



**DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE CAPIM-
ELEFANTE INOCULADOS COM BACTÉRIAS
DIAZOTRÓFICAS**

THAYS MOURA SANTANA

2017

THAYS MOURA SANTANA

**DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE CAPIM-ELEFANTE INOCULADOS
COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:
Profa. Dra. Vera Lúcia Divan Baldani

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA - BRASIL

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA -- UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

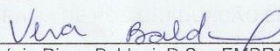
Campus de Vitória da Conquista - BA

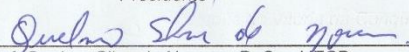
DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

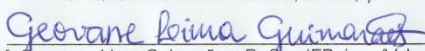
Título: "DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE CAPIM ELEFANTE
INOCULADOS COM BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS".

Autor: Thays Moura Santana

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE
EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela
Banca Examinadora:


Profa. Vera Lúcia Divan Baldani, D.Sc., EMBRAPA/SEROPÉDICA-RJ
Presidente


Prof. Queilmo Silva de Novaes, D. Sc., UESB


Prof. Geovane Lima Guimarães, D. Sc., IFBaiano/Valença-BA

Data de realização: 25 de julho de 2017.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383
– Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900
e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

S223d Santana, Thays Moura

Desempenho de genótipos de capim elefante inoculados com bactérias diazotróficas. – Thays Moura Santana. / Vitória da Conquista, 2017.

86f.: il.; algumas col.

Orientadora: Prof. Vera Lúcia Divan Baldani
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia. Vitória da Conquista, 2017.

Inclui referências. 69 a 82.

1. *Pennisetum purpureum*. 2. Fixação Biológica de Nitrogênio. 3. Gramíneas. I. Baldani, Vera Lúcia Divan. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 633.2

Aos meus pais, Wesley e Gleide;
aos meus avós,
Melvina e Geovársio,
Valdete e Joel,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as minhas conquistas, pela proteção e minha vida!

Aos meus pais, por me incentivarem na busca pelos meus sonhos e independência. A eles devo a formação do meu caráter e minha força. Por eles, procuro evolução nos ramos profissional e pessoal.

Aos meus irmãos, Carol, Júnior e Aline, e meus sobrinhos, Heitor e Arthur, que são fontes de alegria e aprendizado; e aos meus familiares, pelo apoio dado em todos os momentos da vida.

Ao meu noivo, Yuri Amorim, por todo o amor, carinho e paciência, principalmente em dias difíceis. Obrigada pela ajuda constante, pelos conselhos e por me manter sempre motivada. Você tornou tudo mais feliz. Te amo!

À UESB, pela infraestrutura e por seus profissionais.

À CAPES, pela bolsa concedida durante todo o cumprimento da pós-graduação.

Ao meu sogro, Nivaldo Amorim, pelo fornecimento da área e todo o suporte para a execução e permanência do experimento.

A Ivan e Celeste, pelo apoio, pela ajuda, pela preocupação e por serem tão solícitos.

À minha orientadora DSc. Vera Lúcia Divan Baldani, que, mesmo a quilômetros de distância, deu-me todo o suporte, apoio e conhecimento. Presenteou-me com sua amizade, sabedoria e adicionou leveza e alegria durante esses dois anos de “casamento”. Motivou-me a continuar firme, sempre foi sensível às situações adversas e aliou razão e emoção na proporção ideal.

A toda a equipe dos laboratórios: Biofábrica, Microbiologia do Solo, Química do Solo, Nutrição Animal e Sementes, pela ajuda nas avaliações do experimento.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Ao professor MSc. Carlos Henrique Farias Amorim, fonte de inspiração, exemplo de ser humano e profissional; quem acreditou em meu potencial, desde a graduação, e me deu a oportunidade do estágio de docência e melhor experiência na trajetória acadêmica.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UESB, os quais ajudaram na minha formação.

Às amigas Karina Soares, Janaína Ramos, Bruna Ribeiro, Larissa Alves e Ariana Lisboa, pela ajuda nas avaliações, pelos conselhos, amizade e compreensão. *“A amizade é uma predisposição recíproca que torna dois seres igualmente ciosos da felicidade um do outro”* (Platão).

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para o êxito desta pesquisa.

RESUMO

SANTANA, T. M. **Desempenho de genótipos de capim-elefante inoculados com bactérias diazotróficas**. Vitória da Conquista, BA: UESB, 2017. 86p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).*

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) possui forte potencial devido à sua boa digestibilidade e produção de biomassa; serve como fonte de alimentação animal, é útil na produção de carvão vegetal e passível de ser utilizado como fonte de energia renovável. Porém, essa cultura necessita do adequado fornecimento de nitrogênio, que é um dos grandes responsáveis pela produtividade e qualidade da forrageira. Para minimizar o uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos que podem onerar custos à produção e causar efeitos deletérios ao meio ambiente, buscam-se alternativas, como o uso de bactérias diazotróficas, que realizam a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, disponibilizando o nutriente para a planta. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de genótipos de capim-elefante associados a estirpes de bactérias diazotróficas. O experimento foi conduzido entre os meses de fevereiro e junho de 2017, na fazenda Bom Jardim, situada a 13 km de Barra do Choça-BA, Brasil. Foi realizado em condições de campo com dois genótipos de capim-elefante, Roxo (GR) e Napier (GN), em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições e seis tratamentos: quatro inoculações com bactérias (JN360, JN245, ZAE94 e LP343) e duas testemunhas (Sem inoculação + 100% de adubação nitrogenada - CA e Sem inoculação + 20 % de adubação nitrogenada – NI); como resultado, obteve-se um fatorial 6 x 2, com um total de 12 tratamentos e 48 parcelas. As plantas foram coletadas para análises nos períodos de 40, 80 e 120 dias após o plantio, e as variáveis avaliadas foram: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de perfilhos (NP), índice SPAD, massa fresca (MF), massa seca (MS), proteína bruta (PB) e relação C:N. No experimento, todas as características, com exceção da proteína bruta e relação C:N, tiveram efeitos significativos da inoculação. O genótipo napier foi o que mais se destacou positivamente, e a inoculação com as estirpes ZAE94 (*Herbaspirillum seropedicae*) e LP343 (*Gluconacetobacter diazotrophicus*) foram as que melhor se destacaram na promoção do crescimento e desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: *Pennisetum purpureum*. Fixação Biológica de Nitrogênio. Gramíneas.

* Orientadora: Vera Lúcia Divan Baldani, D.Sc., UESB.

ABSTRACT

SANTANA, T. M. **Performance of elephant grass genotypes inoculated with diazotrophic bacteria.** Vitória da Conquista, BA: UESB, 2017. 86p. (Dissertation - Masters in Agronomy, Area of Concentration in Phytotechnology).*

Elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum) has strong potential due to its good digestibility and biomass production; it serves as a source of animal feed, it is useful in the production of charcoal and can be used as a source of renewable energy. However, this crop needs the adequate nitrogen supply which is one of the great responsible for the productivity and quality of the forage. In order to minimize the use of synthetic nitrogen fertilizers which can increase production costs and cause deleterious effects on the environment, alternatives were searched such as the use of diazotrophic bacteria, which perform the biological fixation of atmospheric nitrogen, providing the nutrient available to the plant. The objective of this work was to evaluate the associations between selected strains of diazotrophic bacteria and elephantgrass genotypes which provide better plant performance. The experiment was conducted between February and June 2017 at Bom Jardim farm, located 13 km from Barra do Choça-BA, Brazil. It was carried out at field conditions with two elephantgrass genotypes, Roxo (GR) and Napier (GN), in a randomized complete block design with four replications and six treatments: four inoculations with bacteria (JN360, JN245, ZAE94 and LP343) and Two controls (No inoculation + 100% nitrogen fertilization - CA and No inoculation + 20% nitrogen fertilization - NI); as a result, a factorial 6 x 2 was obtained, with a total of 12 treatments and 48 plots. The plants were collected for analysis at 40, 80 and 120 days after planting, and the variables evaluated were: plant height (AP), stem diameter (DC), number of tillers (NP), SPAD index, dry mass (MF), fresh mass (MS), crude protein (CP) and C:N ratio. In the experiment, all the characteristics, except crude protein and C:N ratio, had significant effects of inoculation. The napier genotype was the one which most stood out positively and the inoculation with strains ZAE94 (*Herbaspirillum seropedicae*) and LP343 (*Gluconacetobacter diazotrophicus*) were the ones which better stood out in promoting the growth and development of plants.

Keywords: *Pennisetum purpureum*. Biological Fixation of Nitrogen. Grassy.

* Adviser: Vera Lúcia Divan Baldani, D.Sc., UESB.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Resultado da análise química do solo antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista-Bahia, 2016.....	35
Tabela 2	- Altura de Planta (cm) de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017	42
Tabela 3	- Altura (cm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	43
Tabela 4	- Altura (cm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	43
Tabela 5	- Altura (cm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	44
Tabela 6	- Diâmetro do Caule (mm) de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017.....	46
Tabela 7	- Diâmetro do Colmo (mm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017	47
Tabela 8	- Diâmetro do Colmo (mm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017	48
Tabela 9	- Diâmetro do Colmo (mm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017	48

Tabela 10 - Número de Perfilhos de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017	51
Tabela 11 - Número de Perfilhos de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017	52
Tabela 12 - Número de Perfilhos de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017	53
Tabela 13 - Índice SPAD de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017	54
Tabela 14 - Índice SPAD de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	55
Tabela 15 - Índice SPAD de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	56
Tabela 16 - Massa Matéria Fresca da parte aérea (g.planta ⁻¹) de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017.....	58
Tabela 17 - Massa de Matéria Fresca da parte aérea (g.planta ⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	59
Tabela 18 - Massa da Matéria Fresca da parte aérea (g.planta ⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	60
Tabela 19 - Massa da Matéria Seca da parte aérea (g.planta ⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	61

Tabela 20 - Massa da Matéria Seca da parte aérea (g.planta ⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	62
Tabela 21 - Proteína Bruta (%) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017	64
Tabela 22 - Proteína Bruta (%) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017	65
Tabela 23 - Relação C:N de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.....	67
Tabela 1A - Resumo do quadro de análise de variância para altura de plantas dos genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80 e 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.....	85
Tabela 2A - Resumo do quadro de análise de variância para diâmetro de caule de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80 e 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.....	85
Tabela 3A - Resumo do quadro de análise de variância para número de perfilhos de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80, 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.....	86
Tabela 4A - Resumo do quadro de análise de variância para Índice SPAD de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80, 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017	86
Tabela 5A - Resumo do quadro de análise de variância para massa fresca de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80 e 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017	86
Tabela 6A - Resumo do quadro de análise de variância para massa seca de variedades de capim-elefante nos períodos de avaliação. Barra do Choça - Bahia, 2017.....	87
Tabela 7A - Resumo do quadro de análise de variância para proteína bruta de variedades de capim-elefante nos períodos de avaliação. Barra do Choça - Bahia, 2017.....	87

Tabela 8A - Resumo do quadro de análise de variância para relação C:N de variedades de capim-elefante nos períodos de avaliação. Barra do Choça - Bahia, 2017.....	87
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Al ³⁺	Íon alumínio
AP	Altura da planta
C	Carbono
°C	Grau Celsius
CA	Com adubação
Ca ²⁺	Íon cálcio
Cm	Centímetro
C:N	Relação Carbono/Nitrogênio
CO ₂	Gás carbônico
Cwa	Classe climática de Köppen - 1ª letra indicador do grupo (C clima mesotérmico - subtropical e temperado); 2ª letra indicador do tipo (w chuva de verão); 3ª letra indicador do subtipo (a verão quente)
DAP	Dias após o plantio
DC	Diâmetro de caule
dm ³	Decímetro cúbico
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
GR	Genótipo roxo
GN	Genótipo Napier
ha	Hectare
H ₂ O	Molécula de água
g	Gramas
K ⁺	Íon potássio
Kg	Quilograma
Km	Quilômetro
m%	Saturação por alumínio
M	Metro
m ²	Metro quadrado
MF	Massa fresca
Mg ²⁺	Íon magnésio
mg	Milígrama
ml	Mililitro
Mm	Milímetro
MOS	Matéria orgânica do solo
MS	Massa seca
N	Nitrogênio

N ₂	Nitrogênio elementar
Na ⁺	Íon sódio
NH ₃	Amônia
NI	Não inoculado
NMP	Número mais provável
NO	Óxido nítrico
NO ₃ ⁻	Nitrato
NP	Número de perfilhos
ns.	Não significativo
N ₂ O	Óxido nitroso
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
PB	Proteína Bruta
RPCP	Rizobactérias promotora de crescimento de plantas
S	Enxofre
SB	Soma de bases
Spp	Espécies
SPAD	Índice SPAD
T	Capacidade de troca de cátions
T	Capacidade de troca de cátions efetiva
V%	Saturação por bases

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Aspectos gerais do capim-elefante	21
2.1.1 <i>Origem e classificação botânica do capim-elefante</i>	21
2.1.2 <i>Aspectos agronômicos</i>	22
2.1.3 <i>Variedades de capim-elefante</i>	24
2.2 Importância do Nitrogênio	25
2.3 Fixação Biológica de Nitrogênio.....	27
2.4 Bactérias Diazotróficas.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Local do experimento e delineamento experimental	33
3.2 Escolha do material e preparo dos inoculantes.....	33
3.3 Implantação do experimento	35
3.4 Características avaliadas.....	37
3.4.1 <i>Altura das plantas (AP) e Diâmetro do colmo (DC)</i>	37
3.4.2 <i>Número de perfilho (NP)</i>	37
3.4.3 <i>Índice SPAD</i>	38
3.4.4 <i>Matéria Fresca (MF) e Matéria seca (MS) da parte aérea</i>	38
3.4.5 <i>Nitrogênio total e Proteína Bruta (PB)</i>	38
3.4.6 <i>Relação C:N</i>	39
3.4.7 <i>Análise estatística</i>	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Altura da Planta	41
4.2 Diâmetro do colmo	46
4.3 Número de perfilhos	51
4.4 Índice SPAD.....	54
4.5 Massa Fresca	57
4.6 Massa Seca	60
4.7 Proteína Bruta.....	63
4.8 Relação C:N	66
5 CONCLUSÃO.....	69

REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE	84
APÊNDICE A - Tabelas de análise de variância	85

1 INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) é uma gramínea de origem africana que chegou ao Brasil em 1920, trazido de Cuba. Possui forte potencial para produção agrícola, devido às suas diversas finalidades e adaptação às condições de clima e solo das regiões brasileiras.

A cultura é destaque como fonte de alimentação animal por ter grande rendimento forrageiro e boa digestibilidade, além de ser utilizada como capineiras, pastejo e silagem. De fácil cultivo, o capim ainda pode trazer benefícios para o solo por apresentar um sistema radicular bem desenvolvido, que pode contribuir de forma eficiente para aumentar o conteúdo de matéria orgânica ou para o sequestro de C (carbono) no solo. Na produção industrial de ferro gusa, o capim é usado para obtenção de carvão vegetal.

A demanda de energia vem gerando uma preocupação mundial, pois a queima de petróleo e de seus derivados contribui para o efeito estufa, que ameaça o equilíbrio do clima do planeta. Por isso, por ser uma espécie de rápido crescimento e alta produção de biomassa vegetal, o capim-elefante vem despertando o interesse dos pesquisadores na utilização dessa gramínea como fonte alternativa de energia renovável. Como a queima de biomassa somente recicla o CO₂ que foi retirado da atmosfera pela fotossíntese, tudo indica que, em longo prazo, essa será uma das alternativas energéticas mais seguras, desde que produzida eficientemente (KALT; KRANZL, 2011).

Porém, para que o capim-elefante obtenha acréscimo nos teores de proteína bruta e possua melhor digestibilidade, é necessário o adequado fornecimento dos elementos essenciais, com ênfase no nitrogênio, que afeta diretamente o pleno crescimento e aumento de produção da planta. Esse elemento é fornecido,

principalmente, pela aplicação de fertilizantes sintéticos e, muitas vezes, de forma exacerbada. Com isso, uma parte desse nutriente é absorvida, e outra parte é perdida pelos processos de lixiviação, volatilização e desnitrificação; o que pode gerar efeitos deletérios no meio ambiente, como o acúmulo de NO_3^- nas águas de rios, lagos e aquíferos subterrâneos, aumento das chuvas ácidas e produção de NO e N_2O , que contribuem para a degradação da camada de ozônio e o aquecimento global. Além disso, a adubação nitrogenada é um dos fatores que mais oneram custos na produção.

Logo, alternativas que aliem o fornecimento adequado de nitrogênio para manutenção ou aumento na produtividade do capim-elefante, com a minimização dos efeitos nocivos ao meio ambiente e redução da utilização de adubos químicos, vêm sendo estudadas; entre elas, a fixação biológica de nitrogênio. Essa prática é realizada por bactérias diazotróficas, que são capazes de reduzir o nitrogênio molecular à amônia, disponibilizando o nutriente para as plantas.

Além de fixar nitrogênio, as bactérias diazotróficas, também consideradas como rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP) por influenciar o metabolismo nitrogenado da planta, podem solubilizar fosfatos, atuar como antagonistas a espécies patogênicas e diminuir a emissão do gás de efeito estufa N_2O , assim como reduzir a lixiviação de NO_3^- , devido à diminuição da utilização de fertilizantes nitrogenados. Na literatura, são descritas diversas bactérias que fazem associação com capim-elefante, como é o caso da *Azospirillum*, *Gluconacetobacter*, *Herbaspirillum*, *Klebsiella* spp. e outras.

A utilização das associações entre bactérias diazotróficas e plantas de capim-elefante podem promover a disponibilidade do nitrogênio para as plantas de maneira mais sustentável e econômica e, dessa maneira, acarretar crescimento e produção de biomassa, tão importantes para a alimentação animal e geração de energia.

Diante do exposto, o trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho de genótipos de capim-elefante associados a estirpes de bactérias diazotróficas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do capim-elefante

2.1.1 Origem e classificação botânica do capim-elefante

O capim-elefante é originário do continente Africano, mais especificamente, da África Tropical, entre 10°N e 20°S de latitude, e foi descoberto em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda a África e foi introduzido no Brasil em 1920, proveniente de Cuba (RODRIGUES; MONTEIRO; RODRIGUES, 2001). Essa gramínea passou a ter utilização expressiva apenas na década de 70, com a ampliação do sistema de eletrificação rural brasileiro e com o maior uso de máquinas picadoras de forragem (FARIA, 1994). Hoje, encontra-se difundido nas cinco regiões brasileiras.

Com o tempo, sua classificação passou por diversas mudanças e, atualmente, o capim-elefante pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, gênero *Pennisetum*, espécie *P. purpureum* Schumacher e seção *Penicillaria* (PEREIRA et al., 2001). Essa gramínea apresenta crescimento cespitoso; colmos eretos, cilíndricos, glabros e cheios, com variação de 3,5 a 6,0 metros de altura, entrenós de 15 a 20 cm e diâmetro de até 2,5 cm; possui raízes grossas e rizomatosas. As folhas atingem até 1,25 m de comprimento por 4,0 cm de largura; com nervura central larga e de cor mais clara; disposição alternada, bainha lanosa, fina, estriada; lígula curta e ciliada. As inflorescências, embora apresentem aparência de espigas, são classificadas como panículas espiciformes (PEREIRA et al., 2010). Apresenta desenvolvimento de perfilhos aéreos e basilares, com formação de densas touceiras, porém não são capazes de cobrir o solo (JACQUES, 1994).

2.1.2 Aspectos agronômicos

O capim-elefante é uma das gramíneas de mais alto potencial produtivo e energético; possui grande rendimento forrageiro, é muito vigoroso, resistente à seca, de grande porte e se adapta muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil (SARAIVA; KONIG, 2013). É considerado como uma importante fonte de alimentação de rebanhos por ter boa digestibilidade e tem sido utilizado como capineiras, pastejo e silagem (PEREIRA; GONCALVES; MORAIS, 1999).

A produção de material energético alternativo através de biomassa vegetal representa, hoje, um dos grandes desafios para a pesquisa, já que, além de ser finita, a continuação da queima desenfreada de petróleo contribui para o efeito estufa, que ameaça o equilíbrio do clima do planeta (SCARLAT et al., 2011). Assim, o problema da demanda energética vem-se tornando uma preocupação mundial. Muitos países vêm buscando alternativas ao uso de combustíveis fósseis a fim de reduzir a dependência do petróleo e seus derivados (MONTI et al., 2007). Como a queima de biomassa somente recicla CO₂ que foi retirado da atmosfera pela fotossíntese, tudo indica que, em longo prazo, essa será uma das alternativas energéticas mais seguras, desde que produzida eficientemente (KALT; KRANZL, 2011).

De acordo com Taylor et al. (2010), espécies com metabolismo C₄, incluindo o capim-elefante, são culturas energéticas ideais, por apresentarem alta eficiência na conversão de energia luminosa em biomassa, elevada eficiência no uso da água e do nitrogênio foliar, além de apresentarem alta tolerância salina. A biomassa seca de capim pode gerar 25 unidades de energia para cada uma de origem fóssil consumida em sua produção. Por sua vez, a cana convertida em etanol alcança uma proporção de apenas nove por uma (VILELA, 2009). O aumento do balanço energético, que se refere à relação entre o total de energia contida no produto e o total de energia fóssil investida em todo o processo de produção, também contribui

diretamente para a minimização das emissões de gases de efeito estufa – fator de grande representatividade em programas bioenergéticos (BYRT et al., 2011) – principalmente pela diminuição da quantidade de fertilizantes sintéticos aplicados, os quais demandam elevadas quantidades de energia fóssil em sua fabricação.

Além disso, a cultura de capim-elefante é altamente eficiente na fixação de CO₂ (gás carbônico) atmosférico durante o processo de fotossíntese para a formação de biomassa vegetal (LEMUS et al., 2002; URQUIAGA; ALVES; BODDEY, 2004). Deve-se destacar também que essa gramínea apresenta um alto potencial para a obtenção de carvão vegetal usado na produção industrial de ferro gusa, e, por apresentar um sistema radicular bem desenvolvido, poderia contribuir de forma eficiente para aumentar o conteúdo de matéria orgânica do solo ou para o sequestro de C (carbono) no solo (URQUIAGA; ALVES; BODDEY, 2004).

De acordo com Vilela (2009), é uma planta que exige solos de média a alta fertilidade, é sensível ao frio e não tolera solos com elevada umidade. A precipitação anual ótima é de 1.500 mm, o que ressalta a importância da distribuição ao longo do ano. A temperatura ótima para a forrageira varia entre 25 e 40°C, a temperatura mínima é em torno de 15°C. A altitude indicada vai desde o nível do mar até 2.000 m, e a latitude limite é de 10°N e 20°S.

A época de plantio recomendada é o verão, especificamente, o início do período chuvoso. Os colmos devem ter mais de 100 dias de idade, com gemas laterais protuberantes, porém sem qualquer início de brotação (MARTINS; FONSECA, 1998; EVANGELISTA; LIMA, 2002); as melhores mudas são obtidas dos 2/3 inferiores do colmo, e, no ato do corte, os toletes devem possuir de 3 a 5 gemas para um maior perfilhamento. Machado et al. (1996) testaram diferentes espaçamentos para o capim-elefante, e o espaçamento de 0,25 x 0,25 m foi o melhor em termos de produção no primeiro corte, teor de proteína bruta, população de plantas e fechamento do dossel.

Com relação à adubação, é fato reconhecido que o capim-elefante é uma planta que apresenta elevado potencial de produção de fitomassa e, por essa razão, extrai quantidades apreciáveis de nutrientes do solo. Assim, o capim-elefante, como planta exigente, requer solos com boa fertilidade para expressar o seu elevado potencial de produção. A adubação química, principalmente a nitrogenada, combinada com o fósforo e o potássio, incrementa a produção forrageira; tal fato resulta em maiores retiradas desses nutrientes pelo corte (GOMIDE, 1997). A época das adubações nitrogenadas pode variar conforme os objetivos da produção e o esquema de utilização da forragem.

Recomendação com base na idade cronológica indica que um primeiro corte ou pastejo ocorra entre 60 e 90 dias após o plantio, pois, segundo Evangelista e Lima (2002), é o momento em que se pode aliar o rendimento da planta à qualidade da forragem.

2.1.3 Variedades de capim-elefante

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach) apresenta um grande número de variedades ou ecotipos, tais como: Napier, Mercher, Porto Rico, Albano Mineiro, Mole de Volta Grande, Gigante de Pinda, Mott, Taywan, Cameron, Vruckvona, Elefante roxo, Elefante Híbrido etc. (VILELA, 1998).

As cultivares do grupo napier apresentam variedades de plantas com colmos grossos, folhas largas, época de florescimento intermediária (abril a maio) e touceiras abertas e têm exemplares como as cultivares Napier, Mineiro e Taiwan A-146 (LOPES, 2004).

A variedade de capim-elefante roxo é uma monocotiledônea que apresenta as seguintes características: origem na África; ciclo vegetativo perene; raiz fasciculada; folha paralelinérvea; altura da planta em crescimento livre, até 3,5 m; forma de

crescimento ereto e cespitosa; pode ser usada como forragem, picada verde “*in natura*”, ensilagem, pastejo e fenação e possui digestibilidade e palatabilidade satisfatórias (SARAIVA; KONIG, 2013).

2.2 Importância do Nitrogênio

A exploração racional de pastagens requer cuidados, principalmente quanto ao fornecimento de nutrientes em quantidade e proporção adequadas às plantas. Entre eles, o nitrogênio (N) é um dos grandes responsáveis pela produtividade e qualidade da forrageira (BATISTA; MONTEIRO, 2006), pois incrementa o teor de proteína bruta (PB) e melhora a digestibilidade (MAZZA et al., 2009). Isso ocorre devido ao fato de esse nutriente ser responsável por características estruturais da planta (tamanho de folha, densidade de perfilhos e folhas por perfilho), além de características morfogênicas (taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento e senescência foliar) (LEMAIRE; HODGSON; CHABBI, 2011; SANTOS et al., 2012; GASTAL; LEMAIRES, 2015).

O nitrogênio participa da composição de moléculas de compostos orgânicos, como os aminoácidos e as proteínas, além de fazer parte da molécula de clorofila e exercer diversos processos metabólicos, como síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006). Esse elemento é absorvido pelas raízes na forma de nitrato ou amônio (MOTA, 2008). Nos solos deficientes em N, o crescimento e desenvolvimento da planta tornam-se lentos, a produção de perfilhos é negativamente afetada, e o teor de proteína torna-se deficiente para o atendimento das exigências nutricionais do animal (ROCHA; EVANGELISTA; LIMA, 2000; FAGUNDES et al., 2006; BRAMBILLA et al., 2012). As plantas de cobertura, principalmente as gramíneas, proporcionam

alta produção de fitomassa, de elevada relação C:N; assim, garante-se a cobertura do solo por um período prolongado (BORGHI; CRUSCIOL; COSTA, 2006).

A agricultura brasileira consumiu 3 milhões de toneladas de nitrogênio no ano de 2012 (INTERNACIONAL ..., 2012). A perspectiva é de aumento anual na demanda desse elemento em cerca de 4,3 % até o ano de 2020 (LOPES et al., 2010). Sob condições naturais, o N do compartimento solo é resultado da fixação biológica e/ou da decomposição dos resíduos animais e vegetais e da matéria orgânica do solo (MOS). A maior fração do N total está contida na MOS, que é relativamente estável e não diretamente disponível para as plantas. Esse N torna-se disponível ao ser mineralizado pelos microorganismos presentes no solo. Entretanto, a quantidade de N liberada é pequena, dado que a taxa de mineralização das MOS é da ordem de 1 a 3 % ao ano e varia conforme as práticas de manejo do solo e das condições ambientais (BELOW, 2002). Como resultado disso, é necessária a adição de N via fertilizantes, para otimizar o crescimento e o rendimento das culturas, sobretudo, gramíneas (AMADO; MIELNIZUK; AITA, 2002).

Porém, apenas uma parte do N mineral aplicado é absorvido pelas plantas. O restante é perdido do sistema solo-planta-atmosfera por processos de lixiviação, volatilização, erosão e desnitrificação; há ainda uma fração que permanece no solo na forma orgânica (VARGAS, 2010). Com isso, efeitos deletérios têm sido observados, como o acúmulo de NO_3^- nas águas de rios, lagos e aquíferos subterrâneos; com isso, podem-se atingir níveis tóxicos aos peixes e ao homem, eutrofização de corpos d'água, consequência da elevada concentração de nutrientes, aumento de chuvas ácidas e produção de NO e N_2O pela redução do NO_3^- por microorganismos do solo, que contribuem para a degradação da camada de ozônio e para o aquecimento global, entre outros (SAIKIA; JAIN, 2007). Além disso, a adubação nitrogenada é um dos fatores que mais oneram custos na produção.

Portanto, têm-se buscado alternativas para diminuir o uso exagerado de fertilizantes, de forma que não acarretem a queda da produtividade das culturas. Para isso, procura-se utilizar microrganismos presentes no solo e no interior de plantas que possam disponibilizar os nutrientes essenciais, com ênfase no nitrogênio, e promover crescimento e uma maior produtividade. Sendo assim, pode-se obter alta produtividade, com baixo custo e com menos agressão ao ambiente (ARRUDA, 2012).

2.3 Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

O processo pelo qual o N circula mediante compartimentos terrestres, como solo, microrganismos, plantas, animais, matéria orgânica do solo, recursos hídricos e ar, é chamado de ciclo do N. Dentro desse ciclo, a atmosfera representa o reservatório principal, visto que tem aproximadamente 78 % de N, principalmente como di-nitrogênio (N_2), que, em decorrência da força de ligação entre os átomos da molécula, é uma forma inerte para a maioria dos seres vivos (REIS et al., 2006). Para que o N atmosférico seja disponibilizado para a biosfera, é necessário que a ligação tripla entre os dois átomos de N seja quebrada e o N_2 seja reduzido à amônia (NH_3), processo denominado de fixação, que pode ocorrer por meio atmosférico, industrial e biológico (HERRIDGE; PEOPLES; BODDEY, 2008).

A Fixação Biológica de Nitrogênio, que reduz o custo da produção e a dependência do agricultor por adubos químicos (SILVA et al., 2012), é um processo realizado por microrganismos procariotos denominados fixadores de nitrogênio (diazotróficos). Esses organismos, através do complexo protéico da nitrogenase, são capazes de reduzir o nitrogênio molecular ($N=N$) à amônia (NH_3) em condições normais de temperatura e pressão (VIDEIRA, 2012). A exploração da FBN oferece

uma fonte não poluente de nitrogênio e pode, dessa forma, aumentar a produção e diminuir o uso global de fertilizantes sintéticos.

Nas associações de gramíneas com bactérias fixadoras de N, não há formação de nódulos como acontece nas leguminosas. O que ocorre é a colonização da superfície e/ou do interior das raízes e do interior da parte aérea da planta. Essas bactérias fixam o nitrogênio atmosférico e, posteriormente, disponibilizam-no para a planta. No entanto, a seleção de estirpes para fabricação de inoculantes ainda precisa de muita pesquisa. Existem, atualmente, pacotes tecnológicos que utilizam variedades de plantas e estirpes bacterianas eficientes, as quais podem suprir mais de 50 % do N necessário à planta (BÁRBARO; BRANCALIÃO; TICELLI, 2008).

Neyra e Dobereiner (1977) e Boddey et al. (1993), utilizando a técnica de diluição isotópica de ^{15}N , demonstraram que o *P. notatum*, cv Batatais, conseguiu obter aproximadamente 10 % do seu N ($20 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) via fixação biológica. Também aplicando a técnica de diluição isotópica de ^{15}N , Miranda, Urquiaga e Boddey (1990), apresentaram resultados que mostram que, em diferentes ecótipos de *Panicum maximum*, a FBN era responsável por providenciar entre 16 % e 39 % de todo o N acumulado pelas plantas.

Experimento em condições de campo, utilizando a técnica de abundância natural de ^{15}N , apresentou resultados em que a FBN, associada a *Pennisetum purpureum*, foi capaz de contribuir com até 57 % do N acumulado pela planta; demonstração de que é possível alcançar grandes produções sem a aplicação de fertilizante nitrogenado (QUESADA, 2011).

2.4 Bactérias Diazotróficas

Bactérias diazotróficas são aquelas capazes de fixar o nitrogênio atmosférico. Essas bactérias podem viver livres no solo, associadas a espécies vegetais, tanto na

rizosfera quanto endofiticamente, bem como formar simbioses, como ocorre em muitas leguminosas. As bactérias diazotróficas associativas são encontradas em diferentes espécies vegetais e incluem diferentes representantes da família Poacea, tais como arroz, milho e cana-de-açúcar (BHATTACHARJEE; SINGH; MUKHOPADHYAY, 2008; MOREIRA et al., 2010).

Além de fixar o nitrogênio atmosférico, essas bactérias são descritas por serem capazes de produzir hormônios produtores de crescimento vegetal, solubilizar fosfato, atuar como antagonistas a espécies patogênicas, além de poderem influenciar o metabolismo nitrogenado da planta; por isso, são consideradas como rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCP) (BALDANI; BALDANI, 2005; MOREIRA et al., 2010; HUNGRIA, 2011; JAMES; BALDANI, 2012). Dentre os hormônios produtores de crescimento vegetais produzidos pelas RPCP, destaca-se a síntese de ácido indol acético e de outros compostos indólicos (BHATTACHARYYA; JHA, 2012). Em adição, bactérias diazotróficas podem diminuir a emissão do gás de efeito estufa N_2O , assim como reduzir a lixiviação de NO_3^- , devido à diminuição da utilização de fertilizantes nitrogenados; sendo assim, evitam-se possíveis contaminações de águas subterráneas (KENNEDY et al., 2004).

No Brasil, a pesquisa sobre diazotróficos e a sua importância para a FBN em gramíneas foi iniciada há mais de 40 anos pela pesquisadora Johanna Döbereiner. Seu primeiro trabalho com bactérias diazotróficas foi em 1953, no qual relatou pela primeira vez a ocorrência de bactérias do gênero *Azotobacter* em solos ácidos (HUNGRIA, 2011). A contribuição da fixação biológica de N_2 associativa que ocorre em gramíneas nativas não é tão significativa como as simbioses. Entretanto, se for considerada a grande extensão de áreas recobertas por pastagens nativas, essa se torna importante em termos globais (MARQUES, 2014).

Desde então, um grande número de gêneros e espécies de bactérias capazes

de contribuir significativamente com N para seus hospedeiros têm sido identificados, os quais incluem: *Azoarcus*, *Azotobacter*, *Achromobacter*, *Acetobacter*, *Acaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azomonas*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Derxia*, *Enterobacter*, *Herbaspirillum*, *Gluconacetobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Rhodospirillum*, *Rhodopseudomonas*, *Sphingomonas*, *Xanthobacter*, entre outros (BARRIUSO; RAMOS; GUTIÉRREZ, 2008; ROY; DEB; SHARMA, 2010; SAHARAN; NEHRA, 2011). Dentre as bactérias diazotróficas que formam associação do tipo endofítica com poaceas, podem ser citados os gêneros: *Azospirillum*, *Gluconacetobacter*, *Herbaspirillum*, *Enterobacter*, *Derxia*, *Erwinia*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Clostridium* e *Klebsiella* spp. (GRACIOLLI; FREITAS; RUSCHEL, 1983; BALDANI et al., 1999; REIS; SILVA, 2000).

As bactérias associativas em gramíneas podem ser encontradas principalmente no solo da rizosfera, no rizoplane e no interior dos tecidos vegetais de gramíneas. As bactérias endofíticas facultativas, que habitam a rizosfera de gramíneas, têm a capacidade de penetrar nas plantas, como o gênero *Azospirillum*, que, além de fixar nitrogênio, pode auxiliar no crescimento radicular, através da produção de hormônios produtores de crescimento vegetais e, com isso, aumentar a densidade e o crescimento de raízes laterais, assim como a sua área superficial (OKON; LABANDERA-GONZALES, 1994; RADWAN; MOHAMED; REIS, 2005). As bactérias que, por sua habilidade de colonizar os tecidos internos das plantas e estabelecer intrínsecas relações de associação com seu hospedeiro, têm apresentado eficiente fixação de nitrogênio atmosférico, como é o caso de *Herbaspirillum* (SANTI; BOGUS; FRANCHE, 2013).

Reis e Silva (2000) e Reis et al. (2001), usando métodos imunológicos e cultivo em semi-sólido livre de nitrogênio, identificaram que raízes e parte aérea de 14 genótipos de capim-elefante eram colonizados por bactérias fixadoras de N₂ dos

gêneros *Herbaspirillum* e *Azospirillum* e que a população dessas variou em função do tecido testado. Esses autores, utilizando métodos baseados em ^{15}N , confirmaram pela primeira vez que diferentes genótipos de capim-elefante recebiam contribuições significativas de N derivado da FBN.

Videira (2012), ao quantificar o número de bactérias diazotróficas associadas aos genótipos de capim-elefante Cameroon e Roxo, através da utilização de meios semi-sólidos livres de N, encontrou a presença de bactérias diazotróficas em todos os tratamentos, inclusive no tratamento não inoculado.

Organismos do gênero *Azospirillum* são bactérias Gram negativas fixadoras de nitrogênio, classificadas inicialmente como bactérias de vida livre. Entretanto, existem relatos da associação desses microrganismos com as raízes das plantas e da presença desses no interior dos tecidos, vivendo endofiticamente nos espaços intercelulares. Sendo assim, *Azospirillum* spp é atualmente classificado com endofítico facultativo (FREITAS; RODRIGUES, 2010). Essas características conferem ao gênero a habilidade de promover o crescimento de mais de 100 espécies de cereais e leguminosas. Aparentemente, a inoculação de *Azospirillum* spp. pode reduzir o uso de fertilizantes químicos, especialmente nitrogênio, na ordem de 20 % a 50 %; no entanto, resultados superiores já foram obtidos quando a inoculação foi utilizada juntamente à incorporação de fertilizantes orgânicos (BASHAN et al., 2004).

Herbaspirillum seropedicae é uma bactéria diazotrófica endofítica, aeróbia, gram-negativa, fixadora de nitrogênio e promotora de crescimento vegetal. Ela foi isolada das raízes de milho (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), sorgo (*Sorghum bicolor*), cana-de-açúcar (híbridos interespecíficos de *Saccharum*) e espécies tropicais, como a bananeira (*Musa* spp.) e abacaxizeiro (*Ananas comosus*) (BALDANI et al., 1986; PIMENTEL et al., 1991; CRUZ et al., 2001). Pertencente à classe das β -proteobactérias, *Herbaspirillum seropedicae* é capaz de colonizar os

tecidos internos de plantas de importantes culturas (milho, cana-de-açúcar, arroz, trigo e sorgo) sem causar qualquer prejuízo à planta hospedeira (PEDROSA et al., 2011). A capacidade dessa bactéria de produzir e secretar hormônios vegetais estimula o crescimento da planta, atua na defesa do hospedeiro contra microrganismos patogênicos e pode ainda influenciar diretamente o aumento da produção de grãos (SCHMIDT et al., 2011).

A bactéria endofítica *Gluconacetobacter diazotrophicus* foi, inicialmente, isolada de plantas com altos teores de açúcar e com capacidade de reprodução vegetativa: batata-doce (*Ipomoea batatas* L.), capim-elefante (*Pennisetum purpureum* S.), além da cana-de-açúcar (DÖBEREINER et al., 1995; BALDANI et al., 1997). Nessas plantas, foi observado que *G. diazotrophicus* é capaz de colonizar o interior dos tecidos, distribuindo-se nos espaços intercelulares e vasos do xilema de folhas, colmos e raízes (JAMES; OLIVARES, 2001). Diversos experimentos de inoculação com *G. diazotrophicus* reportaram melhorias na nutrição nitrogenada, incrementos na produtividade de colmos e na sobrevivência de plantas de cana-de-açúcar inoculadas, além de acréscimos no comprimento das raízes e do volume radicular (MUTHUKUMARASAMY; REVATHI; LAKSHMINARASIMHAN, 1999; OLIVEIRA et al., 2002; MUÑOZ-ROJAS; CABALLERO-MELLADO, 2003). Além disso, têm sido observados efeitos benéficos dessa interação na germinação, no perfilhamento, na altura da planta, bem como na absorção de nutrientes (SUMAN et al., 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e delineamento experimental

O experimento foi conduzido entre os meses de fevereiro e junho de 2017 na fazenda Bom Jardim, situada a 13 km de Barra do Choça-BA, Brasil, a 892 m de altitude, coordenadas geográficas de 14° 52' de latitude Sul e 40° 34' de longitude Oeste. O clima regional é classificado como tropical de altitude (cwb), de acordo com Köppen, com pluviosidade média anual em torno de 932,1 mm.

O trabalho foi realizado em condições de campo com dois genótipos de capim-elefante, Roxo (GR) e Napier (GN), em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, compondo seis tratamentos: T1: *Azospirillum brasilense* (JN360) + 20 % de adubação nitrogenada, T2: *Azospirillum sp DA10-2* (JN245) + 20 % de adubação nitrogenada, T3: *Herbaspirillum seropedicae* (ZAE94) + 20 % de adubação nitrogenada, T4: *Gluconacetobacter diazotrophicus* (LP323) + 20 % de adubação nitrogenada, T5: Sem inoculação com 100% de adubação nitrogenada (CA) e T6: Sem inoculação + 20 % de adubação nitrogenada (NI). Resultou-se num fatorial 6 x 2, em um total de 12 tratamentos e 48 parcelas. Cada unidade experimental foi formada por 30 plantas, e a área útil correspondeu a 10 plantas.

3.2 Escolha do material e preparo dos inoculantes

As estirpes usadas no experimento foram isoladas, caracterizadas e selecionadas por Videira (2012) em trabalho de prospecção de microrganismos em capim-elefante (Quadro 1).

Quadro 1 - Estirpes selecionadas de bactérias diazotróficas utilizadas como inoculante em plantas de capim-elefante

Estirpes	Espécies
JN360	<i>Azospirillum brasilense</i>
JN245	<i>Azospirillum</i> sp DA10-2
ZAE94	<i>Herbaspirillum seropedicae</i>
LP343	<i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>

Fonte: Videira, 2012.

As estirpes utilizadas como inoculantes foram multiplicadas em 5 mL de meio DYGS durante 24 horas, sob agitação de 150 rpm e temperatura de 30 °C. Posteriormente, uma alíquota de 100 µL de cada cultura com uma densidade ótica (D.O 600=1) foi adicionada a erlenmeyers de 250 mL, com 25 mL de meio DYGS, e os inóculos foram cultivados durante 24 horas sob agitação de 150 rpm e temperatura de 30 °C. O número de células viáveis foi determinado pelo método de diluição seriada em placas com meio sólido DYGS. Em sequência, um volume de 15 mL de suspensão bacteriana, com aproximadamente 10⁹ células mL⁻¹, foi inoculado com auxílio de uma seringa esterilizada em sacos de polipropileno com 50 gramas de turfa (moída, neutralizada e esterilizada). Após a inoculação, a turfa com as bactérias foi mantida sob temperatura de 4 °C antes do uso.

No ato da inoculação, o número de células viáveis foi novamente determinado pelo método da diluição seriada em frascos com meio de cultura semi-sólido específico para cada estirpe, com três repetições.

Para a estirpe LP343 (*Gluconacetobacter diazotrophicus*), utilizou-se o meio LGI-P, JN245 (*Azospirillum brasilense*) meio NFb, JN360 (*Azospirillum brasilense*) meio JNFb e a estirpe ZAE 94 (*Herbaspirillum seropedicae*), o meio NFb. Os frascos foram incubados sob temperatura de 30 °C por sete dias. Foram utilizados três frascos por diluição, e realizada a contagem pela presença ou ausência de película característica das bactérias diazotróficas por meio disso, verificaram-se

valores entre 10^7 - 10^8 g de célula/turfa, por meio da tabela de McCrady (DOBEREINER et al.,1995).

Os toletes dos genótipos de capim-elefante, Napier e Roxo, foram coletados de plantas cultivadas na mesma área onde foi implantado o experimento. A escolha dessas cultivares deu-se pela boa adaptação e aceitação na região. Cortaram-se os colmos do terço mediano que continham duas gemas. Posteriormente, foram agrupados com base no tamanho e diâmetro, objetivando homogeneidade do material, e foram mantidos à temperatura ambiente por 24 horas, antes da inoculação.

3.3 Implantação do experimento

Inicialmente, foi realizada uma análise química do solo para conhecimento da fertilidade da área e para os cálculos de adubação, de acordo com a exigência da cultura. Em seguida, a área foi delimitada para possuir um total de 319,16 m². Realizou-se no solo uma limpeza para retirar resíduos vegetais e uma aração, com o objetivo de deixar o local em condições favoráveis à implantação do experimento.

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo antes da instalação do experimento. Vitória da Conquista-Bahia, 2016.

Identificação	pH	mg.dm ⁻³	Cmolc.dm ³ de solo									%		
	(H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	S.B.	T	T	V	M	PST
Amostra 1	6,1	2	0,25	3,0	1,2	0,1	1,9	0,17	4,6	4,7	6,6	70	2	3

Fonte: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Solos, 2016.

Os blocos e as parcelas foram sorteados e, em seguida, identificados. O espaçamento utilizado dentro da parcela entre as plantas de capim-elefante foi de 0,30 x 0,30 m; já entre as parcelas, foi adotado um espaçamento de 1 metro. Dentro de cada parcela, havia três linhas de plantio, dentre as quais a linha um e a linha três

correspondiam à bordadura, e a linha dois, à área útil, e a área total correspondia a 1,62 m².

A adubação nitrogenada, potássica e fosfatada foi realizada um dia antes do plantio, com o solo úmido. A quantidade de fósforo, potássio e nitrogênio foi calculada com base na análise, exigência do capim-elefante e tamanho da área, utilizando-se 11 kg (527,77 kg.ha⁻¹) de superfosfato simples e 3,5 kg (166,66 kg.ha⁻¹) de cloreto de potássio de uma só vez; não houve a necessidade de parcelamento, pois, de acordo com a literatura, uma nova adubação seria feita após o primeiro corte. Já a quantidade de nitrogênio variou de acordo com o tratamento; os tratamentos inoculados com as estirpes e o tratamento não inoculado receberam somente 20 % da adubação nitrogenada, correspondente a 1,9 kg (35,55 kg.ha⁻¹) de ureia, para impulsionar o crescimento inicial das plantas e ativar as bactérias. Já no tratamento com adubação convencional, foi utilizado 100 % de ureia, que equivaleu a 9,5 kg (177,77 kg.ha⁻¹) de adubo. Após a adubação, o fertilizante foi coberto com o solo para evitar perdas por volatilização.

A inoculação foi realizada às seis horas da manhã. Primeiro, colocou-se a proporção recomendada de 50 g de um inoculante para 20 L de água dentro de um reservatório. O procedimento repetiu-se para os outros três inoculantes. Depois de misturar até ficarem homogêneos, foram colocados os toletes dos genótipos dentro dos reservatórios referentes a cada tratamento, e deixou-se agir por 2 horas. Em seguida, os colmos de capim-elefante foram levados à área experimental para se realizar o plantio. Os toletes dos tratamentos sem inoculação e com adubação foram os primeiros a serem plantados. Posteriormente, foi a vez dos colmos inoculados, com o máximo de cuidado para que não houvesse contaminação de um tratamento para outro.

Durante o período de experimento, houve necessidade de capinas frequentes para retirada de plantas daninhas, e a irrigação foi feita diariamente pelo sistema de aspersão, com exceção dos dias chuvosos.

3.4 Características avaliadas

Do plantio até o primeiro corte, foram realizadas três coletas de três plantas de cada tratamento para avaliação das características: altura da planta, diâmetro de colmo, número de perfilhos, índice SPAD, matéria fresca, matéria seca, nitrogênio total e proteína bruta, relação C:N e Número Mais Provável. A primeira coleta foi feita aos 40 dias após o plantio (DAP), a segunda, aos 80 DAP, e a terceira, aos 120 DAP. Todas as avaliações de laboratório foram realizadas na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

3.4.1 Altura das plantas (AP) e Diâmetro do colmo (DC)

A avaliação de crescimento dos genótipos de capim-elefante teve início aos 40 dias após o plantio e foi repetida aos 80 e 120 DAP. Foram coletadas medidas de referências de altura da planta, a partir do colo até a inserção do caule com a folha mais nova completa, no ápice da haste principal da planta (cm) com o auxílio de uma trena. Já o diâmetro do colmo foi aferido com paquímetro digital no colo da planta (mm), rente ao solo.

3.4.2 Número de perfilho (NP)

Foi realizada a contagem dos perfilhos basais nos três períodos de avaliação: aos 40, 80 e 120 DAP.

3.4.3 Índice SPAD

Foi obtido um diagnóstico do estado nutricional de genótipos de capim-elefante inoculados com bactérias diazotróficas, através do Índice SPAD, medindo-se o teor de clorofila. Essas leituras foram realizadas aos 40, 80 e 120 DAP, no meio do limbo foliar e evitando-se a nervura central; para isso, utilizou-se o aparelho medidor de clorofila SPAD 502 Minolta.

3.4.4 Matéria Fresca (MF) e Matéria seca (MS) da parte aérea

Após mensuração da massa da matéria fresca dos órgãos das plantas (folhas e haste), aos 40, 80, 120 DAP, as amostras foram colocadas em sacos de papel e condicionadas em estufa a 65 °C, durante 72 horas. Em seguida, foram obtidos os valores de matéria seca (g), pesando-se o material seco em balança com precisão de 0,1 g, e o valor foi obtido em g.planta⁻¹.

3.4.5 Nitrogênio total e Proteína Bruta (PB)

A quantificação de nitrogênio total e o teor de proteína bruta foram realizados a partir de 80 DAP, utilizando-se somente as folhas dos genótipos, no laboratório de nutrição animal da UESB.

O método mais utilizado no Brasil foi proposto por Kjeldahl na Dinamarca em 1883, quando estudava proteína em grãos. Esse apresenta três etapas distintas: digestão, destilação e titulação. A digestão baseou-se no aquecimento da amostra em

ácido sulfúrico até que os compostos orgânicos fossem oxidados. O nitrogênio da proteína (orgânico) foi reduzido e transformado em sulfato de amônia (inorgânico), que é uma substância estável (POMERANZ; MELOAN, 1978), porém, não facilmente quantificável. Nessa etapa, utilizou-se mistura digestora, composta de um sal (sulfato de potássio), para elevar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico e, assim, permitir a decomposição da matéria orgânica, e um catalisador metálico, que aumentou o poder de oxidação do meio.

Posteriormente, adicionou-se hidróxido de sódio concentrado, o qual foi aquecido para liberação da amônia em solução de ácido bórico a partir disso, formou-se borato ácido de amônia, que constitui forma quantificável do nitrogênio. O borato de amônia formado foi titulado com uma solução padronizada do ácido clorídrico; com isso, obteve-se o teor de nitrogênio presente na amostra. O teor de PB foi calculado pela multiplicação do percentual de nitrogênio na biomassa de parte aérea pelo fator 6,25.

3.4.6 Relação C:N

A relação C:N foi calculada através da divisão do teor de carbono, que, no caso do capim-elefante, é 45 % (MORAIS, 2009), pelo teor de nitrogênio acumulado encontrado na matéria seca das plantas.

3.4.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados por meio da análise de variância e pelo teste F; as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR 5.3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F para o fator de variação genótipos de capim-elefante para as características: altura da planta (AP) aos 40, 80 e 120 DAP; diâmetro de caule (DC) nos períodos 80 e 120 DAP; massa fresca da parte aérea (MF) aos 40, 80 e 120 DAP; massa seca da parte aérea (MS) aos 120 DAP; proteína bruta (PB) aos 120 DAP e relação C:N aos 80 e 120 DAP. Verificou-se efeito significativo dos inóculos para as características índice SPAD e MS aos 120 DAP. A interação Inoculação x Genótipos foi significativa para: DC aos 40 DAP e PB aos 120 DAP. Houve também diferença estatística dentro dos blocos para os parâmetros: AP aos 40 DAP; DC aos 40, 80 e 120 DAP; Número de perfilhos (NP) aos 40 DAP; índice SPAD aos 40 DAP e MF aos 40 DAP.

4.1 Altura da Planta

A altura de plantas nos blocos 3 e 4 diferiram estatisticamente dos blocos 1 e 2. Os blocos 3 e 4 apresentaram as maiores médias na coleta realizada aos 40 DAP. No entanto, nenhum bloco diferiu entre si pelo Teste de média Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Nas coletas realizadas aos 80 e 120 DAP, não houve diferenças significativas entre os blocos (Tabela 2).

Tabela 2 - Altura de Planta (cm) de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017.

BLOCO	Altura de Planta (cm) no 40° DAP	Altura de Planta (cm) no 80° DAP	Altura de Planta (cm) no 120° DAP
	Médias	Médias	Médias
2	75,91 b	217,50 a	345,75 a
1	85,83 b	238,50 a	365,08 a
3	93,33 a	233,75 a	339,25 a
4	100,58 a	242,91 a	363,58 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

No entanto, houve diferença significativa pelo teste Scott-Knott (P <0,05) entre os genótipos de capim-elefante, apenas aos 40 DAP (Tabela 3). A cultivar Napier apresentou maior média de altura aos 40 e 80 dias após plantio em comparação com a cultivar Roxo (Tabela 3 e 4). Porém, a cultivar Roxo apresentou aos 120 DAP um incremento na altura das plantas independente dos tratamentos utilizados (Tabela 5). Isso se deve ao fato de que, no período de 120 DAP, o capim-elefante roxo teve seu meristema apical diferenciado para formar a inflorescência (pendão), e esta foi incluída na medição da altura da planta.

Tabela 3 - Altura (cm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Alt. de planta (cm)	Roxo	72,25 aB	76,75 Ab	77,25 aB	79,75 aA	80,50 aB	84,75 aA	78,54 B	2,80 ¹
	Napier	98,00 aA	103,00 Aa	107,75aA	95,25 aA	102,50 aA	89,50 aA	99,29 A	4,86 ²
Médias		85,10 a	89,87 a	92,50 a	87,50 a	91,30 a	87,12 a	88,91	6,87 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Tabela 4 - Altura (cm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Alt. de planta (cm)	Roxo	216,25 aA	229,00 aA	236,50 aA	219,25 aA	239,75 aA	212,25 aA	225,50 A	5,28 ¹
	Napier	220,50 aA	250,75 aA	232,50 aA	230,50 aA	267,50 aA	243,25 aA	240,83 A	9,15 ²
Médias		218,37 a	239,87 a	234,50 a	224,87 a	253,62 a	227,75 a	233,16	12,93 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Tabela 5 - Altura (cm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

Var.	FV Gen.	Inoculação						Média	E*
		NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Alt.de planta (cm)	Roxo	370,00aA	380,75Aa	368,25aA	343,00aA	364,75aA	367,50aA	365,71A	6,10 ¹
	Napier	321,75aB	360,50Aa	333,00aA	337,00aA	369,25aA	325,20aA	341,12B	10,57 ²
Médias		345,87 a	370,62 a	350,62 a	340,00 a	367,00 a	346,37 a	353,41	14,95 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Bhering et al. (2008), ao trabalharem com características agrônômicas do capim-elefante roxo em diferentes idades de corte na Depressão Cuiabana, constataram que, na época de fornecimento de água, o capim-elefante obteve médias de altura aos 45 DAP de 127 cm, aos 75 DAP 222,75 cm e aos 105 DAP 281,6 cm. A idade de corte do capim-elefante napier, de acordo com a literatura, é dos 70 aos 90 dias após o plantio, em que há um satisfatório teor de proteína bruta para alimentação animal.

Para o fator de variação inoculação, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos nos três períodos de coleta de dados para a variável altura de planta (40, 80 e 120 DAP) pelo teste Scott-Knott (P <0,05). Em trabalho realizado por Kuss (2006) com fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à altura da planta, tanto para os tratamentos nitrogenados como para os tratamentos inoculados e a testemunha na ausência de nitrogênio e inoculação.

O desdobramento da interação genótipo *versus* inoculação foi realizado, apesar de não ter sido verificado efeito significativo da interação no experimento. Segundo Barbin (2013), embora a interação não tenha sido significativa, muitas vezes, é aconselhável fazer-se o desdobramento dos graus de liberdade, pois se pode detectar algum efeito significativo que, na média (interação), fica diluído.

Tanto os tratamentos não inoculados que receberam 20 % (NI) e 100 % de adubação nitrogenada (CA) quanto os tratamentos com inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* (ZAE94) e *Gluconacetobacter diazotrophicus* (LP343) apresentaram diferenças significativas entre os dois genótipos aos 40 DAP. A variedade Napier foi a que melhor se beneficiou com esses tratamentos, uma vez que apresentou as maiores médias de altura (Tabela 3).

Em termos de percentagem, a inoculação com a bactéria *Gluconacetobacter diazotrophicus* promoveu um incremento na altura de 0,73 % ao capim-elefante napier, e a *Herbaspirillum seropedicae*, de 5,37 %, em comparação ao mesmo genótipo que recebeu o tratamento não inoculado com 100 % de adubo, indicação de que a inoculação com essas duas bactérias diazotróficas influenciaram no crescimento inicial do capim. No período de 120 DAP, somente houve efeito significativo para a interação do tratamento não inoculado com 20 % de adubo (NI) e os genótipos de capim-elefante. Esse tratamento conferiu ao capim roxo médias de altura de 370,00 cm, superior ao capim napier, com 321,75 cm (Tabela 5).

Segundo Reis Junior et al. (2008), o uso de bactérias promotoras de crescimento, além de beneficiar no mecanismo de fixação biológica de nitrogênio, auxilia na produção de hormônios que estimulam o crescimento vegetal.

Filgueiras (2015) obteve efeitos positivos sobre a altura da bainha em plantas de arroz inoculadas com *G. diazotrophicus*, em comparação com as plantas não inoculadas. Lana et al. (2012) também não observaram respostas da cultura do milho à inoculação com *Azospirillum* associada à adubação nitrogenada. Já Braccini et al.

(2012) obtiveram aumento na altura das plantas de milho com a inoculação de *Azospirillum brasilense*. A inconsistência de trabalhos que avaliam a inoculação com bactérias diazotróficas é bastante conhecida, e variações no ambiente, solo, plantas e nos componentes da microflora são consideradas como as principais responsáveis por essa variação (DOBBELAERE et al., 2001).

4.2 Diâmetro do colmo

Após o desdobramento dos blocos pelo Teste Scott-Knott ($P < 0,05$) para a variável diâmetro de colmo, foi constatado que, aos 40 DAP, o bloco 2 apresentou menor diâmetro do colmo e diferiu dos blocos 1, 3 e 4, que não diferiram entre si. Aos 80 DAP, os blocos 3 e 4 diferiram dos blocos 1 e 2, com médias maiores, mas não diferiram entre si. Já aos 120 DAP, houve efeito contrário, os blocos 1 e 2 assumiram os melhores resultados, comparados aos blocos 3 e 4, que também não diferiram entre si, de acordo com a tabela 6.

Tabela 6 - Diâmetro do Caule (mm) de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017.

BLOCO	Diâmetro de caule no 40°	Diâmetro de caule no 80°	Diâmetro de caule no 120°
	DAP (mm)	DAP (mm)	DAP (mm)
	Médias	Médias	Médias
2	0,45 b	17,21 b	19,38 ^a
1	0,52a	18,10 b	18,90 ^a
3	0,53a	18,98a	16,58 b
4	0,59a	20,31a	18,31 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott ($P < 0,05$).

Tabela 7 - Diâmetro do Colmo (mm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

Var.	Gen.	Inoculação						Média	E*
		NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Diam. de planta (mm)	Roxo	0,64 aA	0,58 aA	0,58 aA	0,51 aA	0,53 aA	0,41 aB	0,50 A	0,019 ¹
	Napier	0,44 aB	0,57 aA	0,45 aA	0,50 aA	0,51 aA	0,55 aA	0,54 A	0,03 ²
Médias		0,54 a	0,57 a	0,51 a	0,50 a	0,52 a	0,48 a	0,52	0,04 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Aos 40 DAP, foram observadas diferenças significativas para a característica diâmetro do colmo entre os dois genótipos de capim-elefante quando foram inoculados com a estirpe JN360 e quando não foram inoculados; apresentaram os menores diâmetros quando comparados com os demais tratamentos pelo Teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade (Tabela 7).

Para o fator de variação Genótipo, observou-se efeito significativo pelo Teste Scott-Knott (P <0,05) para os períodos de 80 DAP (Tabela 8) e 120 DAP (Tabela 9). Nas duas épocas de corte, o capim napier apresentou diâmetros de colmo superiores ao capim roxo. Tal resultado já era esperado, pois, de acordo com a literatura, essa cultivar apresenta plantas com colmos mais grossos. Aos 80 DAP, o diâmetro do colmo do capim napier foi maior do que o roxo; ocorreu a mesma tendência aos 120 DAP.

Tabela 8 - Diâmetro do Colmo (mm) de genótipos de capim-elefante, cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Diam.de planta (mm)	Roxo	16,88 aA	19,80 aA	16,52 aA	18,25 aA	17,22 aA	16,74 aA	17,57 B	0,46 ¹
	Napier	18,75 aA	21,83 aA	19,39 aA	18,30 aA	20,39 aA	19,72 aA	19,73 A	0,80 ²
Médias		17,81 a	20,81 a	17,95 a	18,27 a	18,81 a	18,23 a	18,65	1,14 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Tabela 9 - Diâmetro do Colmo (mm) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Diam.de planta (mm)	Roxo	17,24 bA	19,64 aA	15,59 bB	15,57 bB	16,31 bB	18,77 aA	17,19 B	0,39 ¹
	Napier	18,92 aA	19,75 aA	19,70 aA	19,71 aA	19,39 aA	18,97 aA	19,40 A	0,67 ²
Médias		18,08 a	19,68 a	17,64 a	17,64 a	17,85 a	18,87 a	18,29	0,95 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Os dados de diâmetro de colmo encontrados estão de acordo com a amplitude de variação encontrada em capim-elefante por Xavier et al. (1995), que relataram valores entre 15 e 19 mm. Oliveira et al. (2012), avaliando seis genótipos de capim-elefante para fins energéticos, para a variável diâmetro do colmo, não obtiveram diferença estatística entre as médias; todos os genótipos ficaram, portanto, no mesmo grupo. Os valores encontrados variaram de 14,7 a 21,3 mm, encontrados

nos genótipos Mercker-86 México e Cameroon - Piracicaba, respectivamente, superiores aos encontrados por Rossi (2010), com média de 11,8 mm.

De acordo com Flores et al. (2013), aproximadamente 72 % da biomassa do capim-elefante corresponde ao colmo que possui alto teor de fibra, lignina e outros componentes importantes para uma boa qualidade de biomassa para energia. E, segundo Araújo et al. (2011), genótipos de capim-elefante com maior porte possuem maior proporção de colmos colhidos e maior acúmulo de matéria seca.

Com o avançar da idade da planta, ocorre um alongamento do colmo. Em consequência, há uma elevação no teor de fibra e redução no teor de proteína do colmo, quando comparado às folhas. Para a nutrição animal, essas mudanças que ocorrem com o desenvolvimento da planta não são desejáveis, mas, para a geração de energia a partir da biomassa do capim-elefante, essas alterações são relevantes (OLIVEIRA et al., 2012).

Para o fator de variação inoculação, aos 120 DAP, foram evidenciados efeitos significativos pelo Teste Scott-Knott ($P < 0,05$) apenas para o genótipo roxo, que obteve diâmetros maiores quando inoculado com as estirpes JN360 (18,77 mm) e LP343 (19,64 mm); além de diferirem, ainda foram superiores ao genótipo não inoculado que foi adubado com 100 % do recomendado de ureia (16,31 mm) para a cultura (Tabela 9).

Foi realizado o desdobramento da interação genótipo x inoculação pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade para a característica diâmetro de caule. De acordo com os resultados apresentados na tabela 8, houve diferenças estatísticas entre os genótipos inoculados com *Azospirillum brasilense* (JN360) e o tratamento não inoculado com 20 % de adubo (NI) aos 40 DAP.

Fato inusitado ocorreu com o tratamento não inoculado (NI), que apresentou a maior média dentro do genótipo napier, comparado com todos os outros tratamentos, inclusive com o tratamento com 100 % de adubação (CA).

Percentualmente, o capim napier não inoculado obteve um acréscimo de 20 % para a característica avaliada, comparando-se com o tratamento com 100 % de adubação nitrogenada. Isso pode ser justificado pela dedução de que, mesmo não sendo inoculado, nada impediu que aquele capim fosse associado a bactérias que estivessem presentes no solo, além de que esse tratamento recebeu 20 % do nitrogênio no plantio, quantidade essa suficiente para seu estabelecimento nos 40 DAP.

De qualquer forma, a inoculação com a bactéria *Azospirillum brasilense* promoveu ao genótipo napier um aumento de 7,8 % no diâmetro do colmo, quando comparado ao mesmo genótipo não inoculado, que recebeu 100 % de adubação nitrogenada. Tal resultado, somado ao resultado de altura da planta, indica que a inoculação com bactérias diazotróficas somadas a 20 % de adubação nitrogenada consegue suprir as necessidades nutricionais do elemento nitrogênio durante o desenvolvimento inicial da planta e até promover acréscimos nos parâmetros de crescimento quando comparada às plantas que recebem toda a quantidade recomendada para a cultura de adubação nitrogenada.

A adubação dos 20 % de adubo nitrogenado para os genótipos inoculados foi necessária, pois, segundo Araújo et al. (2015), em condições de deficiência de N, a planta não pode excretar, depositar ou exsudar compostos orgânicos suficientes e/ou exsudados radiculares para emitir sinais para microorganismos. Assim, é essencial uma suplementação de nitrogênio que permita o bom desenvolvimento da planta, sem prejudicar a FBN, uma vez que o movimento de microorganismos em direção às raízes ocorre quando há reconhecimento bioquímico (quimiotaxia), ou seja, a emissão de sinais pelas plantas para microorganismos.

Dartora et al. (2013), trabalhando com adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho, obtiveram efeito da inoculação sobre o diâmetro basal do colmo. A

combinação das estirpes Ab-V5 e SmR1 proporcionou maior diâmetro basal do colmo em relação à testemunha, embora sem diferir das estirpes inoculadas de forma isolada na fase vegetativa e da estirpe Ab-V5 na fase reprodutiva. Na fase vegetativa, o incremento proporcionado pela inoculação combinada das estirpes no diâmetro basal do colmo em relação à testemunha foi de 15 % e pode ser associado ao efeito de promoção do crescimento proporcionado pelas bactérias diazotróficas.

Os incrementos verificados no diâmetro basal do colmo das plantas submetidas à inoculação podem ser associados à produção de fito-hormônios pelas bactérias, como auxinas, giberelinas e citocininas (RADWAN; MOHAMED; REIS, 2004; MOREIRA et al., 2010).

4.3 Número de perfilhos

O número de perfilhos das plantas do bloco 3 apresentou as maiores médias na coleta aos 40 DAP, porém os blocos 1, 2 e 4 não diferiram entre si pelo Teste Scott-Knott ($P < 0,05$), como mostra a tabela 10.

Tabela 10 - Número de Perfilhos de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017.

BLOCO	Número de perfilhos no	Número de perfilhos no	Número de perfilhos no
	40° DAP	80° DAP	120° DAP
	Médias	Médias	Médias
2	3.58 b	3.58 a	4.08 a
1	3.00 b	3.66 a	3.25 a
3	5.00 a	3.91 a	3.25 a
4	3.83 b	4.16 a	3.41 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott ($P < 0,05$).

No segundo corte aos 80 DAP, foi notada significância para a interação genótipo x inoculação pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$). Os genótipos inoculados

com a estirpe JN360 (*Azospirillum brasilense*) diferiram entre si para a característica número de perfilhos; o genótipo roxo foi o mais beneficiado pela inoculação, dado que produziu uma média de 5 perfilhos por planta. Esse número foi maior do que o tratamento controle nitrogenado, que recebeu 100 % do N recomendado para a cultura nos dois genótipos utilizados (Tabela 11).

Tabela 11 - Número de Perfilhos de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

Var.	Gen.	FV						Média	E*
		Inoculação							
		NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Nº de perfilhos	Roxo	3,50 Aa	4,25 aA	4,25 aA	4,25 aA	3,00 aA	5,00 aA	4,04 A	0,22 ¹
	Napier	3,25 Aa	4,50 aA	3,50 aA	3,00 aA	4,50 aA	3,00 aB	3,62 A	0,39 ²
Médias		3,37 a	4,37 a	3,87 a	3,62 a	3,75 a	4,00 a	3,83	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

No entanto, aos 120 DAP (terceiro corte), também houve diferenças estatísticas para a interação genótipo x inoculação, mas foram os genótipos não inoculados e adubados com 100 % de ureia que diferiram entre si, e o genótipo roxo foi aquele que obteve maior número de perfilhos por planta, 4,75 perfilhos/planta, enquanto que o napier produziu 3 perfilhos/planta (Tabela 12).

Tabela 12 - Número de Perfилhos de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Nº de perfilhos	Roxo	3,25 Aa	3,50 aA	3,50 aA	4,00 aA	4,75 aA	3,75 aA	3,79 A	0,55 ¹
	Napier	2,75 Aa	2,75 aA	3,50 aA	3,25 aA	3,00 aB	4,00 aA	3,20 A	0,38 ²
	Médias	3,00 a	3,12 a	3,50 a	3,62 a	3,87 a	3,87 a	3,50	0,54 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94:

Herbaspirillum seropedicae; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

O N promove diversas alterações fisiológicas em gramíneas forrageiras, como no número, tamanho, peso e taxa de aparecimento de perfilhos e folhas e o alongamento do colmo, fatores importantes na produção de massa seca e no valor nutritivo das plantas forrageiras, os quais resultam na elevação de índices zootécnicos. Quando o N é deficiente, o perfilhamento é inibido; quando se aumenta o suprimento de N, há acréscimo no número de perfilhos por planta (PEDREIRA; MELLO; OTANI, 2001).

A inoculação de *Azospirillum brasilense* em milho e trigo não promoveu efeito significativo nessas culturas (MELLO, 2012). Entretanto, a inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas do gênero *Azospirillum* aumentou em até 7 % o número de perfilhos do capim-marandu (GUIMARÃES et al., 2011). Levando-se em consideração que o número máximo de perfilhos encontrados corresponde ao tratamento com 100 % de adubação nitrogenada (6,16 perfilhos), foi observado pelos mesmos autores que os isolados AZ04 (4,67 perfilhos), 13 (4,84 perfilhos) e 17 (4,67 perfilhos) apresentaram até 79 % no número de perfilhos.

A capacidade de perfilhamento é uma característica altamente desejável em plantas forrageiras. O potencial de perfilhamento influencia a produção, a qualidade

e a persistência das espécies perenes. Dessa forma, maior número de perfilhos significa maior número de folhas e, conseqüentemente, maior número de sítios para desenvolvimento de perfilhos axilares (JACQUES, 1994). Em pastagens de capim-elefante, a origem dos perfilhos, traduzida pelas classes de basais e aéreos, também exerce influência sobre as taxas de crescimento e o acúmulo de forragem, com variações sazonais para cada classe (PACIULLO et al., 2003; CARVALHO et al., 2004). A presença de maior ou menor número de perfilhos está sob efeito de alguns fatores. Para Ozturk, Caglar e Bulut (2006), ocorre forte efeito da interação entre o genótipo e o ambiente, relacionado à emissão e à sobrevivência de perfilhos.

4.4 Índice SPAD

O índice SPAD do bloco 2 diferiu dos blocos 1, 3 e 4, apresentando as maiores médias na avaliação aos 40 DAP. No entanto, esses mesmos blocos não diferiram entre si pelo Teste Scott-Knott ($P < 0,05$) (Tabela 13).

Tabela 13 - Índice SPAD de capim-elefante cultivado a campo, nas diferentes coletas, para o fator de variação dos blocos, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições. Barra do Choça-Bahia, 2017.

BLOCO	Índice SPAD no 40° DAP	Índice SPAD no 80° DAP	Índice SPAD no 120° DAP
	Médias	Médias	Médias
2	42.62 b	39.02 a	46.97 a
1	46.25 a	39.14 a	47.84 a
3	46.42 a	41.56 a	46.67 a
4	46.46 a	39.10 a	45.13 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott ($P < 0,05$).

Tabela 14 - Índice SPAD de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Índice	Roxo	45,05 aA	41,79 aB	43,74 aB	41,58 aA	46,82 aA	47,23 aA	44,37 A	0,77 ¹
SPAD	Napier	42,14 aA	48,47 aA	49,58 aA	44,13 aA	48,05 aA	45,66 aA	46,51 A	1,33 ²
Médias		44,10 a	45,13 a	46,66 a	42,85 a	47,44 a	46,45 a	45,44	1,88 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94:

Herbaspirillum seropedicae; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Aos 40 DAP, foi verificado efeito significativo para a interação genótipo x inoculação. A inoculação com a estirpe LP343 promoveu ao genótipo napier maior teor de clorofila comparado com o roxo. O mesmo caso ocorreu com a inoculação da estirpe ZAE 94. Em termos percentuais, comparando-se o genótipo napier nos tratamentos inoculado e não inoculado, a inoculação com a bactéria *Gluconacetobacter diazotrophicus* promoveu acréscimo de 9,83 % no teor de clorofila da folha, enquanto que, com a bactéria *Herbaspirillum seropedicae*, o aumento foi de 12,34 % (Tabela 14).

Isso significa dizer que, para o parâmetro Índice SPAD, a inoculação com as estirpes LP343 e ZAE94 somadas à aplicação de 20 % da dose de N recomendada para a cultura pode aumentar os teores de clorofila para realização da fotossíntese do capim.

A produção de capim-marandu inoculado com *Azospirillum* spp teve resultados obtidos através da leitura SPAD, que quantifica o teor de nitrogênio foliar indiretamente pela espectrofotometria, nas lâminas foliares da Brachiaria, em que as estirpes AZ02, AZ04, AZ06, AZ13 e AZ18 apresentaram valores superiores aos da testemunha absoluta, de até 7 % (GUIMARÃES et al., 2011).

Baldotto et al. (2012), avaliando o desempenho inicial do milho em resposta à adubação NPK combinada com *Herbaspirillum seropedicae*, observaram que o índice SPAD diminuiu 4 % com a inoculação. Já Canellas et al. (2013) observaram aumento no teor de clorofila de plantas de milho quando inoculado com *H. seropedicae* em associação com substâncias húmicas.

Tratamento de sementes com microrganismos promotores de crescimento em sorgo *Sorghum bicolor* L. apresenta médias de Índice SPAD de 43,1 e 45,7 quando a inoculação é feita com a bactéria diazotrófica *Gluconacetobacter diazotrophicus* (FERRARIS et al., 2012). Os resultados obtidos no presente trabalho surpreendem positivamente, pois, apesar de haver relatos na literatura de associação dessa bactéria com gramíneas, poucos são os trabalhos que discutem essa associação com capim-elefante. Essas bactérias, segundo Dobereiner et al. (1995), necessitam de uma maior quantidade de açúcar para o seu desenvolvimento e são bastante restritas a plantas ricas em açúcar, como cana-de-açúcar, batata-doce e capim Cameroon. O capim-elefante tem uma grande semelhança com o bagaço de cana-de-açúcar, que tem em sua composição 65 % de fibras e 35 % de material não fibroso (MORAIS, 2008).

Tabela 15 - Índice SPAD de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Índice	Roxo	45,50 aA	48,72 aA	47,17 aA	48,88 aA	48,90 aA	46,70 aA	47,64 A	0,77 ¹
SPAD	Napier	43,30 bA	49,81 aA	48,55 aA	46,75 aA	45,74 aA	39,84 bB	45,66 A	1,34 ²
Médias		44,40 b	49,26 a	47,86 a	47,82 a	47,32 a	43,27 b	46,65	1,89 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Os resultados, demonstrados na Tabela 15, revelam significância pelo Teste Scott-Knott ($P < 0,05$) para o fator de variação inoculação somente para o genótipo napier aos 120 DAP. O tratamento não inoculado com 100 % de adubação (CA) e as inoculações com as estirpes JN245, ZAE94 e LP343, diferiram estatisticamente dos demais, porém não diferiram entre si. Em termos didáticos, a variedade de capim-elefante napier inoculada com bactérias diazotróficas, com exceção da bactéria *Azospirillum brasilense*, obtiveram teores de clorofila equivalentes ao genótipo não inoculado, que recebeu 100 % de adubação nitrogenada.

O teor de clorofila na folha é utilizado para prever o nível nutricional de nitrogênio em plantas, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com o teor de N (BOOIJ; VALENZUELA; AGUILERA, 2000). Esse pigmento está diretamente associado ao potencial de atividade fotossintética, assim como o estado nutricional das plantas está associado, geralmente, à quantidade e qualidade da clorofila (ZOTARELLI et al., 2003). O índice SPAD pode ser utilizado para avaliação rápida e não destrutiva da clorofila em capim-elefante (ARAÚJO et al., 2013). O acúmulo de clorofila (índice SPAD) tem correlação direta com a produtividade vegetal. Plantas com maior área foliar, teoricamente, apresentam maior taxa fotossintética pela maior superfície clorofilada exposta à radiação (WOLFF, 2005).

4.5 Massa Fresca

A massa fresca da parte aérea das plantas dos blocos 3 e 4 diferiram dos blocos 1 e 2, apresentando maiores médias, porém não diferiram entre si na coleta aos 40 DAP pelo Teste Scott-Knott ($P < 0,05$) (Tabela 16).

Tabela 16 – Massa Matéria Fresca da parte aérea (g.planta⁻¹) de capim-elefante cultivado a campo em Barra do Choça nas diferentes coletas para o fator de variação dos blocos pelo Teste de Scott-Knott (1974). Média de 4 repetições.

BLOCO	Massa Fresca no 40° DAP (g.planta ⁻¹)	Massa Fresca no 80° DAP (g.planta ⁻¹)	Massa Fresca no 120° DAP (g.planta ⁻¹)
	Médias	Médias	Médias
2	87,54 b	731,75 a	1609,25 a
1	71,44 b	758,16 a	1600,08 a
3	131,46 a	704,08 a	1190,08 a
4	137,92 a	1002,00 a	1268,16 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05)

Aos 40 e 80 DAP, foi verificado efeito significativo para o fator de variação genótipo pelo Teste Scott-Knott (P <0,05). Nesses períodos de corte, o capim napier produziu maior massa fresca/planta do que o roxo. Aos 40 DAP, a diferença do napier para o roxo foi de 46,09 g/planta. Já aos 80 DAP, a diferença foi ainda maior: 214,7 gramas/planta; o que mostra a potencialidade do capim napier como fonte de alimentação animal na forma *in natura*.

Tabela 17 – Massa de Matéria Fresca da parte aérea (g.planta⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 40 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Massa fresca	Rox.	84,68 aA	68,28 aA	97,44 aB	46,26 aB	82,88 aA	123,93aA	83,91 B	11,83 ¹
	Nap.	85,52 aA	131,51aA	184,33aA	179,81aA	124,22aA	76,22 aA	130,27 A	20,50 ²
	Médias	85,10 a	99,89 a	140,88 a	113,03 a	103,55 a	100,08 a	107,09	28,99 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

O uso de capineiras para o fornecimento de volumoso como alimentação suplementar é prática comum em toda a região central do Brasil. O capim-elefante é fonte tradicional de suplementação volumosa na seca, isso se dá, principalmente, pelo seu alto potencial de produção (maior que 100 toneladas de matéria verde por hectare ao ano) (JOSÉ, 2006). Na atividade leiteira, a utilização do capim-elefante é uma alternativa importante no forrageamento dos animais (SILVA et al., 2002).

No período de 80 DAP, notou-se efeito significativo pelo Teste Scott-Knott (P <0,05) para o fator inoculação somente no capim napier. As inoculações com as estirpes LP343, ZAE94 e JN360 mais o tratamento não inoculado + 100 % de adubação (CA) foram aqueles que mais proporcionaram ganhos de massa fresca/planta à cultivar napier (Tabela 18).

Tabela 18 – Massa da Matéria Fresca da parte aérea (g.planta⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Massa fresca	Roxo Napier	717,50 aA	875,50 aA	604,5 aA	510,00 aA	674,00 aB	768,25 aA	691,62 B	68,78 ¹
		652,50 bA	1047,75 aA	1088,25 aA	637,00 bA	1280,75 aA	732,00 aA	906,37 A	119,13 ²
Médias		685,00 a	961,62 a	846,37 a	573,50 a	977,37 a	750,12 a	799,00	168,48 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Quanto à interação genótipo x inóculo, foram constatadas diferenças significativas entre as cultivares inoculadas com as estirpes ZAE94 e JN245, aos 40 DAP (Tabela 17), e os genótipos sem inoculação com 100 % de ureia, aos 80 DAP (Tabela 18). O genótipo napier produziu mais matéria fresca por planta do que o roxo, quando inoculado com as duas estirpes. Na inoculação com *Herbaspirillum seropedicae*, o capim napier produziu 86,9 g de massa fresca/planta a mais que o roxo. Já quando inoculado com *Azospirillum* sp DA10-2, o napier produziu 133,55 g a mais de massa fresca/planta.

Trabalho com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu mostrou que essa gramínea sem aplicação de nitrogênio e com inoculação de bactérias diazotróficas produziu mais forragem do que a testemunha (sem aplicação de N e sem inoculação); sendo assim, foi apontada pelos autores como alternativa sustentável para aumento na produção de forragem (OLIVEIRA; BARIONI, 2007).

4.6 Massa Seca

Aos 80 DAP, foi verificado efeito significativo somente para a interação genótipo x inoculação pelo Teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Os genótipos

que receberam o tratamento sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada diferiram entre si; o capim napier foi aquele que apresentou maior média de massa seca por planta, se comparado com o roxo (Tabela 19).

Tabela 19 - Massa da Matéria Seca da parte aérea (g.planta⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Massa	Roxo	152,50 aA	213,25 aA	184,50 aA	161,25 aA	128,00 aB	207,50 aA	174,50 A	22,42 ¹
seca	Napier	136,50 aA	230,00 aA	215,75 aA	186,25 aA	292,00 aA	216,50 aA	212,83 A	38,84 ²
Médias		144,50 a	221,62 a	200,12 a	173,75 a	210,00 a	212,00 a	193,66	54,93 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Mesmo não havendo diferenças estatísticas, é notória a contribuição das inoculações com bactérias diazotróficas no acúmulo de massa seca do capim-elefante. A inoculação com a estirpe JN360 da bactéria *Azospirillum brasilense*, por exemplo, proporcionou ao capim roxo 207 g de MS.planta⁻¹, enquanto que o capim não inoculado e adubado obteve média de somente 128 g de MS.planta⁻¹. No capim napier, apesar de a quantidade de matéria seca não ter superado o capim não inoculado e adubado, a estirpe da bactéria *Gluconacetobacter diazotrophicus* promoveu ganhos de 230 g de MS.planta⁻¹ (Tabela 20).

O capim-elefante é uma forrageira com alto potencial para produção de matéria seca e de grande eficiência fotossintética (SILVA et al., 2010), característica essa típica das gramíneas tropicais, que crescem rapidamente e otimizam o uso da água do solo e da energia solar (URQUIAGA; ALVES; BODDEY, 2012). Relatos de pesquisa mostram que a produção anual de biomassa seca da cultura de capim-

elefante pode superar 100 mg ha⁻¹, desde que genótipos eficientes sejam utilizados e condições próximas das ideais sejam garantidas (URQUIAGA; ALVES; BODDEY, 2004).

Tabela 20 - Massa da Matéria Seca da parte aérea (g.planta⁻¹) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Massa	Roxo	234,75 bA	531,25 aA	220,75 bA	209,00 bA	271,50 bA	327,75 bA	299,16 B	26,91 ¹
seca	Napier	304,75 aA	401,25 aA	389,50 aA	342,75 aA	446,50 aA	411,25 aA	382,66 A	46,62 ²
Médias		269,75 a	466,25 a	305,12 a	275,87 a	359,00 a	369,50 a	38,68	65,93 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94: *Herbaspirillum seropedicae*; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

A disponibilidade de nitrogênio no solo é um dos fatores que mais afetam a produtividade do capim-elefante, com aumentos expressivos na produção de massa seca. O aumento na produção de MS com o incremento na adubação nitrogenada é explicado pela ação do nitrogênio como fator controlador dos diferentes processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando aumento de produção pela fixação de carbono (MARTUSCELLO et al., 2006).

O estudo realizado por Guimarães et al. (2010), objetivando avaliar a influência das bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada em cultivares de arroz, constatou que, mesmo não havendo diferença significativa entre as plantas inoculadas com *H. seropedicae* e o controle, para as três doses de fertilizante utilizadas, houve incrementos de 12 % na matéria seca.

No período de 120 DAP, os genótipos diferiram entre si pelo teste Scott-Knott (P <0,05). O capim napier apresentou média de massa seca da parte aérea por

planta superior ao roxo. Ainda nos 120 DAP, o fator de variação inoculação também teve efeitos significativos somente para o genótipo roxo. A inoculação do capim roxo com a estirpe LP343 da bactéria *Gluconacetobacter diazotrophicus* promoveu o maior acúmulo de massa seca, comparada a todos os outros tratamentos, inclusive o tratamento não inoculado que recebeu 100 % de adubação. Em termos percentuais, a inoculação com a estirpe LP323 produziu 96 % a mais de grama de massa seca/planta que o tratamento adubado. Mesmo não havendo significância para inoculação no genótipo napier, pode-se verificar que a estirpe JN360 promoveu a segunda maior média de massa seca; ficou atrás somente do tratamento 100 % adubado (Tabela 20).

Variedades de cana-de-açúcar, quando inoculadas, chegam a acumular mais matéria seca do que em tratamentos com uso de fertilizante nitrogenado (PEREIRA et al., 2013). No entanto, o uso de inoculante na espécie permite maior acúmulo de biomassa apenas quando combinado com a adubação nitrogenada (GOSAL et al., 2012).

4.7 Proteína Bruta

Para a variável proteína bruta, foi verificado efeito significativo para inoculação e para a interação genótipo x inoculação aos 80 DAP pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. O genótipo roxo não inoculado e que recebeu 100% de adubação nitrogenada diferiu do napier e apresentou maior teor de proteína bruta. Avaliando o fator de variação inoculação, o tratamento não inoculado com 100 % de adubação foi aquele que promoveu ao capim maiores teores de nitrogênio total. Mesmo não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos, a inoculação com a estirpe JN245 da bactéria *Azospirillum* sp DA10-2 contribuiu tanto para o capim roxo quanto ao napier (Tabela 21).

Tabela 21 - Proteína Bruta (%) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 80 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Proteína	Roxo	13,37 bA	9,52 bA	11,13 bA	11,56 bA	21,70 aA	9,98 bA	9,95 A	1,07 ¹
bruta	Napier	10,52 aA	9,80 aA	9,58 aA	9,88 aA	11,83 aB	8,11 aA	12,88 A	1,85 ²
Médias		11,94 b	9,66 b	10,35 b	10,72 b	16,76 a	9,05 b	11,41	2,63 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94:

Herbaspirillum seropedicae; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

O teor de proteína em forrageiras está diretamente vinculado à quantidade de massa produzida e sua qualidade. As pastagens que apresentam maior produção de massa apresentam maior quantidade de proteína e são economicamente viáveis (SILVA, 2012). Com o avançar da idade da planta, ocorre um alongamento do colmo. Em consequência, há uma elevação no teor de fibra e redução no teor de proteína do colmo, quando comparado às folhas. Para a nutrição animal, essas mudanças que ocorrem com o desenvolvimento da planta não são desejáveis, mas, para a geração de energia a partir da biomassa do capim-elefante, essas alterações são relevantes (OLIVEIRA et al., 2012).

No período de 120 DAP, o genótipo roxo apresentou maior teor de proteína bruta que o napier e foi estatisticamente diferente pelo Teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Aos 80 DAP, o capim roxo também apresentou maior teor de proteína quando não foi inoculado, mas recebeu 100 % do adubo recomendado para a cultura. Já o capim napier inoculado com a estipe JN360 – *Azospirillum brasilense* proporcionou o mesmo teor de proteína bruta do tratamento adubado com 100 % de adubação nitrogenada, evidência de sua potencialidade no incremento de nitrogênio nas folhas de capim-elefante (Tabela 22).

Tabela 22 - Proteína Bruta (%) de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Proteína	Roxo	12,10 aA	11,69 aA	10,98 aA	13,39 Aa	15,43 aA	11,88 aA	12,58 A	0,60 ¹
bruta	Napier	8,45 aA	11,06 aA	8,39 aA	9,76 Aa	9,83 aB	9,85 aA	9,56 B	1,04 ²
Médias		10,28 a	11,38 a	9,69 a	11,57 a	12,63 a	10,86 a	11,07	1,46 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94:

Herbaspirillum seropedicae; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Silva et al. (2010) verificaram os efeitos de diferentes intensidades de corte na FBN, na produção de massa seca e no acúmulo de nitrogênio; e na população de bactérias diazotróficas em plantas de forragens, observaram que a intensidade de corte mais drástica proporcionou maior número de *Azospirillum* spp. e *Herbaspirillum* spp., maior produção de matéria seca e acúmulo de N-total em pastagens de *Brachiaria decumbens*, na época de transição seca-águas; enquanto nas demais pastagens (*Oenonisetum purpureum* e *Brachiaria humidicola*), seus efeitos variaram com a época de avaliação. A contribuição da fixação biológica de nitrogênio pelas bactérias diazotróficas nas pastagens variou de 10 a 42 %, mas as intensidades de cortes não influenciaram na contribuição da fixação biológica de nitrogênio em nenhuma das pastagens.

A variedade de cana-de-açúcar RB867515 inoculada com bactérias diazotróficas e adubada com nitrogênio teve incremento de desenvolvimento e produtividade equivalente à adição de 120 kg ha⁻¹ de N fertilizante. O seu maior vigor, confirmado pelo aumento na produtividade, no acúmulo de matéria seca e N total na parte aérea das plantas com inoculação, observado nessa mesma variedade,

também poderia estar associado a outros efeitos promotores de crescimento, além da FBN, como produção de fitormônio (SCHULTZ et al., 2012).

4.8 Relação C:N

Para a variável relação C:N, somente foram verificados, pelo Teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade, efeitos significativos para os genótipos e interação genótipo x inoculação na coleta aos 120 DAP. Quanto menor a relação C:N, maior o teor de nitrogênio e mais palatável é o capim para alimentação animal. Analisando-se a relação carbono/nitrogênio da folha, o capim roxo obteve uma média de 23:1 e foi inferior ao napier, com média de 31:1. Nessas condições, o capim roxo é mais indicado para produção animal. Porém, para produção de energia, é interessante haver uma relação de mais carbono, como é o caso do napier. No entanto, para essa função, é recomendada a análise da planta inteira (Tabela 23).

Morais (2008), analisando a parte aérea, encontrou uma relação C:N com variação entre 80 e 156 para o capim-elefante submetido à adubação nitrogenada, valores muito superiores ao que foi encontrado neste trabalho, inclusive comparados ao tratamento adubado com 100 % do recomendado de ureia, em que a maior relação foi de 28,44.

Tabela 23 - Relação C:N de genótipos de capim-elefante cultivados a campo, com e sem inoculação, aos 120 dias após o plantio, pelo Teste de Scott-Knott (1974). Barra do Choça - Bahia, 2017.

FV		Inoculação						Média	E*
Var.	Gen.	NI	LP343	ZAE94	JN245	CA	JN360		
Relação	Roxo	23,31 aB	24,96 aA	25,83 aA	21,74 aA	20,58 Aa	23,87 aA	23,38 B	1,50 ¹
C:N	Napier	36,36 aA	26,29 aA	34,29 aA	28,83 aA	28,44 Aa	32,78 aA	31,16 A	2,61 ²
Médias		29,84 a	25,62 a	30,06 a	25,28 a	24,51 a	28,84 a	27,27	3,69 ³

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05). Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo Scott-Knott (P <0,05).

Var.: variável; Gen.: genótipo; NI: não inoculado; LP343: *Gluconacetobacter diazotrophicus*; ZAE94:

Herbaspirillum seropedicae; JN235: *Azospirillum* sp. DA10-2; CA: sem inoculação com 100 % de adubação nitrogenada; JN360: *Azospirillum brasilense*.

*Erro Padrão

¹Erro Padrão Capim

²Erro Padrão Inoculação

³Erro Padrão Interação

Trabalho com adubação nitrogenada e idade de corte na qualidade da biomassa de capim-elefante cv. Paraíso para fins agroenergéticos revelaram médias de relação C:N de 36:1, quando adubado com 50 kg ha⁻¹ de N, e de 40:1, quando adubado com 100 kg ha⁻¹ de N; e, em período de corte aos 120 dias, a relação foi de 37:1, quando se utilizou toda a parte aérea para análise (FLORES et al., 2013), o que corrobora os resultados deste trabalho.

Os autores relacionaram a baixa relação C:N encontrada ao alto teor de nitrogênio presente no solo durante a condução do estudo aliado, às condições climáticas favoráveis para o cultivo do capim-elefante (temperatura média de 26° C e precipitação média de 220 mm durante os meses de condução do experimento), as quais, possivelmente, aumentaram a disponibilidade de N no sistema, favorecendo a baixa relação C:N no tecido vegetal do capim-elefante lignificado, ou seja, com melhores condições para o uso energético.

Relação C:N elevada pode contribuir para a redução na taxa de decomposição e para liberação mais lenta dos nutrientes no solo (CARVALHO, 2013). Pode acarretar frequentes problemas em decorrência da forte imobilização de N (SILVA et al., 2009).

Na avaliação aos 120 DAP, os genótipos submetidos ao tratamento sem inoculação + 20 % de adubo nitrogenado diferiram entre si; o napier foi aquele que apresentou maior relação C:N, quando comparado ao roxo. Apesar de não terem sido observadas diferenças estatísticas nos tratamentos inoculados, podemos observar que o genótipo roxo e o napier inoculados com a estirpe ZAE94 – *Herbaspirillum seropedicae* obtiveram uma maior relação C:N. As menores relações C:N foram obtidas nos tratamentos inoculados com as estirpes JN245 – *Azospirillum* DA10-2 e a LP343 – *Gluconacetobacter diazotrophicus*, para os genótipos roxos e napier, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

O genótipo Napier foi mais eficiente por apresentar maiores incrementos do que o Roxo nas variáveis analisadas. No entanto, para as características número de perfilhos e proteína bruta, o capim roxo obteve destaque.

Para as variáveis altura, massa fresca e índice SPAD, o genótipo napier foi beneficiado pela inoculação com as bactérias *Herbaspirillum seropedicae* e *Gluconacetobacter diazotrophicus*. O diâmetro de caule da variedade napier também foi influenciado pela inoculação com *G. diazotrophicus* e com *Azospirillum brasilense*.

O genótipo roxo atingiu maior número de perfilhos quando inoculado com a bactéria *Azospirillum brasilense* e maior acúmulo de massa seca quando inoculado com *G. diazotrophicus*. Entretanto, a inoculação não foi significativa para os teores de proteína bruta e relação C:N.

O genótipo roxo apresentou características mais susceptíveis à produção animal. Enquanto que o genótipo napier obteve bons resultados para a produção de energia.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, jan./mar. 2002.

ARAÚJO, E. de O.; MERCANTE, F. M.; VITORINO, A. C. T. Effect of nitrogen fertilization associated with inoculation of *Azospirillum brasilense* and *Herbaspirillum seropedicae* on corn. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. (3), p. 137-145, Jan. 2015.

ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; LIMA, E. S.; LISTA, F. N.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. Produção de matéria seca e composição bromatológica de genótipos de capim-elefante anão. **Archivos Zootecnia**, v. 60, p. 83-91. 2011.

ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M.; TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; DEMINICIS, B. B.; LIMA, E. S. Indirect method for quantifying the content of photosynthetic pigments in genotypes of dwarf elephant grass. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 35, p. 43-47, 2013.

ARRUDA, L. M. **Seleção e caracterização de rizobactérias promotoras de crescimento de milho cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2012. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

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

BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DOBEREINER, J. Recent advances in BNF with non-legume plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, p. 911-922, 1997.

BALDANI, J. I.; AZEVEDO, M. S.; REIS, V. M.; TEIXEIRA, K. R. dos S.; OLIVARES, F. L.; GOI, S. R.; BALDANI, V. L. D.; DÖBEREINER, J. Fixação

biológica de nitrogênio em gramíneas: avanços e aplicações. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. **Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA/DCS, p. 621-666, 1999.

BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 77, n. 3, 2005.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B.; SANTANA, R. B.; MARCIANO, C. R. Initial performance of maize in response to NPK fertilization combined with *Herbaspirillum seropedicae*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 841-849, nov./dez. 2012.

BÁRBARO, I. M; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M. **É possível a fixação biológica de nitrogênio no milho?** Artigo em Hypertexto, 2008. Disponível em: <http://www.in.fobibos.com/Artigos/2008_2/fixacao/index.htm>. Acesso em: 29 maio. 2011.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônomicos**. Londrina: Mecenas, 2013.

BARRIUSO, M. J.; RAMOS, S. B.; GUTIÉRREZ, M. F. J. Protection against pathogen and salt stress by four PGPR isolated from *Pinus* sp. on *Arabidopsis thaliana*. **Phytopathology**, v. 98, p. 666-672, 2008.

BASHAN, Y. et al. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 50, n. 8, p. 521-577, 2004.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1281-1288, 2006.

BELOW, F. E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho**. Piracicaba: Potafos, 2002. (Informações agrônomicas, 99).

BHATTACHARJEE, R. B; SINGH, A.; MUKHOPADHYAY, S. N. Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertiliser for non-legumes: prospects and challenges. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 80, n. 2, p.199-209, 2008.

BHATTACHARYYA, P. N.; JHA, D. K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 28, n. 4, p.1327–1350, 2012.

BHERING, M.; CABRAL, L. da S.; ABREU, J. G. de; SOUZA, A. L. de; ZERVOUDAKIS, J. T.; RODRIGUES, R. C.; PEREIRA, G. A. C.; REVERDITO, R.; OLIVEIRA, I. S. de. Características agronômicas do capim -elefante roxo em diferentes idades de corte na Depressão Cuiabana. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v. 9, n. 3, p. 384-396, jul/set, 2008.

BODDEY, R. M.; RESENDE, C. de P.; SCHUNKE, R. M.; ALVES, B. J. R.; CADISH, G.; PEREIRA, J. M. Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramínea em monocultura: O papel chave das transformações de nitrogênio. In: SIMPÓSIOS DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993. **Palestras** Rio de Janeiro, 1993. p. 141-173.

BOOIJ, R.; VALENZUELA, J. L.; AGUILERA, C. Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods. In: HAVERKORT, A. J.; MACKERRON, D. K. L. (Eds.). **Management of nitrogen and water in potato production**. The Netherlands, Wageningen Pers, 2000. p. 72-82.

BORGHI, É.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Energia Agric**, v. 21, p. 19-33, 2006.

BRACCINI, A. L.; DAN, L. G. M.; PICCININ, G. G.; ALBRECHT, L. P.; BARBOSA, M. C. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense*, Associated with the use of bioregulators in maize. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 58-64, 2012.

BRAMBILLA, D. M. et al. Impact of nitrogen fertilization on the forage characteristics and beef calf performance on native pasture overseeded with ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 528-536, 2012. Doi: 10.1590/S1516-35982012000300008.

BYRT, C. S.; GROF, C. P. L.; FURBANK, R. T. MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SORES, L. H.; C₄ plants as biofuel feedstocks: optimising biomass production and feedstock quality from a lingo-cellulosic perspective. **Journal of Plant Biology**, v. 53, p. 120-135, 2011.

CANELLAS, L. P.; BALMORI, D. M.; MÉDICI, L. O.; AGUIAR, N. O.; CAMPOSTRINI, E.; ROSA, R. C. C.; FAÇANHA, A. R.; OLIVARES, F. L. A combination of humic substances and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation enhances the growth of maize (*Zea mays* L.). **Plant Soil**, v. 366, p. 119-132, 2013.

CARVALHO, C. A. B. de; PACIULLO, D. S. C.; LIMA, D. P.; ROSSIELLO, R. O. P.; DERESZ, F. Variações sazonais do perfilhamento em pastagem de capim-elefante em resposta a manejo de alturas de resíduo. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, v. 24, p. 121-126, 2004.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; A. NETO, D. O.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 2, p. 157-166, fev. 2013.

CRUZ, L. M. et al. 16S ribosomal DNA characterization of nitrogen-fixing bacteria isolated from banana (*Musa* spp.) and pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merril). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67, n. 5, p. 2375-2379, May. 2001.

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

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLEROMELLADO, J.; AGUIRRE, J. F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 28, n. 9, p. 871-879, 2001.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; REIS, V. M. Endophytic occurrence of diazotrophic bacteria in non-leguminous crops. In: FENDRIK, I.; DEL GALLO, M.; VANDERLEYDEN, J.; DE ZAMAROCZY, M. eds. **Azospirillum VI and related microorganisms**. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, p. 15-30. 1995.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagens: do cultivo ao silo**. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2002. 210p.

FAGUNDES, J. L. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do

ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 21-29, 2006. Doi: 10.1590/S1516-35982006000100003

FARIA, V. P. Formas de uso do capim-elefante. In: PASSOS, L. P.; CARVALHO, L. A.; MARTINS, C. E. **Anais do II Simpósio sobre capim-elefante**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 139-148.

FERRARIS, INGS AGRS G. N. et al. **Tratamientos de semilla con microorganismos promotores de crecimiento (PGPM) y micronutrientes en sorgo Sorghum bicolor (LINN.)**. 2012.

FILGUEIRAS, L. M. B. **Eficiência de *Gluconacetobacter diazotrophicus* no aumento da tolerância de arroz vermelho à deficiência hídrica durante a fase reprodutiva**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2015.

FLORES, R. A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; ZANETTI, J. B.; PRADO, R. de M. Nitrogênio e idade de corte na qualidade da biomassa de capim-elefante para fins agroenergéticos cultivado em Latossolo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 127-136, jan./fev. 2013.

FREITAS, I. C. V.; RODRIGUES, M. B. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho. **Agropecuária Técnica**, Areia, PB. v. 31, n. 2, 2010.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, Basileia, v. 5, n. 4, 1146-1171, 2015. Doi: 10.3390/agriculture5041146.

GOMIDE, J. A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M. M.; ALVIN, M. J.; XAVIER, D. F. et al. (Eds). **Capim-elefante: produção e utilização**. 2. ed. Coronel Pacheco: Embrapa-Gado de Leite, 1997. p. 81-115.

GOSAL, S. K.; KALIA, A.; UPPAL, S. K.; KUMAR, R.; WALIA, S. S.; SINGH, K.; SINGH, H. Assessing the benefits of Azotobacter bacterization in sugarcane: a field appraisal. **Sugar Tech**, v. 14, p. 61-67, 2012. Doi: 10.1007/s12355-011-0131-z.

GRACIOLLI, L. A.; FREITAS, J. R. D. E.; RUSCHEL, A. P. Bactérias fixadoras de nitrogênio nas raízes, caules e folhas de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). **Revista de Microbiologia**, v. 14, p. 191-196, 1983.

GUIMARÃES, S. L.; CAMPOS, D. T. S.; BALDANI, V. L. D. ; JACOB-NETO, J. Bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada em cultivares de arroz. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 32-39, oct./dic. 2010.

GUIMARÃES, S. L.; SILVA, E. M. B.; POLIZEL, A. C.; CAMPOS, D. T. S. Produção de capim-marandu inoculado com *Azospirillum* spp. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, 2011.

HERRIDGE, D. F.; PEOPLES, M. B.; BODDEY, R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. **Plant and Soil**, v. 31, n. 1, p. 1-18, 2008.

HUNGRIA, M. **Inoculação com Azospirillum brasilense**: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. (Documentos n. 325).

INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION. **Nitrogen, phosphate and potassium statics**. Paris: IFA, 2012. Disponível em <<http://www.fertilizer.org/Statistic>>. Acesso em: 16 dez. 2015.

JACQUES, A. V. A. Caracteres morfo-fisiológicos e suas implicações com o manejo. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. (Eds.). **Capim-elefante**: produção e utilização. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 331-47.

JAMES, E. K.; BALDANI, J. I. The role of biological nitrogen fixation by non-legumes in the sustainable production of food and biofuels. **Plant and Soil**, v. 356, n. 1, p. 1-3, 2012.

JAMES, E. K.; OLIVARES, F. L. Further observation on the interaction between sugar cane and *Gluconacetobacter diazotrophicus* under laboratory and greenhouse conditions. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, n. 357, p. 747-760, 2001.

JOSÉ, A. B. V. **Volúmoso Suplementar in natura: capim-elefante ou cana-de-açúcar?** 2006. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/21213/>>. Acesso em: maio 2017.

KALT, G.; KRANZL, L. Assessing the economic efficiency of bioenergy technologies in climate mitigation and fossil fuel replacement in Austria using a techno-economic approach, **Applied Energy**, v. 88, p. 3665-3684, 2011.

KENNEDY, I. R. et al. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming

systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 36, n. 8, p. 1229-1244, 2004.

KUSS, A. V. **Fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, RS, 2006.

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

LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. **Grassland productivity and ecosystem services**. Wallingford: CABI, 2011. 287p.

LEMUS, R; BRUMMER, E. C; MOORE, K. J.; MOLSTAD, N. E.; BURRAS, C. L.; BARKER, M. F.; Biomass yield and quality of 20 switchgrass populations in southern Iowa, USA: **Biomass & Bioenergy**, v. 23, p. 433-442, 2002.

LOPES, B. A. **O capim-elefante**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. Disponível em: < <http://atividaderural.com.br/artigos/530ceffbab5ce.pdf>>. Acesso em maio de 2017.

LOPES, A. S. et al. Suprimento e extensão das reservas de nutrientes no Brasil. In: PROCHNOW, L.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. p. 283-307.

MACHADO, A. N., SIEWERDT, L., SILVEIRA JÚNIOR, P., SIEWERDT, F. Efeito do espaçamento de plantio na produção e qualidade de forragem capim-elefante cv. Três Rios. **Rev. Bras. de Agrociência**, v. 2, n. 1, p. 57-62, 1996.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba, SP: Ceres, 2006. 631p.

MARQUES, A. C. R. **Fixação biológica de nitrogênio e micorrização em gramíneas dos campos sulinos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M. Manejo e fertilidade do solo em pastagens de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 192, p. 4454, 1998.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Rev Bras Zootec**, v. 35, p. 665-671, 2006.

MAZZA, L. M; PÔGGERE, G. C.; FERRARO, F. P; RIBEIRO, C. B.; CHEROBIM, V. F.; MOTTA, A. C. V.; MORAES, A. Adubação nitrogenada na produtividade e composição química do capim mombaça no primeiro planalto paranaense. **Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v. 10, n. 4, p. 257-265, 2009.

MELLO, N. **Inoculação de azospirillum brasiliense nas culturas de milho e trigo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, 2012.

MIRANDA, C. H. B.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Selection of Panicum maximum for associated biological nitrogen fixation using the ¹⁵N isotope dilution technique. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 22, p. 657-663, 1990.

MONTI, A.; FAZIO, S.; LYCHNARAS, V.; SOLDATOS, P.; VENTURI, G. A full economic analysis of switchgrass under different scenarios in Italy estimated by BEE model. **Biomass and Bioenergy**, v. 31, p. 177-185, 2007.

MORAIS, R. F. **Potencial produtivo e eficiência da fixação biológica de nitrogênio de cinco genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), para uso como fonte alternativa de energia**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SORES, L. H.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 133-140, 2009.

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

MOTA, V. J. G. **Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, schum) cv. Pioneiro, no norte de Minas Gerais**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Produção Vegetal no Semi-árido, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2008.

MUÑOZ-ROJAS, J.; CABALLERO-MELLADO, J. Population dynamics of *Gluconacetobacter diazotrophicus* in sugarcane and its effect on plant growth. **Microbial Ecology**, v. 46, p. 454-464, 2003

MUTHUKUMARASAMY, R.; REVATHI, G.; LAKSHMINARASIMHAN, C. Influence of n fertilization on the isolation of *Acetobacter diazotrophicus* and *Hesbaspirillum* spp. from Indian sugar cane varieties. **Biology and Fertility of Soil**, v. 29, p. 157-164, 1999

NEYRA, C. A.; DOBEREINER, J. Nitrogen fixation in grasses. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 29, p. 1-38, 1977.

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

OLIVEIRA, A. L. M.; URQUIAGA, S.; DOBEREINER, J.; BALDANI, J. I. The effect of inoculating endophytic N₂ –fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. **Plant and Soil**, v. 242, p. 205-215, 2002.

OLIVEIRA, E. S.; DAHER, R. F.; TUNES, E. N., SOARES, R. T. R. N., GONÇALVES, A. C. S.; GRAVIN, G. A. Potencial de germinação de estacas e avaliação de características morfoagronômicas em seis cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos em Campos dos Goytacazes, RJ. **Natureza on line**, v. 10, n. 1, p. 39-45, 2012.

OLIVEIRA, E. S.; DAHER, R. F.; TUNES, E. N.; SOARES, R. T. R. N.; GONÇALVES, A. C. S.; GRAVIN, A. G. Potencial de germinação de estacas e avaliação de características morfoagronômicas em seis cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos em Campos dos Goytacazes, RJ. **Natureza on line**, v. 10, n. 1, p. 39-45, 2012.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S.; BARIONI, W. J. **Produção de forragem e qualidade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum brasilense* e fertilizada com nitrogênio**. São Carlos, SP: Embrapa pecuária sudeste, 2007.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 192, p. 10-16, 2006.

PACIULLO, D. S. C.; DERESZ, F.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; VERNEQUE, R. S. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 881-887, 2003.

PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 772-807.

PEDROSA, F. O. et al. Genome of *Herbaspirillum seropedicae* Strain SmR1, a Specialized Diazotrophic Endophyte of Tropical Grasses. **Plos Genetics**, v. 7, n. 5, May 2011.

PEREIRA, A. V.; AUAD, A. M.; LÉDO, F. J. S.; BARBOSA, S. *Pennisetum Purpureum*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed), **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. cap. 6. p. 197-219.

PEREIRA, A. V.; MARTINS, C. E.; CRUZ FILHO, A. B. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Juiz de Fora: fundação MT**, 2001. p.549-602.

PEREIRA, L. G. R.; GONCALVES, L. C.; MORAIS, M. G. Produtividade e valores nutritivos de três cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) I. Matéria seca e proteína bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 26.

PEREIRA, W.; LEITE, J. M.; HIPÓLITO, G. de S.; SANTOS, C. L. R. dos; REIS, V. M. Acúmulo de biomassa em variedades de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes estirpes de bactérias diazotróficas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 363-370, 2013. Doi: 10.1590/S1806-66902013000200020.

PIMENTEL, J. P. et al. Dinitrogen fixation and infection of grass leaves by *Pseudomonas rubrisubalbicans* and *Herbaspirillum-seropedicae*. **Plant and Soil**, v. 137, n. 1, p. 61-65, nov. 1991.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food analysis: theory and practice**. Westport: AVI, 1978. 710p.

QUESADA, D. M. **Seleção de genótipo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para a alta produção de biomassa e eficiência na fixação biológica de nitrogênio (FBN).** 2001. 119 p. Tese (Doutorado) – UFRRJ, 2001.

RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 987-994, 2004.

RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Aeração e adição de sais na produção de ácido indol acético por bactérias diazotróficas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 997-1004, 2005.

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

REIS, V. M.; REIS JUNIOR, F. B.; QUESADA, D. M.; OLIVEIRA, O. C. A.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Biological nitrogen fixation associated with tropical pasture grasses. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, p. 837-844, 2001.

REIS, V. M.; OLIVEIRA, A. L. M.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, J. I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 2006. p. 15-172.

REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; MENDES, I. C.; MEHTA, A. **Isolamento, caracterização e seleção de estirpes de *Azospirillum amazonense* e *Herbaspirillum seropedicae* associadas a diferentes variedades de milho cultivadas no cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 36 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 22, p. 4-8, 2000. Disponível em: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST2211.pdf>. Acesso em: maio 2017.

RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. J. D. **Capim-elefante**. In: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. V.; FARIA, V. P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17., 2001. **Anais...**Piracicaba, 2001. 2. ed.

ROSSI, D. A. **Avaliação morfoagronômica e da qualidade de biomassa de acessos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos no Norte Fluminense**. 2010. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2010.

ROY, B. D.; DEB, B.; SHARMA, G. D. Role of acetic acid bacteria in biological N₂ fixation – A Review, **Biofrontiers**, v. 1, p. 47-57. 2010.

SAHARAN, B. S.; NEHRA, V. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review, **Life Sciences and Medicine Research**, v. 21, p. 1-30, 2011.

SAIKIA, S. P.; JAIN, V. Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable target or a dogma? **Current Science**, v. 92, p. 317-322, 2007.

SANTI, C.; BOGUS, D.; FRANCKE, C. Biological nitrogen fixation in non-legume plants. **Annals of Botany**, v. 111, p. 743–767, 2013.

SANTOS, M. E. R. et al. Correlações entre características morfológicas e estruturais em pastos de capim braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 49-56, 2012. Doi: 10.5216/cab.v13i1.13401

SARAIVA, V. M.; KONIG, A. Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. **HOLOS**, ano 29, v. 1, 2013.

SCARLAT, N.; DALLEMANDA, J.; SKJELHAUGENB, O. J.; ASPLUNDC, D.; NESHEIM, L. An overview of the biomass resource potential of Norway for bioenergy use. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 3388–3398, 2011.

SCHMIDT, M. A. et al. Evidence for the endophytic colonization of *Phaseolus vulgaris* (common bean) roots by the diazotroph *Herbaspirillum seropedicae*. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 44, n. 3, p. 182-185, mar. 2011.

SCHULTZ, N.; DE MORAIS, R. F.; DA SILVA, J. A.; BAPTISTA, R. B.; OLIVEIRA, R. P.; LEITE, J. M.; BODDEY, R. M. Avaliação agrônômica de variedades de cana-de-açúcar inoculadas com bactérias diazotróficas e adubadas com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 261-268, 2012.

SILVA, A. L. C.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; FREITAS, E. V.; CUNHA, M. V.; SILVA, M. C. Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em clones de capim-elefante na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 2132-2140, 2010. Doi: 10.1590/S1516-35982010001000005.

SILVA, F. A. **Resposta de acessos de capim andropogon (*andropogon gayanus*) ao suprimento de fósforo**. 2012. 56 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Tocantins, Brasil, 2012.

SILVA, L. L. G. G.; ALVES, G. C.; RIBEIRO, J. R. A.; URQUIAGA, S.; SOUTO, S. M.; FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A. Fixação biológica de nitrogênio em pastagens com diferentes intensidades de corte. **Archivos de zootecnia**, v. 59, n. 225, p. 24, 2010.

SILVA, M. M. P. et al. Composição bromatológica, disponibilidade de forragem e índice de área foliar de 17 genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob pastejo, em Campos de Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 31, n. 1, p. 313-320, 2002. (suplemento).

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

SILVA, F. A. **Resposta de acessos de capim andropogon (*Andropogon gayanus*) ao suprimento de fósforo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, 2012.

SUMAN, A.; GAUR, A.; SHRIVASTAVA, A. K.; YADAV, R. L. Improving sugarcane growth and nutrient uptake by inoculating *Gluconacetobacter diazotrophicus*. **Plant Growth Regulation**, v. 47, p. 155-162, 2005.

TAYLOR, S. H.; HULME, S. P.; REES, M.; RIPLEY, B. S.; WOODWARD, F. L.; OSBORNE, C.P. Ecophysiological traits in C3 and C4 grasses: a phylogenetically controlled screening experiment. **New Phytologist**, v. 185, p. 780-791, 2010.

URQUIAGA S.; ALVES, B.; BODDEY R.M. **Capim-elefante: uma nova fonte alternativa de energia**. Ambiente Brasil, 2004.

URQUIAGA, S.; ALVES, B.; BODDEY, R. M. **Capim-elefante: uma nova fonte alternativa de energia**. Ambiente Brasil. 2012. Disponível em:

<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuário/artigo_agropecuário/capim_elefante%3A_uma_nova_fonte_alternativa_de_energia.html>. Acesso em: 03 jul. 2017.

VARGAS, V. P. **Manejo da adubação nitrogenada na recuperação de estresses em milho**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2010.

VIDEIRA, S. S. **Estudo da comunidade de bactérias diazotróficas associada a plantas de capim-elefante**. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

VILELA, H. **Formação e adubação de pastagens**. Viçosa: Aprenda Fácil. 1998. 110p.

VILELA, H. **Série gramíneas tropicais – gênero *Pennisetum* (*Pennisetum purpureum*)**. 2009. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas_tropicais_pennisetum_purpureum.htm> Acesso em: 07 mar. 2017.

WOLFF, M. W. **Influência dos teores de clorofila e de nitrogênio das folhas no rendimento de grãos de cultivares de aveia-branca (*Avena sativa* L.)**. 2005. 81 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Passo Fundo, Brasil, 2005.

XAVIER, D. F.; BOTREL, M. A.; DAHER, R. F. et al. **Caracterização morfológica e agrônômica de algumas cultivares de capim-elefante**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1995. 24p. (EMBRAPA-CNPGL, Documentos, 60).

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; URQUIAGUA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesq. Agrop. Bras.** v. 38, n. 9, p. 1117–1122, 2003.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Tabelas de análise de variância

Tabela 1A - Resumo do quadro de análise de variância para altura de plantas dos genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80 e 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios		
		40° DAP ¹	80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	5166,75*	2821,33*	7252,08*
Inoculação	5	63,03 ^{ns}	1251,5 ^{ns}	1239,83 ^{ns}
Genótipo X Inoculação	5	173,95 ^{ns}	381,63 ^{ns}	878,38 ^{ns}
Bloco	3	1995,77*	1477,16 ^{ns}	1995,77 ^{ns}
Erro	33	188,92	669,63	893,79
Média		88,91	233,16	353,41
C.V. (%)		15,46	11,10	8,46

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.

Tabela 2A - Resumo do quadro de análise de variância para diâmetro de caule de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80 e 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios		
		40° DAP ¹	80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	0,017 ^{ns}	56,13*	58,91*
Inoculação	5	0,008 ^{ns}	9,93 ^{ns}	5,35 ^{ns}
Genótipo X Inoculação	5	0,028*	2,70 ^{ns}	6,77 ^{ns}
Bloco	3	0,039*	20,99*	17,94*
Erro	33	0,009	5,21	3,64
Média		0,52	18,65	18,29
C.V. (%)		18,11	12,24	10,43

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.

Tabela 3A - Resumo do quadro de análise de variância para número de perfilhos de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80, 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios		
		40° DAP ¹	80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	0,52 ^{ns}	2,08 ^{ns}	4,08 ^{ns}
Inoculação	5	1,67 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,10 ^{ns}
Genótipo X Inoculação	5	2,57 ^{ns}	2,98 ^{ns}	0,98 ^{ns}
Bloco	3	8,46*	0,83 ^{ns}	1,88 ^{ns}
Erro	33	2,02	1,22	1,20
Média		3,85	3,83	3,50
C.V. (%)		36,93	28,90	31,39

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.

Tabela 4A - Resumo do quadro de análise de variância para Índice SPAD de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80, 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios		
		40° DAP ¹	80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	54,80 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	46,94 ^{ns}
Inoculação	5	24,11 ^{ns}	26,65 ^{ns}	42,53*
Genótipo X Inoculação	5	26,20 ^{ns}	9,10 ^{ns}	18,39 ^{ns}
Bloco	3	42,50*	18,39 ^{ns}	15,34 ^{ns}
Erro	33	14,20	21,60	14,43
Média		45,44	39,71	46,65
C.V. (%)		8,29	11,70	8,14

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.

Tabela 5A - Resumo do quadro de análise de variância para massa fresca de genótipos de capim-elefante com e sem inoculação nos períodos de 40, 80 e 120 DAP. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios		
		40° DAP ¹	80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	25789,14*	553410,75 *	657774,18 ^{ns}
Inoculação	5	2839,03 ^{ns}	202790,30 ^{ns}	348349,87 ^{ns}
Genótipo X Inoculação	5	8190,53 ^{ns}	150716,95 ^{ns}	216366,83 ^{ns}
Bloco	3	12791,65*	225632,38 ^{ns}	576488,24 ^{ns}
Erro	33	3363,35	113552,17	229604,84
Média		107,09	799,00	1416,89
C.V. (%)		54,15	42,17	33,82

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.

Tabela 6A - Resumo do quadro de análise de variância para massa seca de variedades de capim-elefante nos períodos de avaliação. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios	
		80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	17633,33 ^{ns}	83667,00*
Inoculação	5	6784,48 ^{ns}	43885,78 *
Genótipo X Inoculação	5	8119,38 ^{ns}	25571,75 ^{ns}
Bloco	3	27427,72 ^{ns}	20171,50 ^{ns}
Erro	33	12070,14	17388,80
Média		193,66	340,91
C.V. (%)		56,73	38,68

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.

Tabela 7A - Resumo do quadro de análise de variância para proteína bruta de variedades de capim-elefante nos períodos de avaliação. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios	
		80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	102,46 ^{ns}	109,59*
Inoculação	5	62,70 ^{ns}	8,58 ^{ns}
Genótipo X Inoculação	5	24,19 ^{ns}	5,72*
Bloco	3	19,12 ^{ns}	16,11 ^{ns}
Erro	33	27,64	8,64
Média		11,41	11,07
C.V. (%)		46,04	26,55

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.

Tabela 8A - Resumo do quadro de análise de variância para relação C:N de variedades de capim-elefante nos períodos de avaliação. Barra do Choça - Bahia, 2017.

Fator de variação	GL	Quadrados Médios	
		80° DAP ¹	120° DAP ¹
Genótipo	1	284,94*	726,72*
Inoculação	5	106,13 ^{ns}	47,62 ^{ns}
Genótipo X Inoculação	5	5,08 ^{ns}	28,63 ^{ns}
Bloco	3	24,79 ^{ns}	47,40 ^{ns}
Erro	33	50,61	54,64
Média		27,88	27,27
C.V. (%)		25,51	27,10

* significativo ao nível de 5 % pelo teste F; ns. Não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste.

¹Dia após o plantio.