	-
<b>Desvio-padrão</b>	<b>0,45</b>	<b>7,88</b>	-	-

OBS: Não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Controle = ausência de tratamento, Inoculante = *A. brasilense*. Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados divergem dos achados de Brum et al. (2015), que constataram aumentos na altura da planta, na inserção da espiga e no diâmetro do colmo do milho submetido a doses de nitrogênio e inoculação por *A. brasilense*.

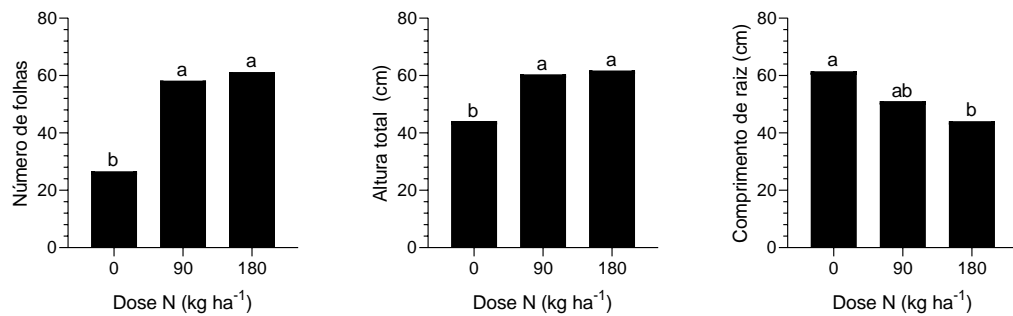
Pandolfo et al. (2015) encontraram efeitos isolados para características morfológicas no milho inoculado com *A. brasilense*, porém sem aumento no rendimento de grãos, na altura da planta, na altura de inserção da espiga principal e no diâmetro de colmo; os autores observaram que a aplicação isolada de nitrogênio influenciou positivamente o rendimento das características.

Os fatores que interferem na resposta da aveia branca a inoculação com *A. brasilense* ainda não estão esclarecidos, podendo estar ligados aos microrganismos, principalmente a escolha da estirpe e a concentração do inoculante. Arsac et al. (1990) citam que a concentração de bactéria no inoculante é, na maioria das vezes, mais importante que a própria dose utilizada.

O fato de os resultados não diferirem estatisticamente podem estar ligados a possível falta ou baixa interação do nitrogênio e do *A. brasilense* com a planta. Para os resultados obtidos muitos são os fatores que podem ter influenciado, pois a maioria das fontes de nitrogênio existentes para serem comercializadas são altamente solúveis no solo (D'ANDREA et al., 2004).

Santos et al. (2016) relatam que o nitrogênio quando não utilizado pelas culturas pode se transformar em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e se perder por erosão ou lixiviação. Outro fator que pode estar relacionado aos resultados obtidos é a dose e o momento de aplicação do nitrogênio, que quando realizado de forma inadequada pode diminuir a eficiência do elemento na planta (ABALOS et al., 2014).

Constatou-se efeito da adubação nitrogenada ( $p < 0,05$ ) no número de folhas vaso<sup>-1</sup>, na altura total e no comprimento de raiz da aveia branca no segundo corte (figura 1). Verificou-se que o número de folhas vaso<sup>-1</sup> e a altura total da planta sofreram influência da adubação nitrogenada, porém sem efeito da dose aplicada, sugerindo que nas condições experimentais as plantas atingiram a capacidade máxima de utilização do nitrogênio para expressão dessas características, e que doses maiores não influenciaram mais estas características.



**Figura 1.** Folhas vaso<sup>-1</sup>, altura total e comprimento da raiz da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações (2º corte). Médias sobrescritas com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Silva et al. (2015) avaliando o número de folhas na cultura da rúcula submetida a diferentes doses de nitrogênio, observaram pico de produção de folhas quando se utilizou 360 kg de N ha<sup>-1</sup>, e que dosagens maiores (480 e 600 kg de N ha<sup>-1</sup>) não promoveram aumento na produção de folhas, sugerindo limite para uso de nitrogênio pela planta.

Biscaro et al. (2008) verificaram efeito quadrático no número de folhas em relação a adubação com nitrogênio na cultura do girassol, com a aplicação de 80 kg de N ha<sup>-1</sup> apresentando a maior eficiência para esta característica. Weber et al. (2019) destacaram, em trabalho realizado na cultura do milho, que a adubação nitrogenada proporcionou aumento na concentração de clorofila nas folhas, tornando-as mais espessas, resistentes, largas e aumentado seu número por planta.

Para o comprimento de raiz verificou-se efeito da adubação nitrogenada e da dose utilizada, com a maior disponibilidade de nitrogênio (180 kg ha<sup>-1</sup>) levando a menor crescimento radicular. Esses resultados estão relacionados a arquitetura radicular, fator importante na adaptação das plantas as diferentes condições ambientais, com as alterações na estrutura das raízes aumentando a capacidade de busca por recursos no solo, desta forma, verifica-se crescimento das raízes na falta de nutrientes (maior crescimento em extensão, com menor ramificação) (TERUEL, 1999).

De acordo com Martuscello et al. (2006) uma maior produtividade de MS nas raízes em doses menores de nitrogênio pode estar ligada a baixa disponibilidade no solo, fazendo com que a planta induza o crescimento radicular alongando suas

raízes, tornando-as mais finas. Essa deficiência de nutriente no solo faz com que as raízes se desenvolvam e explorem o solo em maior profundidade.

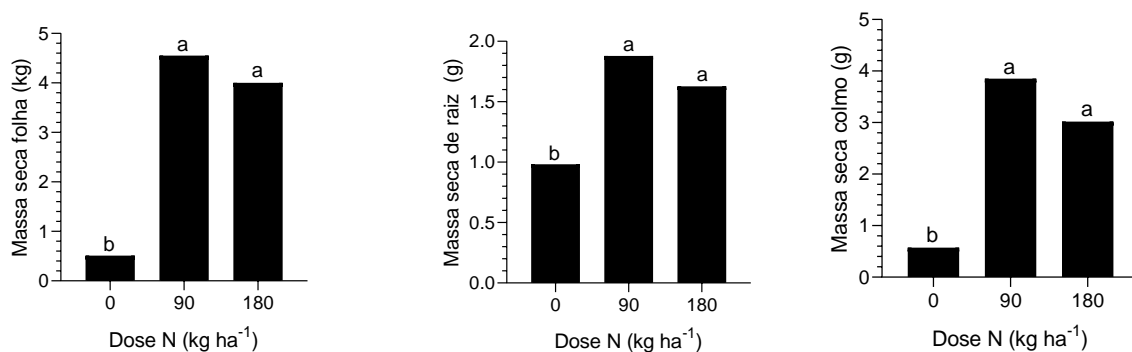
Na tabela 3 encontram-se as médias de massa seca de folha e colmo da aveia branca submetida à inoculação com *A. brasilense*, adubação nitrogenada e suas interações. Não foram encontrados efeitos de inoculação e adubação nitrogenada na MS de folha e colmo no primeiro corte.

**Tabela 3.** Médias e desvios-padrão da massa seca de folha e colmo da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações

Tratamento	Massa seca de folha (g/vaso)	Massa seca de colmo (g/vaso)
	1º Corte	
Controle	2,54	0,91
Inoculante + 90 kg de N ha <sup>-1</sup>	3,35	0,78
Inoculante + 180 kg de N ha <sup>-1</sup>	2,73	0,73
90 kg de N ha <sup>-1</sup>	3,03	0,88
180 kg de N ha <sup>-1</sup>	2,72	0,75
Inoculante	2,29	0,93
<b>Média geral</b>	<b>2,77</b>	<b>0,83</b>
<b>Desvio padrão</b>	<b>0,69</b>	<b>0,27</b>

OBS: Não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Controle = ausência de tratamento, Inoculante = *A. brasilense*. Fonte: Elaborada pelo autor.

Os teores de massa seca de folha, colmo e raiz foram influenciados pela adubação nitrogenada, porém sem efeito da dosagem utilizada no segundo corte (figura 2). Verificou-se médias de 0,51; 4,55 e 4,00 g vaso<sup>-1</sup> para MS de folha; 0,57; 3,85 e 3,02 g vaso<sup>-1</sup> para MS de colmo e 0,98; 1,88 e 1,62 g vaso<sup>-1</sup> para MS de raiz, para 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.



**Figura 2.** Massas secas de colmo, folha e raiz da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações (2º corte). Médias sobrescritas com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A influência da adubação nitrogenada no segundo corte pode estar relacionada ao maior período para os nutrientes agirem nas plantas, já que adubações nitrogenadas acima de 120-150 kg de N ha<sup>-1</sup>, são mais eficientes quando aplicadas de forma parcelada, aumentando assim a assimilação e a interação do nutriente com a planta e diminuindo a lixiviação (OLIVEIRA et al., 2010). Santi et al. (2003) reportaram que a aplicação de 120 kg de N ha<sup>-1</sup> correspondeu a 95% da máxima produtividade de MS alcançada na cultura do milho.

Doses superiores a 120 kg de N ha<sup>-1</sup> só apresentaram resultados superiores na produção de MS do milho quando foram parcelados em duas aplicações, já a dosagem de 60 kg de N ha<sup>-1</sup> obteve maior acúmulo de MS, comparada a doses acima de 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, quando elas não foram parceladas, reforçando que altas dosagens de N quando não aplicadas de maneira parcelada, podem ficar imobilizadas no solo e serem decompostas e disponíveis para os próximos cultivos (KAMINSKI, 2013).

Trabalhando com a cultura do milho, Moreira (2017) não verificou efeito da interação *A. brasilense* + adubação nitrogenada na produção de massa seca de colmo, mas observou efeito quando inoculação e adubação nitrogenada foram aplicados separadamente.

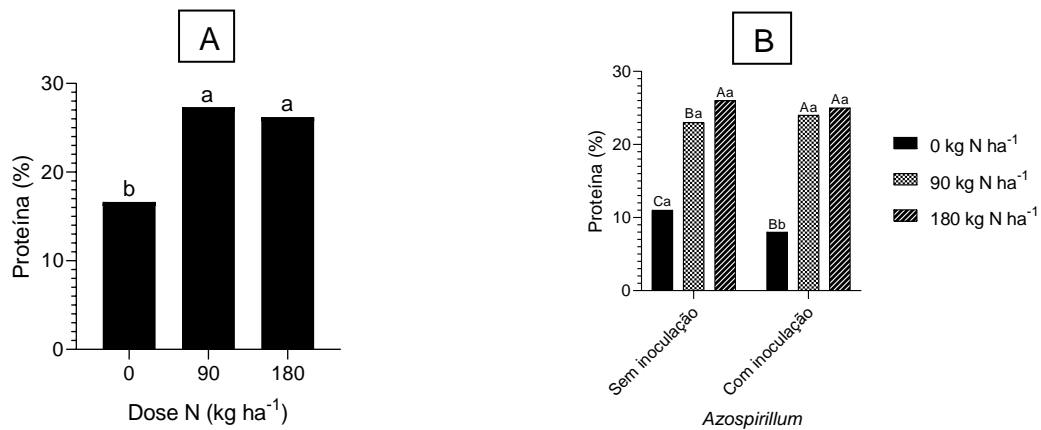
Para Fagundes et al. (2005) a eficiência de utilização do nitrogênio (Kg de MS kg<sup>-1</sup> de N) pela *Urochloa decumbens*, diminuiu com o incremento das doses de nitrogênio, com a redução dessa eficiência podendo estar relacionada a diminuição da capacidade da planta em absorver e utilizar o nitrogênio, além da possibilidade de lixiviação no solo; fatos que podem ajudar a explicar os resultados obtidos no presente trabalho.

Spindula et al. (2010) observaram aumento na produção de MS da parte aérea do trigo em função das doses de nitrogênio, afirmando que os resultados esperados se justificam pela contribuição desse nutriente no desenvolvimento e funções vegetativas da planta (aumento do índice de área foliar e alongamento de caule).

A resposta observada para massa seca de raiz foi semelhante a encontrada por Cunningham (1968), que verificou que doses menores de nitrogênio proporcionaram uma mesma produção de massa de raiz.

Já para os níveis de proteína bruta (PB) na parte aérea da aveia branca, constatou-se efeito da adubação nitrogenada no primeiro corte, porém sem efeito da

dose de N utilizada. As médias dos teores de PB foram 16,63; 27,33 e 26,20%, para doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente (figura 3).



**Figura 3.** Teor de proteína bruta da aveia branca submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. (A) = primeiro corte, (B) = segundo corte. Letras maiúsculas diferentes representam diferença entre as doses de nitrogênio e letras minúsculas diferentes, representam diferença para a inoculação pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No segundo corte verificou-se efeito da interação entre inoculação com *A. brasilense* e adubação nitrogenada no teor de PB da aveia branca, com valores de 11,79; 23,16 e 26,80% para o tratamento sem inoculação e nas doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para o tratamento com inoculação verificou-se médias de 8,50; 24,52 e 25,82 para 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

No tratamento sem inoculação a maior disponibilização de N para a planta (180 kg ha<sup>-1</sup>) levou a maior teor de PB na parte aérea; já no tratamento com inoculação não foi observado efeito da dose de N utilizada, com 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, apresentando teor de PB superior ao tratamento sem adubação nitrogenada.

Estes achados indicam que a inoculação da aveia branca com *A. brasilense*, proporcionou aumento no teor de proteína bruta no tratamento com 90 kg de N ha<sup>-1</sup>, igualando o teor de PB ao tratamento com 180 kg de N ha<sup>-1</sup>. Fato que pode ser explicado pela ação da bactéria *A. brasilense*, fixando o nitrogênio do ambiente, tornando-o disponível para a planta (OKON; VANDERLEYDEN, 1997).

Comparando-se o teor de PB entre os tratamentos sem e com inoculação, verificou-se maior teor de PB (11,79 vs 8,50) no tratamento com ausência de inoculação e adubação nitrogenada; já nas doses de 90,0 e 180,0 kg de N ha<sup>-1</sup> não

foram observados efeitos da inoculação, mas pode-se levar em consideração o fato das altas doses de nitrogênio poderem ter influenciado a ausência de efeitos.

Haselbauer et al. (2017) constataram efeito quadrático dos níveis de nitrogênio no teor de PB da aveia branca, com a dose de 120 kg de N ha<sup>-1</sup> proporcionando maior teor de PB que 180 kg ha<sup>-1</sup>. Destacando ainda que dosagens 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, podem aumentar o metabolismo das plantas, aumentando seu ciclo e gerando um acúmulo maior de colmo em relação a produção de folhas.

Maranhão et al. (2009) verificaram relação diretamente proporcional entre a dose de N (0; 75; 150 e 225 mg dm<sup>-3</sup>) e o acúmulo de PB (5; 9; 11 e 19%) da parte aérea de diferentes cultivares de capim-mombaça.

Chagas e Botelho (2005) avaliaram o teor de proteína bruta na *Urochloa decumbens* sob adubação nitrogenada, verificando não existir diferença entre as doses de 100 e 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, o que reforça os achados do presente trabalho. Já Santos et al. (2009) verificaram resposta favoravelmente correlacionada entre a adubação nitrogenada e o teor de PB da braquiária, indicando que a maior disponibilidade do nutriente no solo aumentou sua absorção, elevando o teor de PB nos tecidos vegetais.

#### **4.2 Aveia Preta**

Na tabela 4 encontram-se as médias e desvios-padrão do número de plantas vaso<sup>-1</sup>, número de perfilhos vaso<sup>-1</sup>, altura da folha bandeira, altura total e número de folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia preta submetida a inoculação com *A. brasilense*, adubação nitrogenada e interações. Não foram encontradas diferenças para número de plantas vaso<sup>-1</sup> e de perfilhos vaso<sup>-1</sup> no primeiro e segundo cortes, para número de folhas vaso<sup>-1</sup> no primeiro corte e para altura da folha bandeira e altura total no segundo corte, indicando ausência de efeito de tratamento nas características.

**Tabela 4.** Médias e desvios-padrão de plantas vaso<sup>-1</sup>, perfilhos vaso<sup>-1</sup>, altura total da folha, altura folha bandeira e folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações

Tratamento	Plantas vaso <sup>-1</sup>	Perfilhos vaso <sup>-1</sup>	Altura folha bandeira	Altura total	Folhas vaso <sup>-1</sup>
Controle	7,25	17,75	-	-	46,25
Inoculante + 90 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,00	17,75	-	-	61,25
Inoculante + 180 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,00	22,25	-	-	59,00
90 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,50	23,25	-	-	73,25
180 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,75	23,5	-	-	51,75
Inoculante	7,50	18,25	-	-	52,75
<b>Média Geral</b>	<b>7,33</b>	<b>20,42</b>	-	-	<b>57,38</b>
<b>Desvio-padrão</b>	<b>0,87</b>	<b>6,32</b>	-	-	<b>18,93</b>
2º Corte					
Controle	7,25	17,75	36,50	47,00	-
Inoculante + 90 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,00	17,5	41,50	58,88	-
Inoculante + 180 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,00	22,25	46,00	58,50	-
90 kg de N ha <sup>-1</sup>	7,50	23,25	40,38	55,50	-
180 kg de N ha	7,75	23,5	43,75	59,13	-
Inoculante	7,50	18,25	45,50	55,38	-
<b>Média Geral</b>	<b>7,33</b>	<b>20,42</b>	<b>42,27</b>	<b>55,73</b>	-
<b>Desvio-padrão</b>	<b>0,87</b>	<b>6,32</b>	<b>6,64</b>	<b>7,50</b>	-

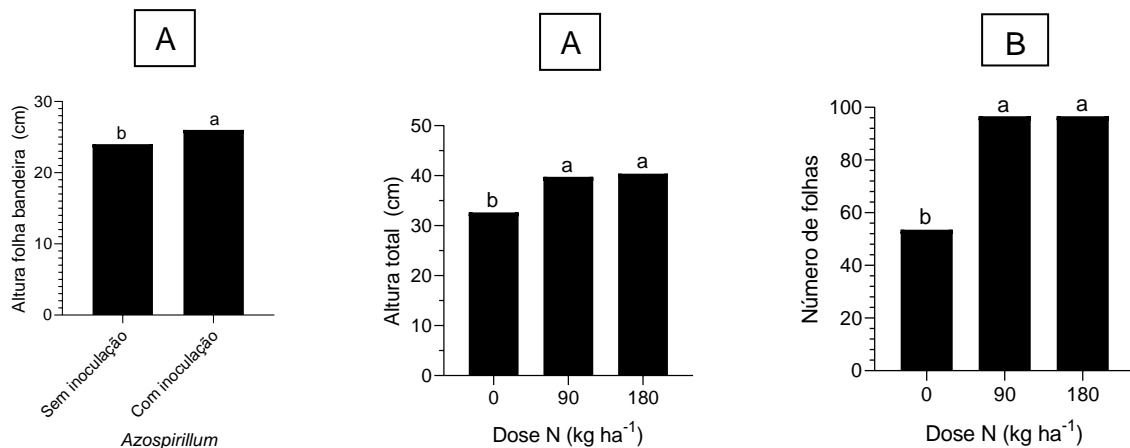
OBS: Não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Controle = ausência de tratamento, Inoculante = *A. brasilense*. Fonte: Elaborada pelo autor.

A ausência de efeito de tratamento para as características citadas, também foram relatadas por Schiavinatti et al. (2011), que não observaram efeito de doses de nitrogênio (0, 30, 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>) para características produtivas morfológicas avaliadas na cultura do milho.

Uma possível causa para a ausência de resposta da aveia preta as diferentes doses de nitrogênio, pode estar relacionada a irrigação logo após a aplicação nos vasos, o que pode ocasionar lixiviação do nutriente; fato também relatado por Silva et al. (2005).

Para altura total no primeiro corte e número de folhas vaso<sup>-1</sup> no segundo corte, verificou-se efeito da adubação nitrogenada, porém sem efeito entre as doses utilizadas (figura 4). Já para a altura de folha bandeira constatou-se efeito da inoculação por *A. brasilense* no primeiro corte.





**Figura 4.** Altura da folha bandeira, altura total e folhas vaso<sup>-1</sup> da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. (A) = primeiro corte, (B) = segundo corte. Médias sobrescritas com letras minúsculas distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A aplicação de N proporcionou incremento no número de folhas vaso<sup>-1</sup> e na altura total da aveia preta, entretanto verificou-se estabilização nas características quando se disponibilizou maior quantidade de N (180 kg ha<sup>-1</sup>) para a planta, o que pode caracterizar uma limitação de resposta da aveia preta. Resultados diferentes foram obtidos por Pietro-Souza et al. (2013) na cultura do trigo, onde doses maiores de nitrogênio resultaram em menores incrementos.

Ribeiro et al. (2007) relataram em estudos realizados na cultura do trigo, redução na altura da planta para os genótipos BRS254 e BRS264, quando se utilizou doses de N superiores a 50 kg ha<sup>-1</sup>, já para os genótipos PF013452 e CPAC02172, verificaram aumento da altura da planta para a maior dose de N utilizada (150 kg ha<sup>-1</sup>); tais resultados indicam que a resposta a adubação nitrogenada pode variar conforme a variedade de trigo que se está utilizando.

Geralmente utiliza-se a adubação nitrogenada quando o solo não apresenta condições de fornecer a quantidade adequada de nitrogênio que a cultura necessita, mais nem todo o nitrogênio fornecido através da adubação é absorvido pela planta. Por este motivo, para obter a máxima eficiência da adubação nitrogenada, depende-se muito de características como a eficiência na utilização do nutriente e a taxa de absorção da planta (ATROCH et al., 2001).

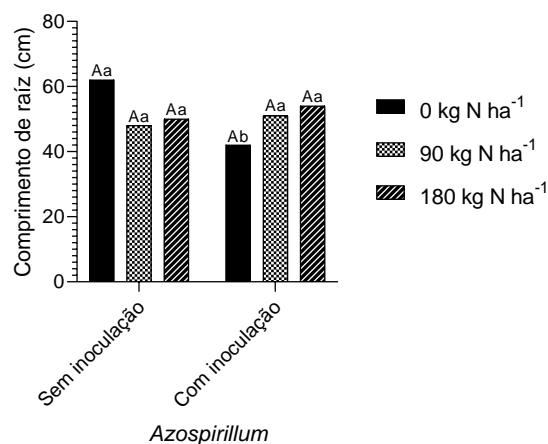
Para a altura da folha bandeira verificou-se efeito da inoculação com *A. brasilense* no primeiro corte (figura 4), com médias de 26,62 e 24,20 cm para os tratamentos com e sem inoculação, respectivamente; caracterizando interação

positiva da bactéria com a aveia preta. Resultados semelhantes foram obtidos por Garcia et al. (2014), onde as plantas de aveia preta inoculadas por *A. brasilense* apresentaram maior altura.

Cavallet et al. (2000), em estudos realizados na cultura do milho não observaram aumento na altura das plantas com a inoculação de *A. brasilense*, mas constataram aumento no comprimento de espigas e no número de folhas, destacando o fato da inoculação não aumentar a altura das plantas por evita problemas ligado ao tombamento.

Guimarães et al. (2011) observaram que a inoculação de *Urochloa decumbens* por *A. brasilense* proporcionou aumento no número de folhas, porém destacam que o maior aumento foi para o tratamento que recebeu maior adubação nitrogenada (36 folhas), e que os tratamentos inoculados por *A. brasilense* atingiram a produtividade de 30 folhas.

Para o comprimento das raízes observou-se efeito da interação entre inoculação por *A. brasilense* e adubação nitrogenada (figura 5). Verificou-se médias de 62,50; 48,25 e 50,50 cm de comprimento para as raízes no tratamento sem inoculação para as doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para o tratamento com inoculação das sementes, as médias de comprimento das raízes foram de 42,00; 51,25 e 54,00 cm para as doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.



**Figura 5.** Comprimento de raiz da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. Médias com letras maiúsculas diferentes representam diferença entre as doses de nitrogênio e médias com letras minúsculas diferentes, representam diferença para a inoculação pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Não foram observadas diferenças no comprimento das raízes dentro dos tratamentos com e sem inoculação, independentemente da dose de N utilizada; assim como entre os tratamentos quando se utilizou adubação de 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Entretanto, verificou-se que no tratamento sem inoculação a ausência de adubação nitrogenada levou a maior crescimento do sistema radicular, o que pode ser explicado pela deficiência do nutriente, que obriga as raízes a se desenvolverem atingindo profundidades maiores. Já no tratamento com inoculação, a ausência de adubação nitrogenada pode ter sido compensada pela maior disponibilidade de N ocasionada pelo *A. brasilense*, levando a menor crescimento das raízes.

Para Martuscello et al. (2018) o maior crescimento radicular foi obtido na maior dosagem de nitrogênio utilizada (400 kg de N ha<sup>-1</sup>), indicando efeito do nutriente na produção das raízes. Destacando ainda que conhecer a produção do sistema radicular de plantas forrageiras é muito importante pois assim pode-se conhecer a capacidade da planta em explorar as diferentes camadas do solo.

A interação do *A. brasilense* com as raízes de gramíneas pode resultar em diversos benefícios as plantas que estão ligados a absorção de água e nutrientes. Esses resultados podem ser gerados pela produção de hormônios que estimulam o crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular (HUNGRIA et al., 2011).

Cunha et al. (2009) descreveram que o crescimento radicular é dependente da disponibilidade dos nutrientes minerais no solo, e que a distribuição das raízes pode ser definida pela localização e concentração desses nutrientes, onde essas baixas concentrações e a disposição em profundidades maiores no solo podem aumentar o comprimento do sistema radicular.

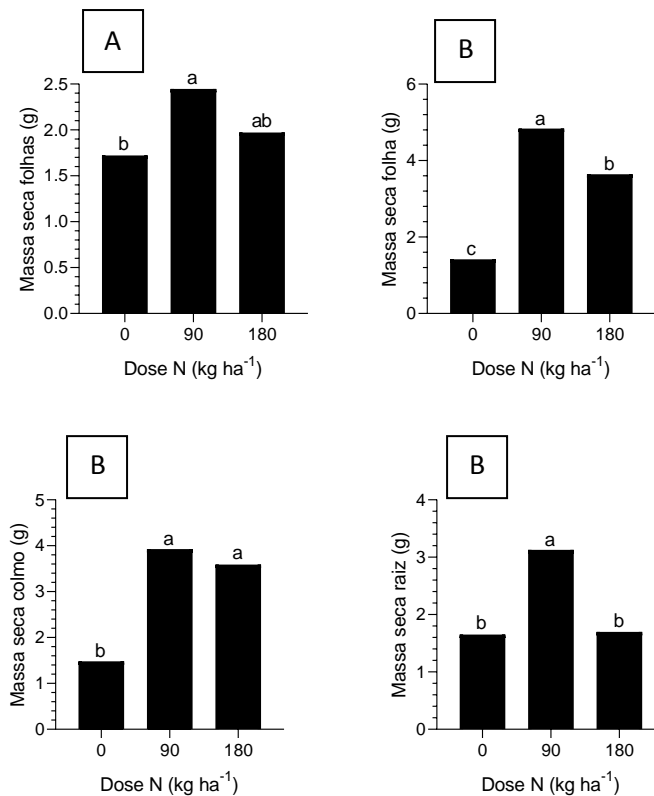
Na tabela 5 encontram-se a média e o desvio-padrão da massa seca de colmo da aveia preta submetida a inoculação com *A. brasilense*, adubação nitrogenada e interações. Não foi verificado efeito de tratamento para MS colmo no primeiro corte da aveia preta.

**Tabela 5.** Média e desvio-padrão de massa seca (MS) de colmo da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações

Tratamento	Massa seca de colmo (g/vaso)
	1º Corte
Controle	0,46
Inoculante + 90 kg de N ha <sup>-1</sup>	0,69
Inoculante + 180 kg de N ha <sup>-1</sup>	0,64
90 kg de N ha <sup>-1</sup>	0,54
180 kg de N ha <sup>-1</sup>	0,77
Inoculante	0,64
<b>Média Geral</b>	<b>0,62</b>
<b>Desvio-padrão</b>	<b>0,22</b>

OBS: Não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Controle = ausência de tratamento, Inoculante = *A. brasilense*. Fonte: Elaborada pelo autor.

Observou-se efeito da dose de nitrogênio na produção de MS folha para o primeiro e segundo cortes, com médias de 1,72; 2,44 e 1,97 e 1,42; 4,83 e 3,64 g vaso<sup>-1</sup> para as doses 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente; para MS colmo no segundo corte, com médias de 1,48; 3,92 e 3,59 g vaso<sup>-1</sup>, e para MS raiz com médias de 1,65; 3,12 e 1,70 g vaso<sup>-1</sup>, para as doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente (figura 6).



**Figura 6.** Massa seca de folha, colmo e raiz da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. (A) = primeiro corte, (B) = segundo corte. Médias sobrescritas com letras minúsculas distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para MS folha no primeiro corte e para MS colmo no segundo corte, não foram observadas diferenças entre as doses de N utilizadas; já para MS folha no segundo corte e para MS raiz verificou-se que 90 kg de N ha<sup>-1</sup> proporcionou maior acúmulo de material, esses resultados indicam que a planta pode ter atingido sua capacidade máxima de absorção do nutriente, com posterior redução na sua eficiência de aproveitamento.

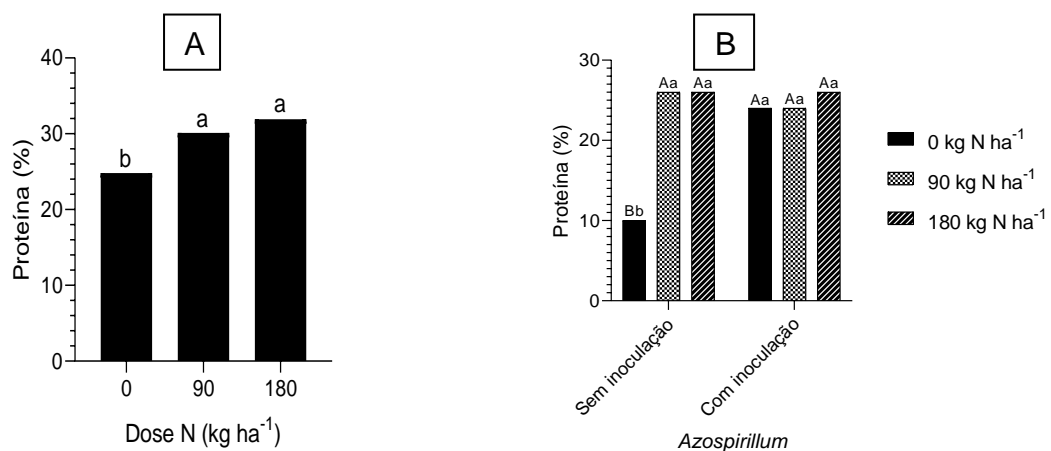
Martuscello et al. (2015) verificaram efeito linear da dose de nitrogênio no acúmulo de MS colmo do capim massai, observando que a maior produção foi obtida com a maior dosagem de nitrogênio utilizada; assim como Lopes et al. (2011) para a produção de MS raiz da mesma forrageira.

De acordo com Whitehead (1990), a deficiência de nitrogênio pode reduzir o crescimento do sistema radicular, já que a planta deve ter disponível quantidades ideais de nitrogênio para que possa ter um sistema radicular bem desenvolvido.

Por outro lado, Sarnento et al. (2008) avaliando o efeito da adubação nitrogenada no *Panicum maximum*, observaram que doses menores de nitrogênio resultaram em maior crescimento radicular. Resultados semelhantes foram obtidos

por Giacomini et al. (2005), que verificaram que a adubação do capim aruana na dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup> apresentou maior crescimento radicular quando comparado a dosagem de 300 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Na figura 6 observam-se os teores de proteína bruta da parte aérea da aveia preta submetida a inoculação com *A. brasilense* e adubação nitrogenada. Constatou-se efeito da adubação nitrogenada no primeiro corte, mas sem efeito da dose utilizada, as médias dos teores de PB foram 24,83; 30,10 e 31,92%, para doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup> (figura 7).



**Figura 7.** Teor de proteína bruta da aveia preta submetida a inoculação com *Azospirillum brasilense*, adubação nitrogenada e interações. (A) = primeiro corte, (B) = segundo corte. Médias com letras maiúsculas diferentes representam diferença entre as doses de nitrogênio e médias com letras minúsculas diferentes, representam diferença para a inoculação pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No segundo corte verificou-se efeito da interação entre inoculação com *A. brasilense* e adubação nitrogenada no teor de PB da aveia preta, com valores de 10,46; 26,91 e 26,66% para o tratamento sem inoculação e nas doses de 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para o tratamento com inoculação verificou-se médias de 24,85; 24,96 e 26,34 para 0; 90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

No tratamento sem inoculação observou-se efeito da adubação com N no teor de PB, porém sem efeito da dose utilizada; estes achados reforçam que a aveia preta teria atingido seu limite no aproveitamento do nitrogênio disponibilizado, estabilizando sua capacidade de produção de proteínas.

Moreira et al. (2001) observaram limite na de produção de PB na aveia preta na dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, quando avaliaram diferentes doses de adubação

nitrogenada (0; 50; 100; 150 e 200 kg de N ha<sup>-1</sup>). Já Rocha et al. (2000) verificaram que o aumento nas doses de nitrogênio proporcionou aumento no teor de proteína bruta das gramíneas tropicais, com aumento de 3,20% no teor de PB para cada Kg de nitrogênio aplicado.

No tratamento com inoculação não foi verificado efeito da adubação nitrogenada, com o tratamento controle (0,0 kg de N ha<sup>-1</sup>) apresentando o mesmo teor de PB que os tratamentos com oferta de nitrogênio (90 e 180 kg de N ha<sup>-1</sup>); além disso, quando comparados os tratamentos controle (0,0 kg N ha<sup>-1</sup>) com e sem inoculação, verificou-se diferença no teor de PB, com maior acúmulo de proteína, quando houve inoculação. Tais resultados sugerem que a inoculação com *A. brasilense* levou a maior disponibilidade de N para a aveia preta, permitindo assim um maior acúmulo de PB.

Galeano et al. (2019) em trabalho realizado na cultura do milho, obtiveram resultados que indicam que a produção de proteína apresentou relação favorável com a inoculação com *A. brasilense*; assim como Hungria et al. (2013), que constataram que a inoculação da braquiária com *A. brasilense* levou a aumento de 15% na produção de biomassa e de 25% na produção de proteína bruta. Esses dados reforçam os resultados obtidos no segundo corte da aveia preta, onde o tratamento que recebeu somente o *A. brasilense* obteve aumento significativos no acúmulo de PB.

Desta forma, pode-se considerar que a inoculação das aveias branca e preta por *A. brasilense* pode ser associada a menores doses de nitrogênio, gerando menor impacto ambiental e maior economia ao agricultor.

## CONCLUSÃO

As aveias branca e preta responderam a adubação nitrogenada, com melhora no desempenho produtivo e características morfológicas.

As características produtivas e morfológicas das aveias branca e preta não são influenciadas pela inoculação com *A. brasilense*.

O teor de proteína bruta da aveia preta é influenciado pela inoculação com *A. brasilense*.

O teor de proteína bruta das aveias branca e preta sofre alteração com a adubação nitrogenada.

Existe variabilidade nas respostas das aveias branca e preta a inoculação com *A. brasilense*.

Novos estudos são necessários para verificar a resposta das aveias branca e preta a inoculação com *A. brasilense*.



## REFERÊNCIAS:

- ABALOS, D. **Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency.** Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 189, p. 136-144, 2014.
- ARSAC, J. F. et al. **Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration.** Agronomie, Paris, v. 10, p. 640-654, 1990.
- ATROCH, E.M.A.C. et al. **Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas de *Bauhinia forficata* submetidas a diferentes condições de sombreamento.** Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.25, p.853-862, 2001.
- BHERING, S. B. et al. **Mapa de solos do estado do Paraná.** Embrapa Solos- Documentos (INFOTECA-E), 2007. Disponível: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/339505/>> Acesso em: 12 nov.2020.
- BISCARO, G.A. et al. **Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS.** Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 32, n. 5, p. 1366- 1373, 2008.
- BREDEMEIER, C. et al. **Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas.** Ciência Rural, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- BRUM, M. D. S. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*, manejo de pastejo e nitrogênio em integração lavoura-pecuária.** Tese (Doutorado em agronomia), Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2015. 74p.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V. V. H.; eds. **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.422-423.
- CAVALLET, L. E. et al. **Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.*** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.
- CECCON, G. et al. **Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio.** Ciência Rural. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), v. 34, n. 6, p. 1723-1729, 2004.
- CHAGAS, L. A. C. et al. **Teor de proteína bruta e produção de massa seca do capim-braquiária sob doses de nitrogênio.** Bioscience Journal, v. 21, n. 1, 2005.
- CHAPIN, F. S. **The Mineral Nutrition of Wild Plants.** Annual Review of Ecology and Systematics [s.l.], v. 11, n. 1, p.233-260, nov. 1980. Annual Reviews.
- COSTA D. L. et al. **Formação e manejo de pastagens na Amazônia do Brasil.** REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, v. 7, n. 1, p. 9-30, 2006.

CUNNINGHAM, R.K. **Cation-anion relationships in crop nutrition. VI. The effects of part, age and species of plant and some soil characteristics.** Journal of Agricultural Science, v.70, p.237-244, 1968.

CUNHA, A. C. M. C. M. et al. **Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas.** Pesquisa Florestal Brasileira, n. 58, p. 35, 2009.

CRUZ, C. D. **Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics.** Acta Scientiarum. Agronomy, v.35, n.3, 2013. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v35n3/v35n3a01.pdf>>.

D'ANDRÉA, A. F. et al. **Armazenamento de carbono e nitrogênio, E formas inorgânicas de nitrogênio em um solo sob diferentes Sistemas de gestão.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DARTORA, J. et al. **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.

ELMERICH, C. et al. (Ed.). **Bactérias fixadoras de nitrogênio associativas e endofíticas e associações cianobacterianas .** Dordrecht: Springer, 2007.

FAGUNDES, J. L. et al. **Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FLOSS, E. L. et al. **Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2007.

GALEANO, R. M. S. et al. **Desenvolvimento inicial e quantificação de proteínas do milho após inoculação com novas estirpes de *Azospirillum brasilense*.** Journal of Neotropical Agriculture, v. 6, n. 2, p. 95-99, 2019.

GARCIA, D. N. et al. **Influência de *azospirillum brasilense* no desenvolvimento vegetativo, produção de forragem e acúmulo de massa seca da aveia preta.** Enciclopédia Biosfera, v. 10, p. 2013-2019.

GIACOMINI, A. A., et al. **Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 4, p. 1109-1120, 2005.

GUIMARÃES, S. L. et al. **Crescimento e desenvolvimento inicial de *Brachiaria decumbens* inoculada com *Azospirillum spp*.** Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 13, p. 286-295, 2011.

HARTMANN A. **The genus *Azospirillum*.** In: Dworkin M, Falkow S, Rosenberg E, Schleifer KH, Stackebrandt E. (Ed.). The Prokaryotes. New York: Springer. pp. 115-140, 2006.

HASELBAUER, F. R. et al. **Produtividade da aveia branca cv. IPR 126 submetida à níveis e formas de parcelamento de nitrogênio em cobertura, com e sem**

**cortes.** 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

HUNGRIA, M. **Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo.** Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E), 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/879471/1/DOC325.2011.pdf>>.

HUNGRIA, M. et al. **Co-inoculação de soja e feijão com rizóbio e azospirillum: estratégias para melhorar a sustentabilidade.** Biologia e fertilidade dos solos , v. 49, n. 7, pág. 791-801, 2013.

LOPES, M. N. et al. **Componentes estruturais do resíduo pós-corte em capim-massai adubado com cinco doses de nitrogênio.** Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 2, p. 518-525, 2011.

LUPATINI, G. C. et al. **Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n. 11, p. 1939-1944, 1998.

MARANHÃO, A. et al. **Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 31, n. 2, p. 117-122, 2009.

MARIN, V. A. et al. **Fixação biológica de nitrogênio: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical.** 1999.

MATTIONI, N. M. et al. **Qualidade das sementes de aveia-preta de acordo com a pigmentação.** Revista de Ciências Agrárias - Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 57, n. 1, p. 90-94, 2014.

MARTUSCELLO, J. A. et al. **Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do adubo em Capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio.** Embrapa Gado de Corte-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2018.

MARTUSCELLO, J. A. et al. **Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção.** Ciência Animal Brasileira, v. 16, n. 1, p. 1-13, 2015.

MARTUSCELLO, J. A. et al. **Características morfológicas e estruturais do capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MOREIRA, F. B. et al. **Avaliação de aveia preta cv lapar 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 23, p. 815-821, 2001.

MOREIRA L. L. R. **Bactérias promotoras do crescimento vegetal com potencial para incrementar a produtividade da cultura do milho 2017.** 39f. Tese (mestrado em ciências agrárias) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Goiás 2017.

- NOVAKOWISKI, J. H. et al. **Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. suplemento 1, p. 1687-1698, 2011.
- OKON, Y. et al. **Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants**, *Applied and Environmental Microbiology*, New York, v.63, n.7, p.366-370, 1997.
- PANDOLFO, C. M. et al. **Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura**. Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.
- PAVINATO, P. S. et al. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 482p. 2017.
- PIETRO-SOUZA, W. et al. **Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 6, p.575-580, 2013.
- ROCHA, G. P. et al. **Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais**. Pasturas Tropicales, v. 22, n. 1, p. 4-8, 2000.
- RIBEIRO J. W. Q. et al. **Efeito da fertirrigação nitrogenada no rendimento de grãos de genótipos de trigo, no cerrado**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 17p.
- SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2002. 265p.
- SANTOS, S. M. C. et al. **Perdas de amônia por volatilização em resposta a adubação nitrogenada do feijoeiro**. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, V. 3, n.1, p. 16-20,.2016.
- SANTOS, M. E. R. et al. **Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.
- SANTI, A. et al. **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.
- SARMENTO, P. et al. **Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, n. 1, p. 27-34, 2008.
- SCHIAVINATTI, A. F. et al. **Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado**. Bragantia, v. 70, n. 4, p. 925-930, 2011.
- SILVA, E. C. et al. **Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.725-733, 2005.
- SILVA, E. M. B, **Nitrogênio na produção, índice de clorofila e uso de água no cultivo de rúcula**. Enciclopédia Biosfera, v. 11, n. 21, 2015.

SPINDULA, M. C. et al. **Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo**. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 6, pág. 1404-1411, 2010.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 3.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2011. 200p.

TERUEL, D. A. **Caracterização arquitetural do sistema radicular de soja**. Tese (Doutorado em agronomia). São Paulo, Universidade de São Paulo, 1999. 106 p.

KAMINSKI, T. H. **Efeito residual do nitrogênio aplicado no inverno para cultura do milho em um sistema de integração lavoura pecuária**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Guarapuava, Universidade Estadual do Centro Oeste, 2013. 72p.

WEBER C. V. **diferentes doses de nitrogênio no milho (*Zea mays L.*)** periódicos científicos Unilasalle. Trabalho de conclusão de curso (TCC). Faculdade La salle, Lucas do Rio verde –MT, V.01, n.1, p. 01-08, 2019.

WHITEHEAD, D. C. **Grassland Nitrogen**. Wallingford: CAB International, 397 p, 1990.