

Qualidade nutricional e bromatológica da silagem de milho inoculado com *azospirillum* em cultivo solteiro e consorciado

Nutritional and bromatological quality of corn silage inoculated with *azospirillum* in single and consortiated crops

DOI:10.34117/bjdv6n11-135

Recebimento dos originais: 03/10/2020

Aceitação para publicação: 07/11/2020

Mateus de Sousa Peres

Graduando do Curso de Bacharelado em Agronomia
Instituto Federal Goiano - Campus Iporá
Endereço: Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
e-mail: mateusperes20@gmail.com

Mateus da Silva Maia

Graduando do curso de Bacharelado em Agronomia
Instituto Federal Goiano – Campus Iporá
Endereço: Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
e-mail: mateusmaia-ifg@hotmail.com

Romano Roberto Valicheski

Doutorado em Produção Vegetal.
Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
Endereço: Instituto Federal Goiano – Campus Iporá
e-mail: romano.roberto@ifgoiano.edu.br

Eduardo Rodrigues de Carvalho

Doutorado em Ciência Animal.
Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
Endereço: Instituto Federal Goiano – Campus Iporá
e-mail: eduardo.carvalho@ifgoiano.edu.br

Letícia de Oliveira Xavier

Graduanda do Curso de Bacharelado em Agronomia
Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
Endereço: Instituto Federal Goiano – Campus Iporá
e-mail: xavierleticia2016@gmail.com

Breno Cândido Caires

Graduando do Curso de Bacharelado em Agronomia
Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
Endereço: Instituto Federal Goiano – Campus Iporá
e-mail: brenocaires@gmail.com

Estênio Moreira Alves

Doutorado em Ciências Agrárias
Instituto Federal Goiano – Campus Iporá
Endereço: Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
e-mail: estenio.moreira@ifgoiano.edu.br

Fellipy Viana Lellis

Graduando do curso de Bacharelado em Agronomia
Instituto Federal Goiano – Campus Iporá
Endereço: Avenida Oeste, Parque União, Iporá-GO
e-mail: fellipy1999@outlook.com

RESUMO

Dentre as atividades predominantes na região de Iporá destaca-se a pecuária leiteira, desenvolvida principalmente como agricultura familiar. Diante disso, objetivou-se avaliar a resposta de diferentes materiais genéticos de milho, solteiro ou consorciado com abóbora, com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense*, quanto ao desenvolvimento das plantas, produção e composição bromatológica da silagem. A área experimental possui 03 hectares, na qual avaliou-se dois sistemas de cultivos (um hectare de milho e um hectare de abóbora em monocultivo e um hectare de milho + abóbora consorciado), três materiais genéticos de milho (variedades SCS 154 e SCS 156 e híbrido Dow 2A620PW) e dois níveis de inoculação (com e sem *Azospirillum brasilense*). O uso de *Azospirillum* como inoculante proporcionou incremento de 5,0 t.ha⁻¹ na massa fresca de silagem produzida. Quanto aos materiais genéticos, o híbrido 2A620PW produziu uma silagem com melhor qualidade nutricional. Os sistemas de cultivo afetaram a qualidade bromatológica da silagem, observando-se, maiores valores de fibra bruta e fibra em detergente ácido no sistema consorciado. As variedades SCS 154 e SCS 156 apresentaram desempenho similar ao híbrido Dow 2A620PW para produção de massa fresca, seca e proteína total acumulada, podendo ser uma alternativa atrativa para produção de silagem.

Palavras-chave: agricultura familiar; milho variedade; silagem.

ABSTRACT

Dairy production has been the predominant farming activity in Iporá/western part of Goiás State/Brazil, which is mostly run by family farms. The objective of this study was to evaluate the response of different corn genetic materials, cultivated in monoculture or intercropped with pumpkin, with and without inoculation with *Azospirillum brasilense*, on the plant development, production and chemical composition of silage. The experimental plot had three hectares, with two cultivation systems were evaluated (one hectare of corn and one hectare of pumpkin in monoculture and one hectare of corn + intercropped pumpkin intercropped), three corn genetic materials of corn (varieties SCS 154 and SCS 156 and hybrid Dow 2A620PW) and two levels of inoculation (with and without *Azospirillum brasilense*). The use of *Azospirillum* as an inoculant provided an increase of 5.0 t.ha⁻¹ in the fresh mass of silage produced. The silage produced by the hybrid Dow 2A620PW contained a higher nutritional value. The cultivation systems affected the bromatological quality of the silage, observing when combined, higher values of crude fiber and acid detergent fiber. The varieties SCS 154 and SCS 156 produced similar yields of fresh and dry matter silage, as crude protein compared with the hybrid Dow 2A620PW, and may be a viable alternative for silage production in dairy farms.

Key words: *Azospirillum brasilense*, family farming, corn genetic materials.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira destaca-se na região de Iporá como umas das principais atividades, desenvolvida na maior parte das propriedades, de modo familiar. Assim o cultivo de milho também é relevante, uma vez que é utilizado para produção de silagem e de grãos para alimentação do rebanho.

A utilização de sementes híbridas possibilita elevado potencial produtivo, todavia tem se observado insatisfação por parte destes agricultores, principalmente quanto a rentabilidade econômica da cultura (Sandri e Tofanelli, 2008), pois estes materiais para expressar seu potencial produtivo necessitam de elevado investimento em insumos, insuficiente na maioria das propriedades.

Assim uma das formas de diminuir os custos de produção do cultivo de milho, é a utilização de materiais genéticos mais rústicos, que apresentam baixa demanda de investimentos em insumos. Neste sentido, torna-se atraente o uso de sementes de milho de variedades crioulas e/ou de polinização aberta (VPA), que possuem bom potencial produtivo de grãos (Cunha, et al., 2014), de silagem da parte aérea (Patzlaff, et al., 2020), apresentam ampla base genética, são adaptadas às diversas condições de clima e solo, tolerantes a baixos níveis de investimento em insumos, e permitem que próprio agricultor produza sua semente (PALÁCIO FILHO et al., 2011).

Além disso, o cultivo destes materiais pode ser consorciado com outras espécies, o que possibilita incrementar a produção de alimento. Conforme Pinto et al. (2011), cultivos consorciados consistem em se utilizar duas ou mais espécies com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas cultivadas de forma simultânea em uma mesma área e num mesmo período de tempo, não necessariamente tendo que serem semeadas na mesma época. A abóbora tem se demonstrado promissora para esta alternativa e tem boa aceitabilidade pelos animais, podendo ser armazenada por longo período. Além disso, devido sua rusticidade e baixa demanda nutricional, apresenta elevada produção mesmo em lavouras com baixo investimento, tornando-a, juntamente com o milho variedade, alternativas com grande potencial de uso pelos agricultores familiares da região (RIBEIRO e FREITAS, 2012).

Outra alternativa que pode contribuir para incrementar a produção do milho, seja para silagem ou grão, é o uso de *Azospirillum* como inoculante (HUNGRIA, 2011). O uso destas bactérias, além de fazerem a fixação biológica de nitrogênio, contribui para desenvolvimento radicular, absorção de nutrientes e desenvolvimento das plantas (SKONIESKI et al., 2017, MORAIS et al. 2017).

Segundo Mumbach et al. (2017), esta interação bactéria-plantas pode resultar em uma estratégia importante para a redução de aplicações de fertilizantes nitrogenados, pois não apresenta perdas por volatilização ou lixiviação como ocorre nos fertilizantes minerais. Além disso, pode proporcionar alterações na morfologia do sistema radicular das plantas, devido estimular a produção de auxinas (Szilagyi-Zecchin et al., 2015), resultando no aumento na quantidade de radículas e raízes laterais, conseqüentemente, aumentando a superfície de absorção de água e nutrientes (Hungria et al., 2010), o que torna as plantas inoculadas mais resistentes aos fatores abióticos adversos do meio ambiente.

No milho o uso de *Azospirillum* pode também influenciar parâmetros fisiológicos das plantas, incrementando o teor de clorofila e melhorando a condutância estomática, o que contribui para o incremento da produção de biomassa, altura das plantas e produtividade (Skonieski et al., 2017), bem como melhorar o valor nutricional da silagem (VENDRUSCULO, et al., 2020).

Assim diante da necessidade de tecnologias que possam proporcionar melhorias na produção e na qualidade da silagem, este trabalho teve por objetivo avaliar a resposta de diferentes materiais genéticos de milho cultivados de forma solteira e consorciada com abóbora, com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense*, quanto a produção e composição bromatológica da silagem, buscando indicar a mais promissora para os produtores rurais da região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma propriedade rural localizada na Comunidade Taquari, Iporá-GO. Na área experimental cultivou-se 03 hectares, testando-se dois sistemas de cultivos (um hectare de milho e um hectare de abóbora em monocultivo e um hectare de milho e abóbora em consórcio), três materiais genéticos de milho (variedade SCS 154, variedade SCS 156 e híbrido Dow 2A620PW) e dois níveis de inoculação (com e sem *Azospirillum brasilense*). O experimento foi montado em faixas, com 4 repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

Antes da implantação do experimento, com a finalidade de formar fitomassa para cobertura do solo, em toda área experimental realizou-se em 01/10/2018 a semeadura de milheto utilizando-se 35,0 kg de sementes por hectare. A dessecação desta planta de cobertura foi realizada em 05/11/2018 com herbicida a base de glifosato, na dosagem de 3,5 L.ha⁻¹.

Posteriormente em 15/11/2018, implantou-se o experimento conforme a forma de cultivo testada (milho solteiro, abóbora solteira e consórcio de milho + abóbora). Por ocasião do plantio, em 50% de cada faixa cultivada com milho efetuou-se a inoculação no sulco de semeadura com *Azospirillum brasilense* (concentração de 2x10⁸ células variáveis/mL) e dose de 200 mL.ha⁻¹ de

inoculante comercial.

Para distribuição do adubo e do inoculante no sulco de semeadura, utilizou-se uma semeadora Jumil - Modelo 3090PD, com 12 linhas espaçadas 0,5m entre elas. Em todas as linhas realizou-se a distribuição do fertilizante fosfatado de base, porém a distribuição das sementes de milho no sistema solteiro e consorciado foi feita de forma intercalada, sendo uma linha com semente e outra sem. Assim o milho, tanto no sistema de monocultivo quanto no consorcio, ficou implantado no espaçamento de 1,0 m entre-linhas e estande de 50.000 sementes por hectare. No mesmo dia, logo após a semeadura do milho, efetuou-se a semeadura manual da abóbora, mantendo-se o espaçamento de 1,0 m entre linhas x 1,5 m entre covas, distribuindo-se um total de 7.000 sementes.ha⁻¹, tanto para o monocultivo quanto para o consórcio. Aos 26 dias após a semeadura, em ambos os sistemas de cultivo efetuou-se o raleio das plantas de abóbora, padronizando a população para 4.000 plantas.ha⁻¹.

A adubação foi feita com base na análise química do solo em amostra coletada na camada de 0,0-0,20 m de profundidade, considerando-se a cultura de maior demanda (Souza e Lobato, 2004). A análise laboratorial, seguido o protocolo de Teixeira (2017), revelou pH (CaCl) de 5,5; teores de Ca, Mg e Al de respectivamente 3,4; 1,4 e 0,0 cmolc.dm³; P disponível e K trocável de 15 e 98 mg.dm³, matéria orgânica de 23 g.kg⁻¹ e saturação por bases de 69%. Quanto a composição granulométrica, o solo apresentou 430 g.kg⁻¹ de argila, 230 g.kg⁻¹ de silte e 340 g.kg⁻¹ de areia, sendo classificado pelo triângulo textural, como de textura argilosa.

Como adubo fosfatado, aplicou-se no sulco de semeadura 280 kg.ha⁻¹ de STF (Super Fosfato Triplo). Já os fertilizantes potássico e nitrogenado foram distribuídos a lanço. Como fonte de potássio, aplicou-se 80 kg.ha⁻¹ de KCl no momento da dessecação do milheto. Já como fonte de nitrogênio, utilizou-se uréia, aplicando-se 90 kg.ha⁻¹ de N, distribuídos em duas aplicação, sendo 50% quando as plantas de milho estavam no estágio V5, e, 50% quando no estágio V8.

Durante o desenvolvimento vegetativo do milho, realizou-se o controle químico para a lagarta do cartucho, efetuando-se duas aplicações de inseticidas. A primeira feita quando as plantas estavam em V4, utilizando-se inseticida a base de tiametoxam e lambda-cialotrina (250 mL.ha⁻¹). Já na segunda aplicação, aplicou-se acetamiprido + bifentrina, na dosagem de 250 g.ha⁻¹.

Em 09/02/2020, quando o milho atingiu o ponto de silagem, coletou-se em cada parcela experimental as plantas existentes em 2m lineares, com quatro repetições. Neste momento avaliou-se a altura das plantas, número de espigas por planta, diâmetro de colmo, altura da inserção da 1º espiga e massa fresca da parte aérea. Posteriormente, as plantas foram acondicionadas em sacos de polietileno com identificação de cada tratamento, transportadas até a Fazenda escola do IF Goiano Campus Iporá

e passadas em triturador de forragem motorizado. Na sequência, após homogeneização de cada amostra, confeccionou-se os mini-silos de PVC (dimensões de 100mm de diâmetro x 300mm de comprimento), vedados em ambas as extremidades com tampão de mesmo diâmetro. Para padronização da compactação do material ensilado, a massa total de cada mini-silo foi de 2,7 kg no momento de sua confecção.

Posteriormente, este material ficou acondicionado por um período de 60 dias para que houvesse a fermentação e estabilização da silagem. Transcorrido este tempo, efetuou-se a abertura dos mini-silos. Neste momento, todo material armazenado em cada mini-silo foi colocado em um balde e novamente homogeneizado, retirando-se uma amostra do material ensilado (aproximadamente 0,5 kg), acondicionando-a e em sacos de papel e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C. Posteriormente, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willye e acondicionadas em embalagens plásticas até o momento das análises.

Seguindo a metodologia descrita por Tedesco (1995), efetuou-se a digestão sulfúrica do tecido vegetal e a determinação do teor de nitrogênio total pelo método micro Kjeldahl. Para obtenção da proteína bruta total, multiplicou-se o teor de nitrogênio pelo fator 6,25 (RODRIGUES, 2010). A determinação de fibra em detergente ácido (FDA) foi realizada em cadinhos filtrante de vidro borossilicato com placa porosa - porosidade média a grossa 100 a 160 mm (RODRIGUES, 2010). A partir dos dados de FDA, seguindo as recomendações deste autor, obteve-se nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade da matéria seca (DMS), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), fibra bruta (FB) e energia líquida de ganho (ELG).

Após tabulação dos dados, estes foram submetidos a análise de variância, e, quando detectado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa SASM-Agri.

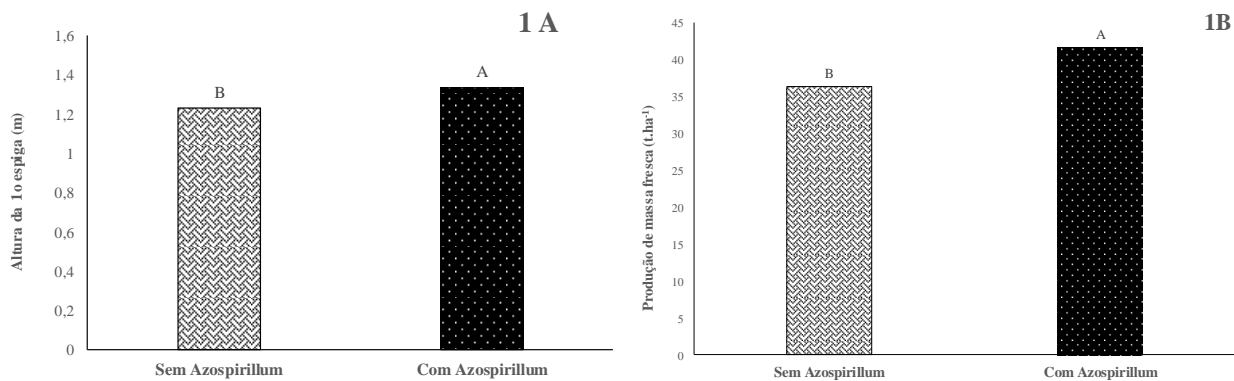
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o uso de *Azospirillum brasilense*, houve efeito significativo ($P < 0,05$) para altura de inserção da 1ª espiga (AIE) e altamente significativo ($P < 0,01$) para peso de massa fresca da parte aérea (PMF). Já para os materiais genéticos de milho, houve efeito altamente significativo para AIE e para a altura das plantas (ALP). Em relação às interações dos fatores, observou-se efeito significativo para cultivo x inoculante (C x I) nas variáveis altura das plantas e inserção da 1ª espiga.

Quanto a composição bromatológica e nutricional da silagem, o sistema de cultivo oposto ao que ocorreu para as variáveis biométricas, afetou forma expressiva ($P < 0,01$) as variáveis fibra em detergente ácido (FDA), fibra bruta (FB), nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade da matéria seca (DMS) energia digestível (ED). Efeito similar foi observado para os materiais genéticos de milho, que afetaram de forma altamente significativa estas variáveis, bem como de forma significativa o teor de nitrogênio (N) e o teor de proteína. Quanto às interações, houve efeito significativo do sistema de cultivo x material genético de milho (C x MG) para o teor de nitrogênio e o teor de proteína, e, para inoculação x material genético de milho (I x MG) no total de proteína acumulada na fitomassa.

Analisando-se o efeito isolado do *Azospirillum brasilense*, o uso desta bactéria como inoculante no milho proporcionou um incremento de 0,10m na altura da inserção da 1ª espiga (Figura 1 A) e de 5,2 t.ha⁻¹ na produção total de massa fresca pela parte aérea das plantas (Figura 1B). O maior desenvolvimento das plantas inoculadas pode estar relacionado à produção de diversas substâncias promotoras de crescimento, induzidas quando há interação desta bactéria com o sistema radicular. Neste sentido, este mecanismo ocorre de forma aditiva, consistindo na habilidade em produzir ou metabolizar fitohormônios como auxinas, giberelinas e citocininas, etileno, ácido abscísico, óxido nítrico e poliaminas (Szilagyi-Zecchin et al., 2015), que proporcionam melhor crescimento radicular, e por consequência, maior absorção de água e nutrientes, resultando em plantas mais vigorosas e produtivas, e consequentemente, em maior produção (VENDRUSCULO et al., 2020).

Figura 1. Altura da inserção da 1ª espiga nas plantas (1A) e produção de massa fresca de silagem em função do uso de *Azospirillum brasilense* como inoculante no milho. Iporá-GO, 2019.



Além de estimular a produção destes fitohormônios, bactérias deste gênero são capazes de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN). No cultivo de milho, utilizando estas bactérias associado a suplementação de 30 kg de N ha⁻¹ em cobertura, é possível obter produtividade de grãos

superior a 7.000 kg.ha⁻¹ (HUNGRIA, 2011). Resultados semelhantes são relatados por Brum et al. (2016), para híbridos de milho cultivado em sistema de integração lavoura-pecuária após gramíneas de inverno, testando níveis de pastejo e doses de N. Nesta condição, quando sem pastejo, a inoculação com *Azospirillum* proporcionou produtividade de milho similar a obtida com o fornecimento de 100 kg.ha⁻¹ de N em cobertura. Para estes autores, independente do ano agrícola e do híbrido utilizado, a inoculação teve efeito positivo sobre os componentes do rendimento e produtividade do milho.

Em relação aos sistemas de cultivos, estes influenciaram de forma significativa a qualidade nutricional da silagem (Tabela 1). Para as plantas cultivadas no sistema de consorcio com a abóbora, observou-se maiores valores de fibra em detergente ácido (FDA) e de fibra bruta (FB), o que sugere, quando comparado com a do sistema solteiro, ser uma silagem de qualidade inferior. O maior teor de FDA e de FB neste sistema pode estar associado ao desenvolvimento das plantas, que foram 10,7% mais altas que as do sistema solteiro, e também ao maior número total de plantas (abóbora + milho) por área cultiva nesta condição. Além disso nesta forma de cultivo, devido o maior número de plantas por área, também pode ter ocorrido competição por água e nutrientes, o que proporcionou maior teor de fibras na fitomassa, e conseqüentemente menores teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade da matéria seca (DMS) e energia digestível (ED).

Em um alimento volumoso, quanto maior forem os valores de FDA e FB, este terá menor digestibilidade, uma vez que apresenta maior proporção de frações menos digeríveis como lignina e celulose. Para Domingues et al. (2013), plantas mais altas podem ser mais produtivas e contribuir com a produção de massa verde, mas isso não significa que a silagem produzida será de maior qualidade.

Tabela 1 – Efeito isolado do sistema de cultivo e dos materiais genético de milho para as variáveis produção de massa fresca (PMF) e seca (PMS), altura das planta (ALP), altura de inserção da 1° espiga (AIE), fibra em detergente ácido (FDA), fibra bruta (FB), nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade da matéria seca (DMS), energia digestível (ED), teor de proteína total (PT) e de nitrogênio na silagem (N). Iporá – GO, 2019.

Variável	Solteiro	Consortiado	Var. SCS	SCS
	-----cultivo-----		Hib2A620PW 156	Var. SCS 154
	-----		-----mat. genético de milho-----	
PMF (t.ha ⁻¹) ¹⁾	38,72	39,37	38,44	39,12
PMS (t.ha ⁻¹) ¹⁾	11,27	12,63	11,24	12,22
ALP (m)	2,24	2,51	2,11 c	2,44 b
AIE (m)	1,24	1,32	1,08 c	1,46 a
FDA (%)	33,03 B	35,59 A	30,57 c	35,15 b
				37,21 a

FB (%)	27,41 B	29,54 A	25,37 c	29,17 b	30,89 a
NDT (%)	64,72 A	62,93 B	66,44 a	63,24 b	61,79 c
DMS (%)	63,17 A	61, 17 B	65,08 a	61,52 b	59,91 c
ED (%)	4,99 A	4,85 B	5,12 a	4,88 b	4,76 c
PT (%)	6,69	6,95	7,31 a	6,56 b	6,59 b
N (g.kg⁻¹)	10,71	11,13	11,71 a	10,51 b	10,55 b

OBS. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si quanto ao sistema de cultivo (letras maiúsculas) e material genético de milho (letras minúsculas) pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Valores sem letras indicam ausência de efeito significativo dos tratamentos.

Quanto aos materiais genéticos de milho, estes também influenciaram os atributos biométricos e a qualidade nutricional da silagem (Tabela 1). Assim para as variedades SCS 154 e SCS 156, quando comparado com o híbrido 2A620PW, foram observados maiores valores para altura das plantas (ALP), altura de inserção da 1ª espiga (AIE), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra bruta (FB).

Variedades crioulas, por serem genótipos de base genética ampla, são capazes de responder melhor aos estresses abióticos e bióticos (Ferreira et al., 2009), podendo apresentar potencial produtivo para se igualar ou superar a produção de cultivares híbridas. Neste trabalho, apesar destas apresentarem produção de fitomassa fresca e seca similar ao do híbrido (Tabela 1), a qualidade nutricional da silagem das variedades SCS 154 e SCS 156 foi inferior, uma vez que a silagem do milho híbrido apresentou menor teores FDA e FB e maiores valores de nutrientes digestíveis totais, digestibilidade da matéria seca, energia digestível, proteína total e teor de N.

Conforme Ferreira et al. (2011), menores valores de carboidratos solúveis na silagem é acompanhado por um aumento nos teores de FDA e lignina. Assim, as frações de celulose e lignina da silagem são refletidas nos valores de FDA, inferindo-se que o teor destas substâncias sejam mais elevadas na silagem dos milhos variedades. Uma menor % de fibra na planta inteira de milho é de extrema importância, devendo ser uma ferramenta empregada por melhoristas no momento de selecionar genótipos com aptidão para ensilagem, bem como por técnicos e produtores no momento da decisão sobre qual genótipo será cultivado para ensilar (PEREIRA et al., 2011).

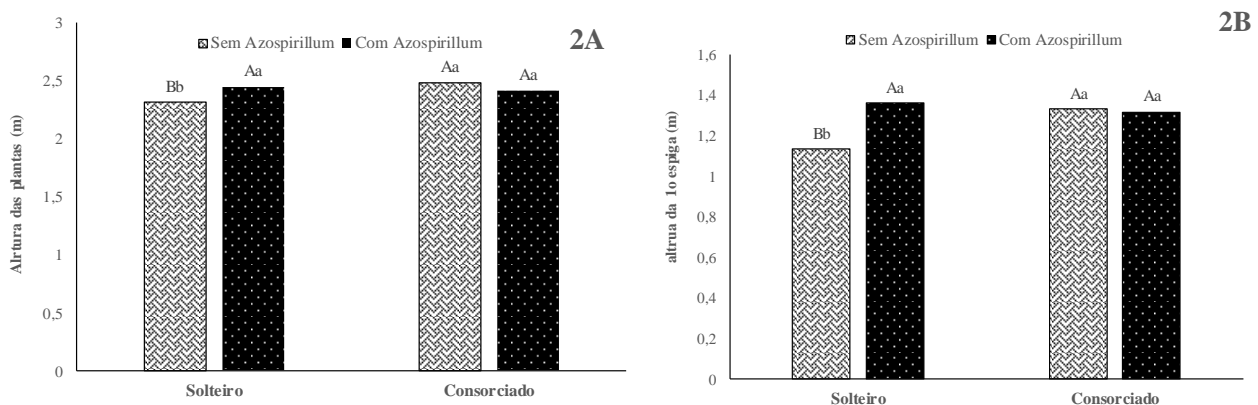
A porcentagem de proteína na silagem é importante quando se deseja obter alimento volumoso com alto valor nutricional e de alta energia. Para silagem da planta inteira, valores acima de 7,0% são considerados bons, de 7,8% muito bons e superiores a 8,6% excelentes (VIEIRA et al., 2013). Assim para o milho híbrido 2A620PW o teor de proteína é classificado como bom, uma vez que foi superior a 7,0 %, enquanto que para as variedades SCS 156 e SCS 154, este foi inferior a 7,0; denotando uma silagem de menor qualidade nutricional.

Independente dos materiais genéticos de milho, quanto maior o teor de nitrogênio na silagem (N), maior é o teor de proteína total (PT), configurando uma silagem de melhor qualidade, e que teoricamente, proporcionará maior ganho animal. Isso se justifica devido o nitrogênio ser um constituinte fundamental na síntese de aminoácidos, sendo essencial na composição das moléculas de proteína. Quanto mais elevada for a quantidade de N mineral disponível para as plantas, por ocasião do cultivo, maior o teor de proteína presente no tecido vegetal (MALAVOLTA et al., 1997).

Considerando aspectos relacionados a nutrição animal, outra variável importante é o teor de NDT, pois quanto mais elevado, maior será o percentual de aproveitamento do alimento volumoso ingerido. Para esta variável, observa-se que o híbrido foi 4,8% superior que a variedade SCS 156 e 7,0% superior que a variedade SCS 154, denotando assim produzir uma silagem de melhor qualidade. Para este material genético, apesar do valor de NDT ser superior aos das variedades, o valor obtido ficou abaixo dos publicados por Silva et al. (2018), para 24 híbridos de milho no Estado de Minas Gerais, que foram superiores a 67,0%, porém sem diferença significativa entre eles.

Em relação ao efeito da interação dos fatores sistemas de cultivo x inoculação para altura das plantas (Figura 2A) e inserção da 1ª espiga (Figura 2B), observa-se que quando o milho é cultivado de forma consorciada com a abóbora, não houve influência do uso de *Azospirillum brasilense* nestas variáveis. Já quando cultivado de forma solteira, as plantas inoculadas apresentaram valores estatisticamente superiores às sem inoculação. Nesta situação, o maior desenvolvimento das plantas que receberam *A. brasilense* pode estar relacionado aos efeitos benéficos desta bactéria, conforme já comentado anteriormente, no entanto, devido o efeito competitivo entre as espécies cultivadas no sistema consorciado, pode ter afetado a comunidade microbiana do solo, dificultando o estabelecimento e multiplicação do *A. brasilense* nesta condição, resultando assim em maior altura das plantas e da 1ª espiga quando cultivado de forma solteira, conforme pode ser verificado nas Figuras 2A e 2B.

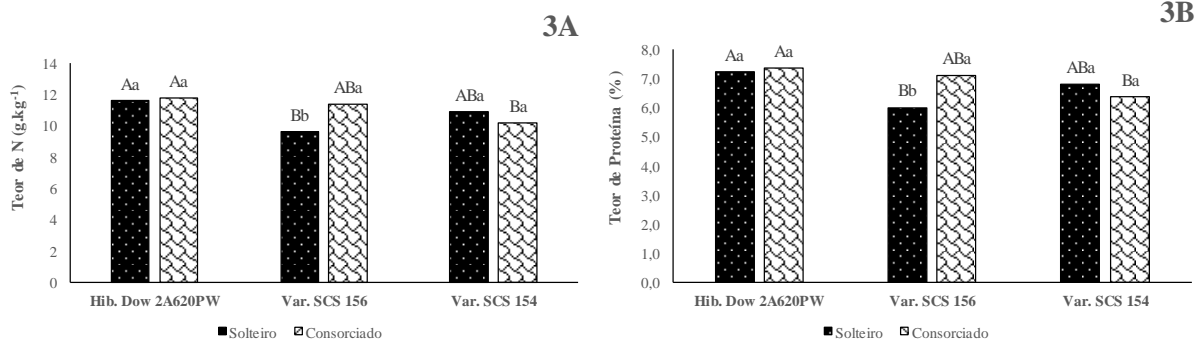
Figura 2. Efeito da interação do sistema de cultivo x inoculação para altura das plantas (2A) e inserção da 1ª espiga na planta (2B). Letras maiúsculas comparam o efeito dos sistemas de cultivo dentro de cada nível de inoculação e letras minúsculas comparam o efeito do *A. brasilense* dentro sistema de cultivo. Iporá-GO, 2019.



Houve resposta diferenciada dos materiais genéticos de milho aos sistemas de cultivo para o teor de N (Figura 3 A) e de proteína total na silagem (Figura 3 B). Independentemente do sistema utilizado, para o híbrido 2A620PW foi observado maiores valores em ambas as variáveis. Comparando o teor de proteína da silagem deste material genético com os obtidos para as variedades SCS 156 e SCS 154, observa-se que estes foram respectivamente 16,6 e 5,5 % superior quando cultivado de forma solteira e 4,05 e 13,5 % superior quando cultivado de forma consorciada com a abóbora. A superioridade do milho híbrido nestas variáveis possivelmente deve-se ao processo de melhoramento genético acentuado que o mesmo sofreu, visando maximizar sua produção de grãos, resultando em maior teor de N e proteína na silagem.

Considerando somente as variedades utilizadas, observou-se que estas responderam de forma diferenciada ao sistema de cultivo, pois enquanto que para a variedade SCS 154 não houve diferença significativa entre as formas de cultivo testadas, para a variedade SCS 156 houve um incremento de 18,3% no teor de proteína quando cultivada de forma consorciada com a abóbora, sugerido que este material possa ser mais promissor que os outros materiais genéticos de milho em cultivos consorciados.

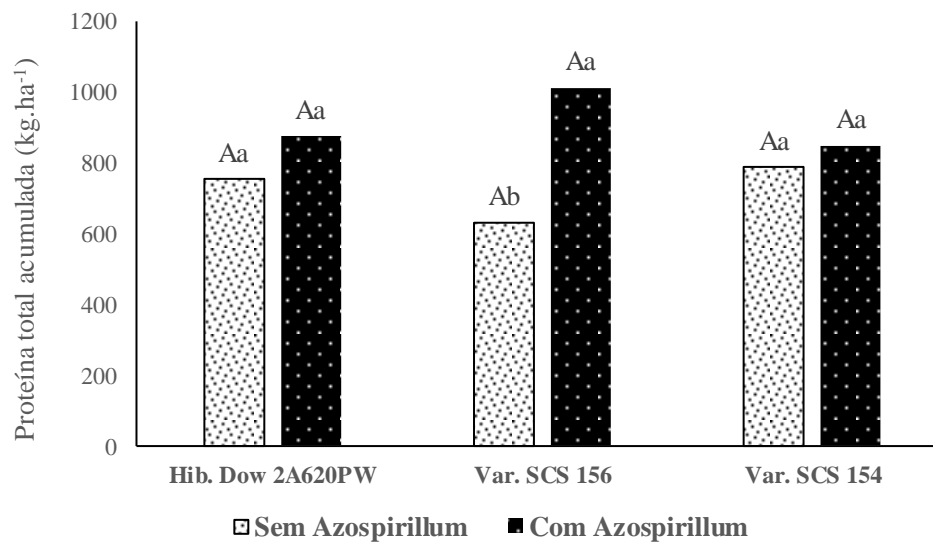
Figura 3. Efeito da interação dos fatores sistema de cultivo x material genético de milho para teor de N (3A) e de proteína na silagem (3B). Letras maiúsculas comparam o efeito dos materiais genéticos de milho dentro de cada sistemas de cultivo e letras minúsculas comparam o efeito dos sistemas de cultivo dentro de cada material genético de milho. Iporá-GO, 2019.



Na Figura 4 está sendo apresentado o efeito da interação dos materiais genéticos de milho x inoculação para o teor de proteína total acumulado. Considerando o efeito da inoculação dentro de cada material genético, observa-se que para o híbrido 2A620PW e para a variedade SCS 154 não houve resposta ao uso de *A. brasilense* como inoculante. Já para a variedade SCS 156, a inoculação resultou em um incremento de 37,6 % no total de proteína acumulada na silagem, o que é um indicativo de que a cultivar ou material genético de milho é um fator que exerce influência quanto a eficácia da inoculação, possivelmente devido a especificidade do *Azospirillum* com a planta hospedeira (HUNGRIA, 2011). Para Marini et al. (2015), tanto a resposta da adubação nitrogenada, quanto da inoculação com *Azospirillum brasilense* no estado nutricional das plantas e na produtividade do milho são dependentes das cultivares utilizadas. Porém para Morais et al. (2017), apesar desta prática contribuir no suprimento de nitrogênio para o milho, a mesma não substituiu a adubação nitrogenada em sua totalidade.

Em trabalho de pesquisa realizado por Quadros et al. (2014), houve efeito da interação de híbridos de milho com a inoculação de *Azospirillum* quanto a produtividade, indicando que esta prática pode ser eficiente em determinados materiais genéticos, porém em outros não. Assim estes autores obtiveram rendimento de grãos que variou de 2,95 t.ha⁻¹ para o híbrido SHS 5050, a 5,27 t.ha⁻¹ para o AS 1575, sendo resposta significativa à inoculação observada apenas para o híbrido P32R48. Segundo estes, dependendo do genótipo do milho, o benefício da inoculação pode ser observado em diferentes partes da planta, como grãos, parte aérea ou colmo. Relatam também que comparado aos demais híbridos, o P32R48 apresentou um dreno de nutrientes maior para as espigas do que para a parte aérea, resultando quando inoculado com *Azospirillum*, em aumento da massa de grãos por espiga e da massa de 1000 grãos, e conseqüentemente no rendimento de grãos, produzindo 750 kg.ha⁻¹ a mais que os demais híbridos testados.

Figura 4. Efeito da interação do uso de *Azospirillum brasilense* x material genético de milho para a proteína total acumulada na massa seca da silagem. Letras maiúsculas comparam os materiais genéticos de milho dentro de cada nível de inoculação e letras minúsculas comparam os níveis de inoculação dentro de cada material genético de milho. Iporá-GO, 2019.



Neste sentido, ressalta-se que os fatores que interferem nas respostas das culturas à inoculação com *Azospirillum* ainda não estão totalmente esclarecidos, precisando de mais estudos. Assim, para a associação milho-*Azospirillum*, os resultados de sucesso disponíveis relacionam-se a própria bactéria, como a escolha da estirpe, o número ideal de células por semente e a sua viabilidade, bem como a compatibilidade entre estirpe e genótipo utilizado (MEHNAZ e LAZAROVITS, 2006).

Ao se comparar o total de proteína acumulada entre os materiais genéticos de milho, observa-se que tanto para as plantas inoculadas com *A. brasilense*, quanto sem inoculação, não houve diferença significativa entre os mesmos (Figura 4). Assim a despeito do menor teor de N (Figura 3 A) e de proteína (Figura 3 B) observado para as variedades SCS 156 e SCS 154 quando comparado com o híbrido, as mesmas foram promissoras na produção de silagem, uma vez que apresentaram produção de fitomassa fresca e seca pela parte aérea (Tabela 1), bem como o total de proteína acumulada na silagem similar ao do milho híbrido (Figura 4), vindo a ser pelo seu baixo custo de aquisição, e possibilidade de multiplicação das sementes na propriedade, uma alternativa viável para os pequenos produtores rurais da região do Oeste goiano.

4 CONCLUSÕES

- O uso de *Azospirillum* foi eficiente em incrementar a produção de massa fresca pela parte aérea do milho.

- O milho híbrido 2A620PW produziu em uma silagem com melhor composição nutricional, apresentando maiores teores de nitrogênio, proteína, nutrientes digestíveis totais, digestibilidade da matéria seca e energia digestível.

- Os sistemas de cultivos afetaram a qualidade bromatológica da silagem de milho, ocorrendo um incremento nos teores de fibra bruta e fibra em detergente ácido quando consorciado com a abóbora.

- As variedades SCS 154 e SCS 156 foram similar ao híbrido 2A620PW na produção de massa fresca e seca de silagem e o total de proteína acumulada na fitomassa da parte aérea, sendo uma alternativa atrativa para os produtores da região do Oeste goiano.

REFERÊNCIAS

- BRUM, M. S.; CUNHA, V. S.; STECCA, J. D. L.; GRANDO, L. F. T.; THOMAS NEWTON MARTIN, T. N. Components of corn crop yield under inoculation with *Azospirillum brasilense* using integrated crop-livestock system. **Acta Scientiarum**. v. 38, n. 4, p. 485-492, 2016.
- CUNHA, F. N.; SILVA, F. N.; BASTOS, F. J. C.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; TEXEIRA, M. B.; ROCHA, A. C.; SOUCHIE, E. L. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 261-272, 2014.
- DOMINGUES, A. N.; ABREU, J. G.; CANEPPELE, C., REIS, R. H. P., BEHLING NETO, A., ALMEIDA, C. M. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 35, n. 2, p.7-12, 2013.
- FERREIRA, G. D. G.; BARRIÈRE, Y.; EMILE, J. C.; JOBIM, C. C.; ALMEIDA, O. C. Valor nutritivo da silagem de dez híbridos de milho. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences. v. 33, n. 3, p. 255-260, 2011.
- FERREIRA, J. M.; MOREIRA, R.M.P.; HIDALGO, J.A.F. Capacidade combinatória e heterose em populações de milho crioulo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p.332-339, 2009.
- HUNGRIA, M. Inoculação de *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Embrapa Soja. 36p. (**Documentos**, 325). 2011.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, p.319, 1997.
- MARINI, D.; GUIMARÃES, V. F.; DARTORA, J.;LANA, M.C.; PINTO JÚNIOR, A. S. Growth and yield of corn hybrids in response to association with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 117-123, 2015.
- MEHNAZ S.; LAZAROVITS G. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plants growth under greenhouse conditions. **Microbial Ecology**. v. 51, n.3, p. 326-335, 2006.
- MORAIS, G. P.; GOMES, V. F. F.; MENDES FILHO, P. F.; ALMEIDA, A. M. M.; SILVA JÚNIOR, J. M. T. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 109-116, 2017.
- MUMBACH, G. L.; KOTOWSKI, F. J. A.; SCHNEIDER, M. S.; MALLMANN, É. B.; BONFADA, V. O.; PORTELA, É. B. & BONFADA, D. R. K. Resposta da inoculação com *Azospirillum*

- brasiliense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 97-103, 2017.
- PALÁCIO FILHO, A. M.; ARAÚJO, D. V.; CAMPOS, G. P. A.; BORGES, J. M.; ANDRADE, L. P. Oficinas sobre uso de sementes crioulas – Incentivo para produção Agroecológica na região do Agreste Meridional de Pernambuco. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 03, 2011.
- PATZLAFF, N.L.; MARTINS, C.E.N.; ARBOITTE, M.Z.; HÖFS, A. Variedades de milho com polinização aberta da Epagri sob efeito do espaçamento entre linhas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p.5750-5766. 2020.
- PEREIRA, J. L. A. R.; VON PINHO, R. G.; SOUZA FILHO, A. X.; FONSECA, R. G.; SANTOS, A. O. Influência das características qualitativas dos componentes da planta de milho na degradabilidade da matéria seca da planta inteira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 2, p. 158-170, 2011.
- PINTO, C. M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.
- QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F.; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. O. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 209-218, 2014.
- RIBEIRO, D. D.; FREITAS, L. F. Agroecologia: realidades e possibilidades produtivas. In: MENDONÇA, M.R. (org). **Agroecologia: práticas e saberes**. 2 ed. Catalão: Gráfica Modelo, p. 39-58. 2012.
- RODRIGUES, R. C. Métodos de Análises Bromatológicas de Alimentos: Métodos Físicos, Químicos e Bromatológicos, (**Documentos 306**). Embrapa Clima Temperado Pelotas, RS 2010.
- SANDRI, C.A., TOFANELLI, M. B.D. Milho crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1, p. 59-61, 2008.
- SILVA, M. J.; BALBINO, L. C.; CARDOSO, D. A. B.; MIRANDA, L. M.; PIMENTEL, L. D. Características bromatológicas em híbridos de milho para produção de silagem no estado de Minas Gerais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 76-82, 2018.
- SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; MARTIN, T. N.; NORNBORG, J. L.; MEINERZ, G. R.; TONIN, T. J.; BERNHARD, P.; FRATA, M. T. Effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization rates on maize plant yield and silage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 9, p. 722-730, 2017.
- SOUZA, D.M.G & E. LOBATO. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2º Ed. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica. 416p, 2004.
- SZILAGYI-ZECCHIN, V. J.; KLOSOWSKI, A. C.; IKEDA, A. C.; HUNGRIA, M.; GALLITERASAWA, L. V.; KAVACORDEIRO, V.; GLIENKE, C.; MÓGOR, A. F.; Potential inoculant strains of Brazilian endophytic bacteria for maize (*Zea mays* L.) growth promotion. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research**, v. 7, n. 4, p. 128-134, 2015.
- TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, J. S.; **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Boletim técnico n° 5 (2º edição revisada e ampliada). Departamento de solos faculdade de agronomia universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 573 p. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017.
- VENDRUSCULO, E. P.; CAMPOS, L. F. C., OLIVEIRA, P.R., SELEGUINI, A., DE LIMA, S. F. Productivity and economic indicators of sweet maize silage treated with diazotrophic bacteria and thiamine. **Revista Colombiana de Ciência Animal**. v. 12, n. 1, e738. 2020.
- VIEIRA, V. C.; MARTIN, T. N.; MENEZES, L. F. G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P. E STORCK, L. Caracterização bromatológica de silagens de milho de genótipos super precoce. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1925-1931, 2013.