



## **ASPECTOS MORFOLÓGICOS E PRODUÇÃO DE FORRAGEM DE AVEIA BRANCA EM DIFERENTES MODALIDADES DE FERTILIZAÇÃO**

### **MORPHOLOGICAL ASPECTS AND WHITE OAT FORAGE PRODUCTION IN DIFFERENT FERTILIZATION MODALITIES**

*Bruno Otto Dobeck<sup>1</sup>, Ana Luisa Palhano Silva<sup>2</sup>; Jessica Alves Nogaroli<sup>3</sup>*

#### **Resumo**

Visando a alta produtividade de forragem de boa qualidade e a otimização do aproveitamento do nitrogênio, diminuindo os custos de produção, algumas alternativas de adubação podem ser utilizadas. O presente experimento teve o objetivo de avaliar a eficiência de diferentes modalidades de adubação no desenvolvimento vegetativo e nas características morfológicas da forragem de aveia branca (*Avena sativa*) da cultivar URS-Altiva. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do curso de Agronomia da Universidade Tuiuti do Paraná. Os tratamentos foram: com e sem inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, associados à adubação mineral, adubação orgânica e sem adubação, gerando seis tratamentos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 com seis repetições. Após o 3º corte de nivelamento, quando as plantas atingiram em média vinte e cinco centímetros de altura, avaliaram-se a massa seca de forragem, a massa seca de lâminas foliares, a massa seca de colmos, a densidade de perfilhos, a área foliar relativa e a relação entre lâminas foliares e colmos. O tratamento com adubação mineral isolada obteve os melhores resultados de massa seca de forragem, massa seca de lâminas foliares e também de densidade de perfilhos como nos tratamentos sem inoculação. Os demais tratamentos não diferiram entre si, provavelmente devido ao elevado teor de matéria orgânica do solo utilizado no experimento e fatores climáticos limitantes, aspectos que podem ter contribuído negativamente com a ação do inóculo aplicado e com a mineralização do composto orgânico.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica. Mineral. Bactéria diazotrófica.

#### **Introdução**

No Brasil, a pecuária é considerada uma das atividades mais produtivas do agronegócio, onde se destacam as criações de bovinos de leite e de corte a pasto. Porém, com o passar dos anos, algumas práticas convencionais de manejo do solo e o manejo incorreto das pastagens diminuíram a fertilidade das áreas de cultivo, conseqüentemente levando essas áreas a diferentes estágios de degradação. Estima-se que 50% das áreas de pastagens estejam degradadas (MACEDO et al., 2014), ocasionando a improdutividade do setor. Dessa forma, a baixa produtividade das pastagens pode prejudicar a sustentabilidade técnica e econômica do sistema, desestimulando a produção de bovinos em sistemas de pastagens.

A limitação da produção forrageira deve-se a inúmeros fatores, dentre eles, aspectos climáticos e baixa fertilidade dos solos. Porém, em regiões de clima subtropical, como na região Sul do Brasil,

1 Acadêmico do curso de Agronomia – UTP; otto\_dobeck@hotmail.com

2 Profa. Dr.<sup>a</sup> – Curso de Agronomia - UTP

3 Profa. Dr.<sup>a</sup> – Curso de Agronomia - UTP



encontram-se múltiplas opções de forrageiras disponíveis para suprir a demanda dos animais, como a aveia branca, espécie de duplo propósito, a qual é uma das gramíneas mais utilizadas, de forma isolada ou consorciada com outras gramíneas ou leguminosas. A aveia apresenta elevados níveis de proteína, alta digestibilidade e boa palatabilidade (GRISE et al., 2002). Além de ótimos ganhos de peso que essa gramínea proporciona, ela ainda possibilita que os pecuaristas comercializem os animais no período de entressafra, aumentando o resultado financeiro da atividade (AGUINAGA et al., 2006), nas regiões onde o clima permite seu desenvolvimento.

Porém, a deficiência de inúmeros nutrientes pode limitar o desenvolvimento das plantas, destacando-se o nitrogênio, que atua em diferentes aspectos da produção forrageira, ou seja, na taxa de perfilhamento, tamanho de folhas e duração de vida das folhas (MARTUSCELLO et al., 2015).

Assim, para uma elevada produção de forragens, a adubação nitrogenada torna-se essencial, tendo, porém, limitações de ordem econômica uma vez que esse elemento apresenta custo elevado, pois para a síntese de amônia é utilizado petróleo como fonte de energia, impondo a necessidade de importação de cerca de 70% dos fertilizantes nitrogenados, além da baixa eficiência agrônômica quanto à utilização da uréia pelas plantas, com uma estimativa de apenas 30 a 50%.

Outra questão relacionada ao uso de fertilizantes nitrogenados é a ambiental, pois o excesso utilizado pode gerar alguns impactos, devido às perdas por lixiviação, desnitrificação e volatilização, ocasionando a poluição de recursos hídricos e a destruição da camada de ozônio (CRISPINO et al., 2001).

A partir dessa premissa, a busca por aumento de produtividade forrageira passa pela utilização correta do nitrogênio, considerando-se aspectos como dose/fonte a ser aplicada, época de aplicação e manejo correto das pastagens. Diante destas informações, é notável que os custos de produção de forragens são os grandes limitadores para a obtenção de elevadas produtividades e longevidade.

No entanto, existem estratégias tecnológicas que visam reduzir os custos com a fertilização (SOUZA et al., 2016) e uma delas é a utilização de bactérias diazotróficas associativas, que diminuem significativamente os custos com adubação nitrogenada (HANISCH et al., 2017), pois se utilizadas de forma correta, essas bactérias são capazes de beneficiar as plantas por meio da incorporação de nitrogênio atmosférico no solo, via fixação biológica. Dentre as BPCP (bactérias promotoras de crescimento de plantas) as do gênero *Azospirillum* colonizam o interior e a superfície das raízes, sendo denominadas diazotróficas endofíticas facultativas (BALDANI et al., 1997).

Além de fixar nitrogênio as BPCP podem auxiliar o desenvolvimento da planta na produção de hormônios promotores de crescimento (auxinas, giberelina e citocinina) e estimular o metabolismo das raízes (SPAEPEN et al., 2009), o que, segundo NAKAO et al. (2018) favorece o aproveitamento da superfície do solo para absorção de água e nutrientes, como se observa com algumas espécies do gênero *Azospirillum*.

Dentro da temática de sustentabilidade, outro aspecto que pode ser considerado no manejo das pastagens refere-se à utilização de resíduos sólidos da produção animal. Assim, como uma fonte alternativa de adubação nitrogenada associada à inoculação das sementes, pode ser utilizado



composto orgânico à base de esterco bovino, reduzindo os custos de produção e, conseqüentemente, reduzindo impactos ambientais.

É importante verificar que com a adição de nitrogênio ao solo como esterco, uma vez iniciada a decomposição, esse elemento entra no estoque de nitrogênio orgânico do solo e passa a ser mineralizado à taxa similar ao nitrogênio natural do solo (MENEZES e SALCEDO, 2007).

Porém, considerando-se que, ao contrário dos fertilizantes minerais, a adubação orgânica depende das condições ambientais vigentes, tais como temperatura e umidade, para que o nitrogênio orgânico seja mineralizado, a taxa de liberação do elemento para absorção pelas plantas pode não ocorrer rapidamente.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características morfológicas da aveia branca (*Avena sativa*) em função da inoculação com as bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* e de diferentes modalidades de fertilização nitrogenada.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de março a julho de 2021, em casa de vegetação do curso de Agronomia da Universidade Tuiuti do Paraná, Campus Barigui, em Curitiba - PR, localizado na longitude 49° 19' W e latitude 25° 25' S, com altitude média de 945 metros, com clima subtropical úmido Cfb (Koppen).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3, com seis repetições. Os tratamentos foram compostos por dois fatores de variação: (Fator 1) com e sem a presença de inoculação e (Fator 2) sem fertilização nitrogenada, com fertilização nitrogenada mineral e fertilização nitrogenada orgânica, gerando seis tratamentos, com seis repetições, o que totalizou 36 unidades experimentais (UE's). O inoculante utilizado foi composto por *A. brasilense* estirpes Ab-V5 e Ab-V6.

Para a condução do experimento, as sementes utilizadas foram de aveia branca, da cultivar URS-Altiva. Foi utilizado solo proveniente do horizonte A, camada de 0 a 20 cm, de um Cambissolo Háplico de textura média (SiBCS). Esse solo foi coletado com o auxílio de uma cortadeira e de uma pá, peneirado para retirar materiais grosseiros e fazer seu destorroamento, distribuído em superfície plana e ao abrigo da luz e umidade para secagem.

Posteriormente, uma amostra representativa do solo coletado foi encaminhada para laboratório, onde foram determinadas suas características químicas, antes da instalação do experimento. Os resultados obtidos constam da Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo na profundidade de 0-20 cm antes da semeadura da aveia branca.  
 Table 1. Soil chemical composition at a depth of 0-20 cm before sowing white oats.

| pH   | MO                | P                  | K+                              | Ca+2 | Mg   | Al+3 | H+Al | SB    | CTC   | V    |
|------|-------------------|--------------------|---------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| CaCl | g/dm <sup>3</sup> | mg/dm <sup>3</sup> | -----Cmol/dm <sup>3</sup> ----- |      |      |      |      |       |       | %    |
| 5,9  | 31,8              | 93,53              | 0,59                            | 8,23 | 4,30 | 0,0  | 2,36 | 13,12 | 15,48 | 84,8 |

A partir da análise apresentada na Tabela 1, observou-se que o solo amostrado apresenta elevada fertilidade, com destaque ao teor de matéria orgânica, com teor acima de 30 g/dm<sup>3</sup> para solos com textura média (SOUZA e LOBATO, 2004).

As parcelas experimentais foram constituídas por trinta e seis vasos plásticos, com capacidade total de 5,0 L cada, sendo preenchidos de forma homogênea com um volume de 3,0 L de solo por vaso. Para a inoculação das sementes foram utilizados 3 mL (dose recomendada pelo fabricante) de inoculante de *A. brasiliense* estirpes Ab-V5 e Ab-V6 por kg de semente. O inoculante foi aplicado diretamente sobre a massa de sementes em um Becker de vidro, onde foram homogeneizadas com uma espátula por aproximadamente dois minutos para a obtenção de adequada uniformidade. Foram depositadas seis sementes por vaso e, sete dias após a germinação, foi realizado o desbaste, para que restassem apenas quatro plantas por vaso.

Os tratamentos de adubação orgânica e adubação mineral foram calculados e aplicados nas UE's, conforme a exigência nutricional da cultura, através dos dados fornecidos pelo Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná (SBCS, 2017). As características químicas do adubo orgânico também foram determinadas em laboratório, antes da instalação do experimento. Os resultados obtidos podem ser observados da Tabela 2.

Tabela 2. Composição química (%) do vermicomposto utilizado na adubação orgânica.  
 Table 2. Chemical composition (%) of the vermicompost used in organic fertilization.

| Adubo Orgânico | Nitrogênio (N) | Fósforo (P) | Potássio (K) | Cálcio (Ca) | Magnésio (Mg) |
|----------------|----------------|-------------|--------------|-------------|---------------|
| Vermicompost   | 2,3            | 1,2         | 0,8          | 2,8         | 1,1           |

A condução das adubações seguiu como observado na Tabela 3. Para a adubação mineral foram utilizados como fonte de nutrientes: Ureia, Cloreto de Potássio (KCl) e Super Fosfato Triplo (TSP), e para a adubação orgânica o vermicomposto.

Tabela 3. Estratégias de adubação utilizadas nos tratamentos, mineral (ureia), orgânico (vermicomposto) e inoculação.  
 Table 3. Fertilization strategies used in treatments, mineral (urea), organic (vermicompost) and inoculation.

| Adubação Mineral             | Recomendação |
|------------------------------|--------------|
| N                            | (kg x ha-1)  |
| Semeadura                    | 40           |
| 7 dias pós-semeadura         | 30           |
| Após 1º corte de nivelamento | 50           |
| Após 2º corte de nivelamento | 50           |
| Após 3º corte de nivelamento | 50           |
| K20                          | (kg x ha-1)  |
| Semeadura                    | 18           |
| P205                         | (kg x ha-1)  |
| Semeadura                    | 20           |



| Adubação Orgânica                     | Recomendação        |
|---------------------------------------|---------------------|
| No                                    | (kg x ha-1)         |
| Semeadura                             | 40                  |
| 7 dias pós-semeadura                  | 30                  |
| Após 1º corte de nivelamento          | 50                  |
| Após 2º corte de nivelamento          | 50                  |
| Após 3º corte de nivelamento          | 50                  |
| Inoculação                            | Recomendação        |
| Inoculante-Estirpes Ab-V5 e Ab-V6     | (mL/kg de sementes) |
| Semeadura                             | 3                   |
| (*) Dose recomendada pelo fabricante. |                     |

A irrigação foi realizada com um dia de intervalo, sendo utilizada água deionizada mantendo-se 60% da capacidade de campo (dado obtido na metodologia de saturação de água do solo).

Após o terceiro corte de nivelamento, na rebrota, quando as plantas atingiram em média 25 cm de altura (H), foram realizadas as seguintes avaliações: determinação da densidade de perfilhos (DP) e medições do comprimento e maior largura da 1ª folha de cada planta matriz de todas as UE's, para obtenção da área foliar (AF).

Após essas avaliações, foram realizados cortes de nivelamento mantendo um resíduo de dez centímetros de altura e, a partir das amostras coletadas, determinou-se a massa verde total (MVT) de cada UE. Em seguida, foram separadas lâminas foliares e colmos, onde se determinou também, massa verde de lâminas (MVL) e massa verde de colmos (MVC). Posteriormente as amostras foram armazenadas em sacos de papel pardo e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 horas, obtendo-se a massa seca total (MST), massa seca de lâminas (MSL) e massa seca de colmos (MSC) e a relação lâminas/colmos (L/C) de cada UE.

Importante destacar que a casa de vegetação onde os experimentos foram instalados, por não ser coberta com filme difusor de luz, apresentou baixa qualidade de radiação solar. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística onde, conforme delineamento experimental adotado foi realizada a análise de variância e a comparação de médias usando o teste de Tukey a 5%. Todos os dados foram avaliados utilizando-se o programa SAS (SAS, 2004).

## Resultados e Discussão

Os resultados encontrados podem ser observados nas Tabela 4 e 5. Não houve diferença significativa na variável altura (H), pois, esta não foi parâmetro de avaliação, sendo utilizada apenas como critério de manejo, com todos os tratamentos dentro da altura proposta (25 cm).



Tabela 4. Dados (n = 6) de altura do dossel (H), massa verde (MVT) e massa seca (MST) total, massa verde (MVL) e massa seca (MSL) de lâminas foliares, com e sem inoculação combinado com adubação orgânica ou mineral.

Table 4. Data (n = 6) of canopy height (H), green dough (MVF) and dry mass (MSF) total, green dough (MVL) and dry mass (MSL) of leaf blades, with and less inoculation combined with organic or mineral fertilizer.

|                | Sem adubação | Adubação Orgânica | Adubação Mineral | Média  |
|----------------|--------------|-------------------|------------------|--------|
| H              |              |                   |                  |        |
| Com Inoculação | 26,3         | 23,2              | 28,0             | 25,8 B |
| Sem Inoculação | 22,7         | 25,5              | 26,7             | 25,0 B |
| Média          | 24,5 b       | 24,4 b            | 27,4 b           |        |
| MVT            |              |                   |                  |        |
| Com Inoculação | 1,20         | 0,91              | 1,36             | 1,15 B |
| Sem Inoculação | 0,92         | 1,34              | 1,44             | 1,23 B |
| Média          | 1,06 b       | 1,13 b            | 1,40 b           |        |
| MST            |              |                   |                  |        |
| Com Inoculação | 0,13         | 0,09              | 0,16             | 0,13 B |
| Sem Inoculação | 0,10         | 0,14              | 0,17             | 0,14 B |
| Média          | 0,12 b       | 0,12 b            | 0,17 a           |        |
| MVL            |              |                   |                  |        |
| Com Inoculação | 0,98         | 0,69              | 1,11             | 0,93 B |
| Sem Inoculação | 0,77         | 1,01              | 1,24             | 1,01 B |
| Média          | 0,88 b       | 0,85 b            | 1,18 b           |        |
| MSL            |              |                   |                  |        |
| Com Inoculação | 0,11         | 0,08              | 0,14             | 0,11 B |
| Sem Inoculação | 0,09         | 0,11              | 0,15             | 0,12 B |
| Média          | 0,10 b       | 0,10 b            | 0,15 a           |        |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Dados (n = 6) de massa verde (MVC) e massa seca (MSC) de colmos, densidade de perfilhos (DP), área foliar relativa (AF) e relação lâminas foliares/colmos (L/C) de aveia branca, com e sem inoculação combinado com adubação orgânica ou mineral.

Table 5. Data (n = 6) of green dough (MVC) and dry mass (MSC) in stems, tillers density (DP), relative leaf area (AF) and leaf blades/stems ratio (L/C) of white oat, with and less inoculation combined with organic or mineral fertilizer.

|                | Sem adubação | Adubação Orgânica | Adubação Mineral | Média  |
|----------------|--------------|-------------------|------------------|--------|
| MVC            |              |                   |                  |        |
| Com Inoculação | 0,22         | 0,22              | 0,25             | 0,23 B |
| Sem Inoculação | 0,15         | 0,34              | 0,20             | 0,23 B |
| Média          | 0,19 b       | 0,28 b            | 0,23 b           |        |
| MSC            |              |                   |                  |        |
| Com Inoculação | 0,01         | 0,01              | 0,02             | 0,01 B |
| Sem Inoculação | 0,01         | 0,02              | 0,02             | 0,02 B |
| Média          | 0,01 b       | 0,02 b            | 0,02 b           |        |



|                |         |         |         |         |
|----------------|---------|---------|---------|---------|
| AF             |         |         |         |         |
| Com Inoculação | 11,18   | 8,30    | 11,67   | 10,38 B |
| Sem Inoculação | 9,61    | 11,70   | 11,97   | 11,09 B |
| Média          | 10,40 b | 10,00 b | 11,82 a |         |
| DP             |         |         |         |         |
| Com Inoculação | 7,0     | 7,8     | 8,2     | 7,7 B   |
| Sem Inoculação | 8,5     | 8,3     | 9,0     | 8,6 A   |
| Média          | 7,8 b   | 8,1 ab  | 8,6 a   |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando-se os fatores inoculação e estratégias de adubação, não houve interação significativa entre os mesmos. Ainda não estão totalmente esclarecidos os fatores que interferem nas respostas das culturas à inoculação de *Azospirillum*. Os resultados de êxito descritos por Mehnaz e Lazarovits (2006), referentes à combinação planta x *Azospirillum* estão associados, na maioria das vezes, a aspectos da própria bactéria, como a escolha da estirpe, o número ideal de células por sementes e sua viabilidade.

De acordo com FUKAMI et al. (2016) a inoculação de sementes com *A. brasilense* é uma interessante estratégia na busca por sistemas agrícolas mais conservacionistas. Entretanto, fatores relacionados ao clima, solo, microbiota do solo, cultivares utilizadas e de adubação podem influenciar a resposta ao inoculante (JAMES, 2000), e devem ser apontados quando do estudo e orientação da prática da inoculação.

Outro fator a considerar seria o decréscimo na intensidade de diazotróficos no solo em virtude da inclusão do fertilizante nitrogenado, modificando a diversidade destas bactérias (BERGAMASCHI, 2006). Hungria (2011), em trabalho com plantas de milho inoculadas, demonstrou que, nos tratamentos que receberam 100% de N mineral na forma de ureia, a inoculação com *Azospirillum*, teve o efeito em geral anulado. Esses resultados corroboram os encontrados por Aguirre et al. (2018), que ao inocularem *Cynodon* com *A. brasilense* observaram que os ganhos com a inoculação decrescem com o aumento da dose de nitrogênio.

Carvalho et al. (2014), avaliando a interação entre bactérias endofíticas associativas, concluíram que a eficiência da fixação de N pelas bactérias é rapidamente impedida na presença de alta concentração de N no solo e apontam evidências de que o teor de N no solo pode também inibir a colonização bacteriana na rizosfera.

No tratamento com inoculação isolada, observa-se um desempenho similar ao da testemunha. Rodrigues et al. (2014) também não alcançaram ganhos em rendimento de trigo com a inoculação, e atribuíram este resultado à competição por espaço e alimentos dos inúmeros microrganismos no solo, onde mesmo ocorrendo a fixação biológica pelas bactérias diazotróficas presentes no solo, essa não é capaz de promover ganhos em produtividade.



Os estudos até hoje realizados ainda divergem quanto a real vantagem das bactérias diazotróficas na fixação de N. De acordo com Baldani e Baldani (2005), vários avanços em aspectos relacionados à interação entre gramíneas e as bactérias diazotróficas foram alcançados, porém dificilmente a eficácia dessa associação atingirá resultados similares ao que ocorre entre leguminosas e os rizóbios.

Nas condições avaliadas neste experimento, para os tratamentos sem inoculação com *Azospirillum*, os maiores valores para as variáveis massa seca de forragem (MSF), massa seca de lâminas (MSL) e densidade de perfilhos (DP), foram encontrados no tratamento com aplicação de N na forma mineral.

Ydoyaga et al. (2006), trabalhando com técnicas de recuperação de pastagens de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf), analisaram que a adubação nitrogenada promoveu aumento de 34% na produção de massa seca na maior dose de N ( $100 \text{ kg} \times \text{ha}^{-1}$ ), corroborando com o trabalho de Havlin et al. (2005), que demonstram que o N fornecido adequadamente, em condições adequadas para o crescimento das plantas, promove aumento da produção de massa seca e do teor de proteína a partir da produção de carboidratos.

Em estudos com dosagens de N e S em pastagem degradada de capim-braquiária, Bonfim e Monteiro (2006) verificaram que as doses de N foram fundamentais para a produção de massa seca das lâminas foliares e dos colmos acrescentados de bainhas.

Esses resultados corroboram com Wilkins et al. (2000) em que o acúmulo de biomassa de uma pastagem está diretamente relacionado com a adubação nitrogenada e que a quantidade de massa seca nas áreas com adubação nitrogenada foi sempre superior às áreas sem adubação nitrogenada, independente da intensidade de pastejo.

A utilização de nitrogênio também teria a vantagem adicional de estimular o perfilhamento das forrageiras. De acordo com Caminha et al. (2010), a adubação nitrogenada promove maior renovação de perfilhos no pasto, por consequência maior cobertura e proteção do solo e maior volume de massa, o que pode ser observado neste experimento.

O efeito do N no perfilhamento de forrageiras foi testado por vários autores. Iniciando por Alexandrino et al. (2005) podemos verificar que, testando doses crescentes de N (0, 45, 90, 180 e  $360 \text{ mg/dm}^3$ ) e frequências de corte (24 e 28 dias) no capim Marandu, independente da frequência, esses autores alcançaram resposta positiva para adubação nitrogenada com ênfase para a maior dose na densidade de perfilhos. O Nitrogênio contribui para o desenvolvimento tecidual da planta, portanto a falta desse nutriente no solo dificulta seu perfilhamento.

No presente trabalho, o efeito positivo da adubação mineral sobre a produção de massa de forragem foi devido, portanto, ao aumento no número de plantas, uma vez que não se observou aumento significativo na área foliar, com as plantas apresentando a mesma altura de dossel.

Também Martuscello (2006) e Lopes (2005), em trabalhos realizados, demonstraram que plantas adubadas com nitrogênio atingem um número máximo de folhas por perfilho mais precocemente. Isso é motivado pelos ritmos morfogênicos acelerados, viabilizando manejos que permitam maiores frequências de desfolhação (menor intervalo entre pastejos).



Um aspecto a destacar é o de que, apesar do tratamento com adubação mineral isoladamente se destacar na variável densidade de perfilhos, devido à baixa luminosidade na base das plantas característico do local onde foi instalado o experimento, todos os tratamentos tiveram baixa taxa de perfilhamento, quando comparados a dosséis forrageiros implantados em condições de elevada luminosidade, uma vez que o potencial de perfilhamento só pode ser atingido quando o índice de área foliar do pasto é baixo, pois a ativação das gemas para formação de novos perfilhos depende da quantidade e da qualidade de luz (DEREGIBUS et al., 1983). Em dosséis baixos, a maior incidência de luz na base das plantas estimula o perfilhamento (CARVALHO et al. 2000).

Considerando-se a relação lâminas/colmos, nenhuma das estratégias de adubação apresentou diferença significativa, apontando que, nas condições avaliadas, a qualidade da forragem produzida, medida indiretamente por essa relação, se mostrou estável nos diferentes tratamentos. Segundo Melo et al. (2006), a maior proporção de folhas pode evidenciar material de melhor degradabilidade ruminal, em virtude da menor presença de tecidos estruturais indegradáveis ou de difícil degradação, podendo influenciar a dinâmica e a velocidade da degradação da matéria seca pelos microrganismos do rúmen.

Com relação aos efeitos da adubação orgânica, esse fator isoladamente não demonstrou resultados significativos em nenhuma das variáveis, o que está de acordo com Araújo et al. (2009) que também verificaram menor liberação de nutrientes do composto de esterco bovino, já que a adubação mineral ( $150 \text{ kg x ha}^{-1}$  de N) promoveu a mesma massa seca das plantas que receberam o dobro de N tendo o composto como fonte. A justificativa para o menor desempenho do esterco é a baixa concentração de nutrientes e a dependência da mineralização do resíduo para o efetivo aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, o qual está diretamente relacionado às condições de umidade e temperatura.

Thönnssen et al. (2000), descreveram que a decomposição e liberação de nutrientes em resíduos orgânicos variam com o local de disposição dos resíduos, pois a profundidade de incorporação influencia na magnitude de temperatura e umidade que está diretamente relacionada com o desenvolvimento da população microbiana. Klausner et al. (1994), em condições de clima temperado, calcularam taxa de mineralização de 21% no primeiro ano.

A expressão do potencial de mineralização do N pelos resíduos incubados com areia pode ser explicada, entre outros fatores, em razão da sua reduzida superfície específica e densidade de carga superficial, fazendo com que essa fração apresente pouco ou nenhum material orgânico fortemente ligado, o que facilita o ataque microbiano, resultando assim em maior mineralização dos resíduos (ROSCOE e MACHADO, 2002).

Nendel et al. (2005), ao estudarem a mineralização de N por compostos orgânicos, analisaram que, em dois anos, a porcentagem de N total mineralizada variou entre 2 e 45%, evidenciando-se dependente, entre outros fatores, da textura e do teor de matéria orgânica do solo em que o resíduo orgânico foi adicionado.

Em estudos com o capim Mombaça, Mazza et al. (2009) verificaram que a quantidade de N disponibilizada pelo esterco bovino, mesmo na maior dose aplicada, foi insuficiente para a expressão do máximo potencial produtivo.



Araújo et al. (2011) ao avaliarem a resposta do capim Marandu submetido à adubação orgânica por meio do esterco bovino como fonte de N, em substituição à adubação mineral (ureia) em diferentes proporções, observaram que o tratamento com o esterco bovino como fonte exclusiva de N proporcionou as menores alturas de plantas.

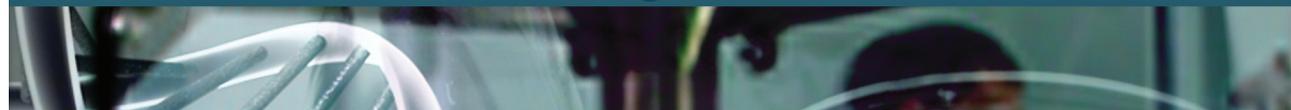
Por outro lado, Zanine e Ferreira (2015) consideraram que a utilização de esterco como adubo orgânico é uma alternativa viável, eficiente e de baixo impacto ambiental porque fornece diversos nutrientes essenciais à produção de forragem, em especial para o fornecimento de nitrogênio, todavia é importante que maiores estudos sejam realizados a fim de determinar as doses adequadas à nutrição da espécie forrageira.

## Conclusão

A inoculação de sementes não apresentou vantagens nos aspectos produção de massa de forragem e parâmetros morfológicos de aveia branca (*Avena sativa*), inclusive reduzindo o número de plantas, quando comparado às sementes não inoculadas. Para sementes não inoculadas, a fertilização mineral em cobertura de plantas de aveia branca apresentou resultados positivos em termos de produção de massa de forragem, massa de lâminas foliares e número de perfilhos, quando comparados às plantas não fertilizadas ou fertilizadas com adubo orgânico. O aumento da massa de forragem em plantas fertilizadas com adubo mineral foi resultante do aumento do número de plantas e não ao aumento da área foliar. O elevado teor de matéria orgânica do solo utilizado no experimento pode ter contribuído negativamente com o processo de fixação de nitrogênio por parte dos microrganismos inoculados. Fatores climáticos limitantes e o elevado teor de matéria orgânica do solo podem afetar negativamente o processo de mineralização do fertilizante orgânico e, conseqüentemente, seus efeitos sobre a produção de massa de forragem e parâmetros morfológicos de aveia branca.

## Referências

- AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I. et al. 2006. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e avezem submetida a diferentes alturas de manejo. *Revista Brasileira Zootecnia* 35: 1765- 1773.
- AGUIRRE, P.F.; OLIVO, C.J.; RODRIGUES, P.F. et al. 2018. Forage yield of Coastcross-1 pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 40: 1-8.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; MOSQUIM, P.R. et al. 2005. Características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. *Acta Scientiarum Agronomy* 27: 17-24.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, J.L. et al. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- ARAUJO, A. S.; SILVA, J.E.C.; SANTOS, A.C. et al. 2011. Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade de forragem e qualidade do solo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 12: 852-866.



- ARAUJO, F.F.; TIRITAN, C.S.; OLIVEIRA, T.R. 2009. Compostos orgânicos semicurados na adubação de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*. *Revista Ciência Agronômica* 40: 1-6.
- BALDANI, J.; BALDANI, V. 2005. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 77: 549-579.
- BALDANI, J.I.; CARUSO, L.; BALDANI, V.L. et al. 1997. Recent advances in bnf with non-legume plants. *Soil Biology and Biochemistry* 29: 911-922.
- BERGAMASCHI, C. 2006. Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivares de sorgo.
- BONFIM, E.M.; MONTEIRO, FA. 2006. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capimbraquiária proveniente de área de pastagem em degradação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 1289-1297.
- CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C.; PAIVA, A.J. et al. 2010. Estabilidade da população de perfilhos de capim - marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 213-220.
- CARVALHO, T.L.G; BALSEMÃO-PIRES, E.; SARAIVA, R.M. et al. 2014. Nitrogen signalling in plant interactions with associative and endophytic diazotrophic bacteria. *Journal of Experimental Botany* 65: 5631-5642.
- CRISPINO, C.C.; FRANCHINI, J.C.; MORAES, J.Z. et al. 2001. Adubação nitrogenada na cultura da soja. *Embrapa Soja. Comunicado técnico* 75.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHES, R.A.; CASAL J.J. 1983. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiology* 72: 900-912.
- FALEIRO, F.G.; ANDRADE, S.R.M.; REIS JUNIOR, F.B. 2011. Fixação biológica de nitrogênio: uma revolução na agricultura. *Biotecnologia: Estado da arte e aplicações na agropecuária*. 247-282.
- FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. 2016. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. *AMB Express* 6: 1-13.
- GRISE, M. M.; CECATO, U.; MORAES A. et al. 2002. Avaliação do desempenho animal e do pasto na mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) e ervilha forrageira (*Pisum arvense* L) manejada em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 1085-109.
- HANISCH, A.L. et al. 2017. Desempenho produtivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da inoculação com *Azospirillum* e doses de nitrogênio. *Revista Agro@ambiente* 11: 200-208.
- HAVLIN, J.L.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. et al. 2005. Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. Pearson. 2005. 528 p.
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.; ARAUJO, R. 2016. Inoculation of *Brachiaria* spp. With the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 221: 125-131.
- HUNGRIA, M. 2011. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. *Embrapa Soja* 38: 325.
- JAMES, E. 2000. Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis. *Field Crops Research* 65: 197- 209.
- KLAUSNER, S.; KANNEGANTI, V; BOULDIN, D. et al. 1994. An approach for estimating a decay series for organic nitrogen in animal manure. *Agronomy Journal* 86: 897-903.
- LOPES, R.S.; FONSECA, D.M.; OLIVEIRA, R.A. et al. 2005. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 20-29.
- MACEDO, M.C.; ZIMMER, A.H.; KICHEL, A.N. et al. 2014. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: *Anais de Congresso. Embrapa Gado de Corte* 158-181.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. 2006. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 665- 671.



- MARTUSCELLO, J.A.; SILVA, L.P.; CUNHA, D.N.F.V. et al. 2015. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. *Ciência Animal Brasileira* 16: 1.
- MAZZA, L.M.; PÔGGERE, G.C.; FERRARO, F.P. et al. 2009. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim mombaça no primeiro planalto paranaense. *Scientia Agrária* 10: 257-265.
- MEHNAZ, S.; LAZAROVITS, G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonasputida*, *Ghiconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on com plant growth iinder greenhouse conditions. *Microbial Ecology* 51: 326-335.
- MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B. et al. 2006. Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. *Revista Brasileira Zootecnia* 35: 1316-1322.
- MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H. 2007. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11: 361-367.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. 2006. Microbiologia e bioquímica do Solo 2.
- NAKAO, A.H.; ANDREOTTI, M.; MODESTO, V.C. et al. 2018. Intercropping *Urochloa brizantha* and sorghum inoculated with *Azospirillum brasilense* for silage. *Revista Ciência Agronômica* 49: 3.
- NENDEL, C.; KUBIAK, R.; NIEDER, R.; REUTER, S. et al. 2005. Nitrogen mineralization from mature biowaste compost in vineyard soils II. Test of N mineralization parameters in a long-term in situ incubation experiment. *J. Plant Nutr. Soil Science* 168: 219-227.
- PRANDO, A.M.; OLIVEIRA, A.M.; LIMA, D. et al. 2019. Coinoculação da Soja com e na Safra 2018/2019 no *Bradyrhizobium Azospirillum*. *Embrapa Soja. Circular técnica* 156.
- REETZ, H.F. 2017. Fertilizantes e o seu uso eficiente. *International Fertilizer Industry Association (IFA) Paris, França, 2016. Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) São Paulo, Brasil, 179 p.*
- RODRIGUES, L.F.O.S.; GUIMARÃES, V.F.; SILVA, M.B. et al. 2014. Características agrônômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18: 31-37.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O.A. 2002. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. *Embrapa agropecuária Oeste/Rio de Janeiro, Embrapa Solos* 86.
- SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. 2004. Cerrado: correção e adubação do solo. *Embrapa Informação Tecnológica* 416.
- SOUZA, F.M.; LEMOS, B.J.M.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. et al. 2016. Introdução de leguminosas forrageiras, calagem e fosfatagem em pastagem degradada de *Brachiaria brizantha*. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 17: 355-364.
- SPAEPEN, S.; OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. 2009. Plant Growth-Promoting Actions of Rhizobacteria. *Advances in Botanical Research* 51: 283-320.
- STEWART, B.A.; LAL, R. 2017. The nitrogen dilemma: Food or the environment. *J Soil Water Conserv* 72: 124A-8A
- THÖNNISSEN, C.; MIDMORE, D.J.; LADHA, J.K. 2000. Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures to tropical vegetable production systems. *Agronomy Journal*, 92: 253-260.
- WILKINS, P.W; ALLEN.P.J.; MYTTON, A. 2000. Differences in the nitrogen use efficiency of perennial ryegrass varieties under simulated rotational grazing and their effects on nitrogen recovery and herbage nitrogen content. *Grass and Forage Science* 55: 69-76.
- YDOYAGA, D.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. 2006. Métodos de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. no Agreste Pernambucano. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 699-705.
- ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J. 2015. Animal Manure as a Nitrogen Source to Grass. *American Journal of Plant Sciences* 6: 899-910.