

**Densidade de semeadura de guandu-anão para produção de silagem de milho safrinha consorciado ou não com capim marandu em cerrado de baixa altitude**

**Densities of dwarf pigeon pea seed in the production of corn silage intercropped or not with palisade grass in low land Cerrado**

Mariana Gaioto Ludkiewickz  
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (UNESP)  
E-mail: [mariana.ludkiewicz@gmail.com](mailto:mariana.ludkiewicz@gmail.com)  
OrCID: <http://orcid.org/0000-0001-7575-9685>

Marcelo Andreotti  
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (UNESP)  
E-mail: [marcelo.andreotti@unesp.br](mailto:marcelo.andreotti@unesp.br)  
OrCID: <http://orcid.org/0000-0001-6857-9926>

Viviane Cristina Modesto  
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (UNESP)  
E-mail: [vivimodesto12@gmail.com](mailto:vivimodesto12@gmail.com)  
OrCID: <http://orcid.org/0000-0002-9467-9346>

Allan Hisashi Nakao  
Centro Universitário de Santa Fé do Sul (Unifunec)  
E-mail: [allanhisashinakao@gmail.com](mailto:allanhisashinakao@gmail.com)  
OrCID: <http://orcid.org/0000-0002-2465-1663>

Oswaldo Araujo Júnior  
Faculdade de Ciências Agrônômicas - Câmpus de Botucatu (UNESP)  
E-mail: [araujo.agro@gmail.com](mailto:araujo.agro@gmail.com)  
OrCID: <https://orcid.org/0000-0002-7298-995X>

Eduardo Augusto Pontes Pechoto  
Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (UNESP)  
E-mail: [eppechoto@gmail.com](mailto:eppechoto@gmail.com)  
OrCID: <https://orcid.org/0000-0002-3567-1539>

Data de recebimento: 20/10/2021  
Data de aprovação: 18/08/2022  
DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15281>

**Resumo:** O consórcio entre forrageiras tropicais, em especial o milho e leguminosas, tem sido uma opção vantajosa para produção de matéria seca e qualidade bromatológica da silagem, além de recuperar pastagens degradadas. O objetivo do estudo foi avaliar a produtividade de matéria seca e o teor de proteína bruta de silagens de milho safrinha

consorciado ou não com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em cinco densidades de semeadura do guandu-anão, em um Latossolo Vermelho Distrófico, por dois anos consecutivos. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2 com quatro repetições, sendo milho consorciado ou não com capim e cinco densidades de semeadura da leguminosa (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m<sup>-1</sup>). O consórcio de milho com leguminosa propicia maiores teores de proteína bruta na silagem, com melhores valores entre 5 e 18 sementes por metro na semeadura. A utilização do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu no consórcio não altera a produção de silagem.

**Palavras chave:** *Cajanus cajan*. Integração lavoura pecuária. *Zea mays*.

**Abstract:** The intercropping of tropical forages, especially corn and legumes, has been an advantageous option for the production of dry matter and bromatological quality of the silage, in addition to recovering degraded pastures. The objective of the study was to evaluate, in a Oxisol, for two consecutive years, the agronomic characteristics of corn, legume production and dry matter at the beginning and end of the silage of the pigeon pea/palisade grass-Marandu intercropping (absence/ presence) in no-tillage. The design used was randomized blocks in a 5 x 2 factorial scheme with four replications, with corn intercropped or not with palisade grass and five sowing densities of the legume (0, 6, 12, 18 and 24 seeds m<sup>-1</sup>). The intercropping of corn with legume provides higher crude protein contents in the silage, with better values between 5 and 18 seeds per meter at sowing. The use of palisade grass in the intercropping does not change the silage production.

**Keywords:** *Cajanus cajan*. Crop-Livestock systems. *Zea Mays*.

## 1 Introdução

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPAs) são excelentes alternativas para regiões de clima tropical como o Cerrado, por possibilitar a exploração de diferentes culturas com grãos e forragem, além de beneficiar a produção animal com maior retorno econômico, proporcionando ganhos ao produtor (Cruz *et al.*, 2020).

Os SIPAs são uma alternativa sustentável de produção de leguminosas e grãos e produtos de origem animal (Ligoski *et al.*, 2020). Em clima tropical, diferentes plantas de cobertura podem ser implantadas, sendo as gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*), consorciadas ou não, as mais utilizadas (Pariz *et al.*, 2020).

O consórcio entre milho e gramíneas tropicais vem demonstrando resultados satisfatórios para incremento da biomassa e manutenção da palhada no solo, e também produção de pasto ou silagem (Mateus *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2021; Modesto *et al.*, 2021).

A silagem de milho é amplamente utilizada na alimentação de ruminantes (Vilela *et al.*, 2016) e tem como principais vantagens a preservação e o estoque de energia, para utilização nos períodos de entressafra (Bessa *et al.*, 2018). Porém, para o atendimento das exigências nutricionais dos animais é necessário melhorar seu valor proteico (Faria *et al.*, 2021), assim a inclusão de leguminosas em consórcio com o milho e forrageiras é uma opção.

O guandu-anão (*Cajanus cajan*) é uma opção na melhoria da qualidade nutricional de silagens, pois além de fazer o aporte de nitrogênio (N) no sistema solo-plantas, reduz a poluição ambiental associada às altas adubações com N e aumento da eficiência de uso da terra (Mateus *et al.*, 2020) e também promove diversificação e aumento da atividade biológica do solo (Pascoaloto *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2018).

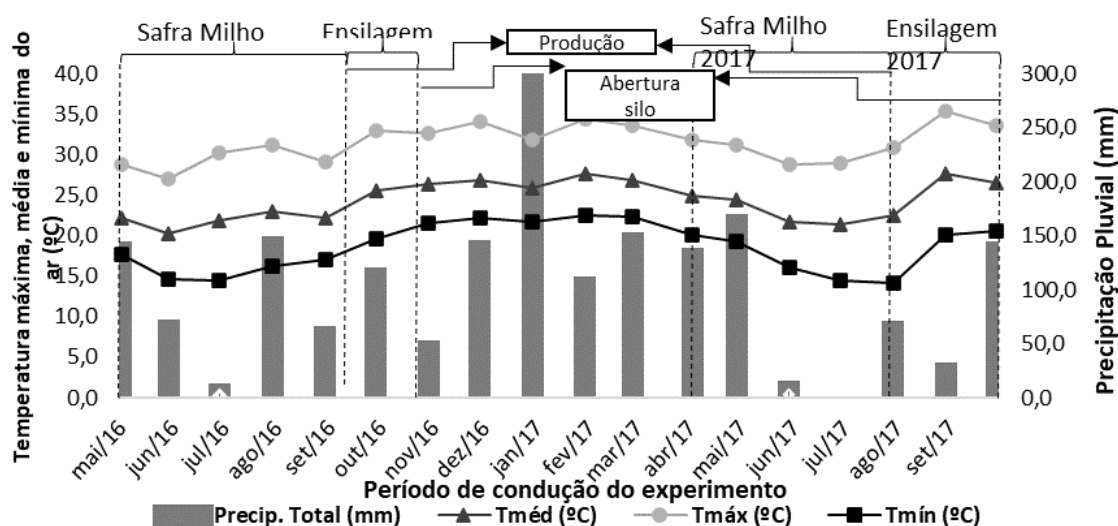
Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de matéria seca (PMS) e o teor de proteína bruta (PB) de silagens de milho safrinha consorciado ou não com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em cinco densidades de semeadura do guandu-anão.

## 2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria/MS (20°20'05”S e 51°24'26”W, altitude de 335 m) no período de maio de 2016 a setembro de 2017. O solo da área foi classificado como Latossolo vermelho distrófico típico argiloso (Santos *et al.*, 2018). O clima é tropical úmido, Aw, conforme classificação de Köppen, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Durante a realização do experimento foram coletados junto à estação meteorológica situada na FEPE da FE/UNESP os dados diários referentes às temperaturas máxima, média e mínima, e precipitação pluvial (Figura 1).

**Figura 1.** Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, MS, no período de maio/2016 a outubro/2017.

**Figure 1.** Climatic data collected by the meteorological station situated at farm of education, research and extension of FE/UNESP, Selviria city, MS, from the period of may/2016 to october/2017.



Fonte: Estação meteorológica da UNESP Ilha Solteira (2016 e 2017)

Foi realizada a caracterização química inicial do solo na profundidade de 0,0 - 0,20 m, de acordo com a metodologia de Rajj (2011), cujos resultados foram: P (resina) = 20 mg dm<sup>-3</sup>, MO = 29 g dm<sup>-3</sup>, pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,0, K = 10,6; Ca = 32; Mg = 24; H+Al = 38, Al = 2; SB = 66,6 e CTC = 104,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V% = 64.

A área possuía histórico de cultivo com culturas anuais em Sistema Plantio Direto (SPD) há 6 anos, sendo o milho a cultura antecessora (setembro/2015) destinado para a produção de grãos. Quando necessário, o experimento foi irrigado por aspersão, através de pivô central.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, com 4 repetições, sendo o milho safrinha em consórcio apenas com guandu-anão, em cinco densidades de semeadura (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m<sup>-1</sup>), ou em consórcio com o capim *Urochloa brizantha* cv Marandu na linha e guandu-anão na entrelinha, resultando nos seguintes tratamentos: Milho safrinha (sem consórcio do capim) com 5 densidades de semeadura do guandu-anão (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m<sup>-1</sup>) e Milho



safrinha em consórcio com capim Marandu e 5 densidades de semeadura do guandu-anão (0, 6, 12, 18 e 24 sementes  $m^{-1}$ ). O experimento foi composto de 40 parcelas, em que cada uma apresentava 20 m de comprimento e 3,6 m de largura, sendo a área útil de avaliação composta por 3 linhas centrais com 18 m de comprimento de cada parcela.

O milho foi semeado mecanicamente por meio de semeadora-adubadora provida de terceira caixa onde foram acondicionadas as sementes do capim, com mecanismo sulcador tipo haste (facão), em SPD nos dias 04/05/2016 e 05/04/2017, em consórcio ou não com o capim Marandu (VC de 60% com 10 kg sementes  $ha^{-1}$ ) na linha, semeado. A densidade de semeadura do milho foi de 3,3 sementes para uma população em torno de 73.333 plantas  $ha^{-1}$ , utilizando-se o híbrido triplo DKB 350 YR no primeiro ano e o DKB 315 PRO no segundo ano, espaçado de 0,45 m entre linhas. O guandu-anão (cv. Aratá) foi semeado nas entrelinhas do milho, no espaçamento de 0,45 m, com a mesma semeadora utilizada para o milho, com mecanismo sulcador tipo haste. A semeadura do guandu-anão ocorreu no mesmo dia do milho, em ambos os anos, com ou sem o capim.

Antes da colheita para confecção da silagem, determinou-se a altura de plantas de milho (ALT) e a altura da inserção da primeira espiga (AIE) com régua graduada, o diâmetro médio basal de colmos (DBC) com paquímetro, o estande final de plantas (EFP) e o número de espigas (NE) contando-se todas as plantas e espigas da área útil da parcela, transformando os resultados por hectare.

Foram realizadas no florescimento (R1), leituras indiretas do índice de clorofila foliar (ICF), utilizando-se clorofilômetro digital (CFL 1030 - Falker). Após, as plantas de milho, guandu-anão e o capim foram cortados manualmente, a uma altura de aproximadamente 0,25 m em relação à superfície do solo, em quantidade correspondente a 1  $m^2$  nas respectivas parcelas experimentais, sendo as espécies separadas, para determinação da produtividade de massa seca/espécie, respectivamente. As plantas foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 h para determinação da produtividade de massa seca do material a ser ensilado (PMS Inicial) de forragem, extrapolada para  $kg ha^{-1}$ .

Na cultura do milho, as frações folhas, colmos e espigas foram separadas, posteriormente, as amostras de cada fração foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 h para determinação da quantidade percentual de cada fração na composição final da massa a ser ensilada.

A colheita do material vegetal ensilado foi realizada nos dias 13/09/2016 e 02/08/2017, respectivamente para cada ano agrícola, utilizando-se colhedora de forragem (JF 1300). O material foi picado em partículas médias de 2,5 cm e as amostras foram utilizadas para a determinação da produtividade de matéria seca da silagem (PMS Final) e teor de proteína bruta (PB), determinando-se o teor de N por meio do aparelho de destilação a vapor micro-Kjedahl, multiplicando-se o teor de N pelo fator de conversão 6,25.

Nos dois anos agrícolas, o material colhido foi armazenado e adequadamente compactado em tubos de PVC, com capacidade para 5 kg de matéria verde. Os tubos foram lacrados com fitas adesivas para evitar a troca de ar com o meio, e foram abertos aos 46 e 62 dias, após a vedação para o ano de 2016 e 2017 (por questões logísticas), respectivamente, se desprezando a camada superficial (0,10 m) de forragem e retirada uma subamostra, por silo para análise bromatológica. Ressalta-se que após 40 dias a silagem entra em processo de estabilização, não alterando sua composição após esse período.

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e em seguida à análise de variância ANOVA pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). O efeito com ou sem capim foi comparado pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), enquanto o efeito da densidade de semeadura do guandu-anão, quando significativo, foi avaliado por análise de regressão ( $p \leq 0,05$ ). A análise foi realizada utilizando o programa R (R Development Core Team, 2017).

### 3 Resultados e Discussão

O histórico da área de cultivo, com aproximadamente seis anos sob SPD, e irrigação por aspersão durante todo o desenvolvimento da cultura e a média de temperaturas durante a condução dos experimentos, em torno de 23 °C (Figura 1), possibilitaram o desenvolvimento uniforme da cultura do milho em ambos os anos, independente se consorciado ou não com capim Marandu ou nas diferentes densidades de guandu-anão (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Teor de proteína bruta (PB), produção de matéria seca a ser ensilada (PMSI) e da silagem (PMSF), % de espigas, folhas e colmos, obtidas de consórcios de milho com guandu-anão em cinco densidades, com e sem capim *U. brizantha* cv. Marandu, no ano agrícola de 2016.

**Table 1.** Crude protein (PB), dry matter ensiled (PMSI), dry matter of the silage (PMSF), % of ears, leaves and stems, obtained from intercropped corn with pigeon pea in five sowing densities, with or without palisade grass at agricultural year of 2016.

Tratamentos	PB (%)	PMSI (kg ha <sup>-1</sup> )	PMSF (kg ha <sup>-1</sup> )	GA ----	CA (%) ----	Milho		
						Espiga -----	Folha (%) -----	Colmo -----
<b>Capim</b>								
<b>Marandu</b>								
Com	6,55	38670	35103	2,33	11,70	54,94	13,82	17,22
Sem	6,49	38900	34598	1,88	0,00	61,36	15,99	20,78
S (P>f)	0,65 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,04*	0,001**	0,03*	0,06 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
<b>Densidade</b>								
0	6,15 <sup>(1)</sup>	40314	36076	0,00	7,24	57,57	14,26	20,94
6	6,46	37871	36437	3,89	4,52	59,80	15,70	16,09
12	6,59	37586	32103	1,76	8,93	53,81	15,12	20,38
18	6,59	38667	35084	2,69	4,03	56,78	15,67	20,84
24	6,82	39510	34552	2,16	4,53	62,80	13,77	16,75
D (P>f)	0,04*	0,35 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,001**	0,005**	0,34 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>
D x S	0,02*	0,20 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,001**	0,005**	0,21 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>
CV%	6,33	7,73	9,85	31,25	38,62	15,11	24,07	21,56

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\* e \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ns não significativo. PB: proteína bruta, PMSI: peso da matéria seca inicial, PMSF: peso matéria seca final, GA: guandu-anão, CA: capim-Marandu, CV: coeficiente de variação. **Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

Means followed by the same letter in the column, for different treatments, do not differ from each other by the Tukey test at 5% probability. \*\* and \*: significant at 1 and 5% probability by the F Test, respectively. ns not significant. CP: crude protein, PMSI: initial dry matter weight, PMSF: final dry matter weight, GA: pigeon pea, CA: palisade grass, CV: coefficient of variation. **Source:** Prepared by the authors (2022).

**Tabela 2.** Teor de proteína bruta (PB), produção de matéria seca a ser ensilada (PMSI) e da silagem (PMSF), % de espigas, folhas e colmos, obtidas de consórcios de milho com guandu-anão em cinco densidades, com e sem capim *U. brizantha* cv. Marandu, no ano agrícola de 2017.

**Table 2.** Crude protein (PB), dry matter ensiled (PMSI), dry matter of the silage (PMSF), % of ears, leaves and stems, obtained from intercropped corn with pegeon pea in five sowing densities, with or without palisade grass at agricultural year of 2017.

Tratamentos	PB (%)	PMSI (kg ha <sup>-1</sup> )	PMSF (kg ha <sup>-1</sup> )	GA ----- (%) -----	CA ----- (%) -----	Milho		
						Espiga ----- (%) -----	Folha ----- (%) -----	Colmo ----- (%) -----
<b>Capim</b>								
<b>Marandu</b>								
Com	10,31	31660	32918	8,77	13,71	34,31	19,14	24,08
Sem	10,49	34240	32231	15,55	0,00	39,11	20,61	24,73
S (P>f)	0,33 <sup>ns</sup>	0,009**	0,38 <sup>ns</sup>	0,001**	0,001**	0,0004**	0,256 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>
<b>Densidade</b>								
0	9,96	35797	32067	0,00	5,43	46,26	21,55	26,76
6	11,13	33881	32809	16,71	9,87	29,70	19,28	24,44
12	11,46	34909	34371	16,44	5,68	31,88	20,97	25,03
18	9,85	27622	30980	16,84	4,86	34,73	18,30	25,28
24	9,60	32543	32647	10,83	8,44	40,96	19,29	20,49
D (P>f)	0,0001**	0,0001**	0,12 <sup>ns</sup>	0,001**	0,003**	0,0001**	0,490 <sup>ns</sup>	0,170 <sup>ns</sup>
D x S	0,0001**	0,002**	0,002*	0,001**	0,003**	0,0001**	0,184 <sup>ns</sup>	0,004**
CV%	5,68	8,8	7,57	19,5	32,84	10,34	20,38	20,81

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\* e \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. <sup>ns</sup> não significativo. PB: proteína bruta, PMSI: peso da matéria seca inicial, PMSF: peso matéria seca final, GA: guandu-anão, CA: capim-Marandu, CV: coeficiente de variação. **Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

Means followed by the same letter in the column, for different treatments, do not differ from each other by the Tukey test at 5% probability. \*\* and \*: significant at 1 and 5% probability by the F Test, respectively. <sup>ns</sup> not significant. CP: crude protein, PMSI: initial dry matter weight, PMSF: final dry matter weight, GA: pigeon pea, CA: palisade grass, CV: coefficient of variation. **Source:** Prepared by the authors (2022).

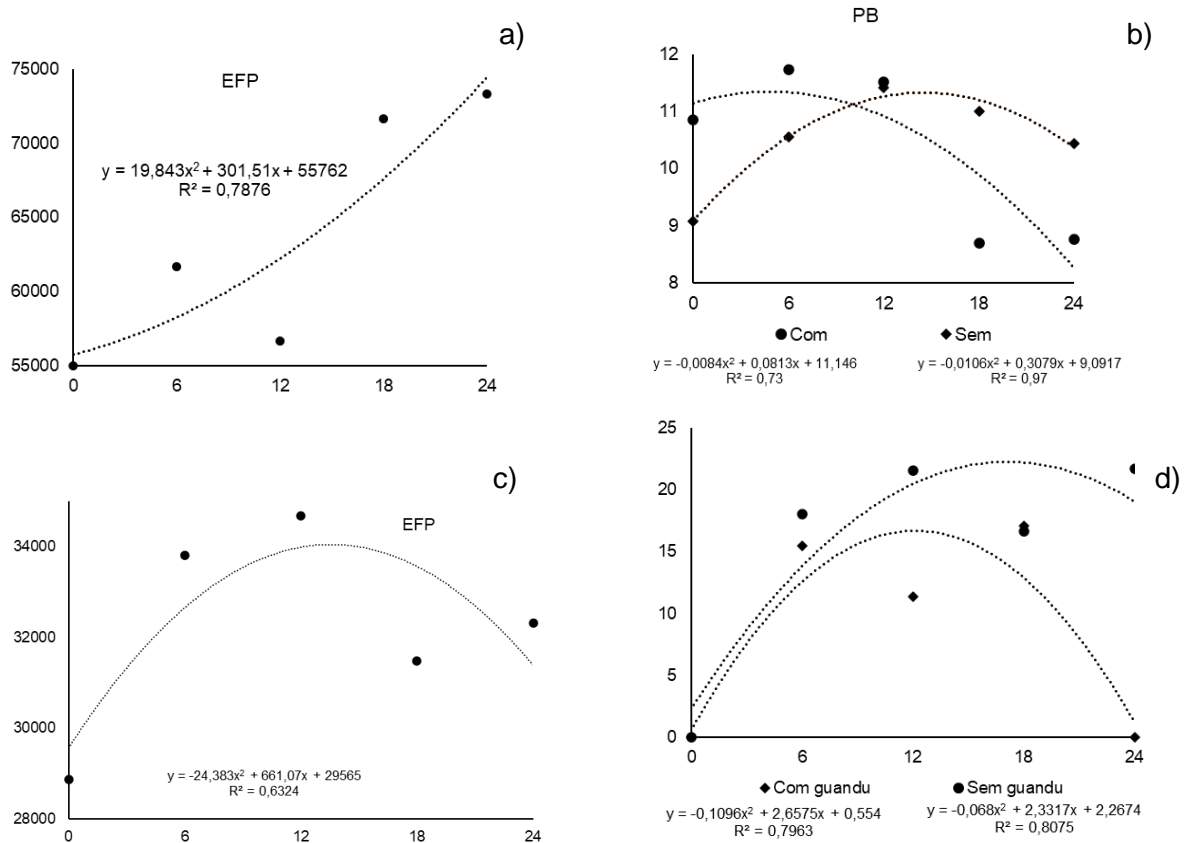
Não houve efeito significativo no teor de PB, nos anos estudados, em relação a presença ou não do capim Marandu (Tabelas 1 e 2). As densidades do guandu-anão, no primeiro ano (Tabela 1) proporcionaram valores crescentes de PB conforme o aumento da densidade de semeadura, com o menor valor de 6,15%, sem a presença de guandu-anão e maior valor de 6,82%, com 24 sementes m<sup>-1</sup>. Esses valores apresentaram-se pouco abaixo dos 7,00% considerados adequados por Van Soest (1994) para atender à exigência da microbiota ruminal, sendo o único valor próximo dessa recomendação obtido pelo tratamento onde há presença do capim na maior densidade de guandu-anão (24 sementes m<sup>-1</sup>). Efeito oposto foi encontrado por Ligoski *et al.* (2020) avaliando silagens de milho em consórcio com guandu-anão, com valores de 17,30% de PB.

No desdobramento da interação entre a presença ou não do capim Marandu e a densidade de guandu-anão para PB em 2016 houve ajuste quadrático de regressão na presença do capim Marandu (Figura 2a), com ponto de máximo calculado para 18 sementes de guandu-anão m<sup>-1</sup>, indicando que esta seria a densidade adequada da leguminosa em consórcio com o milho e o capim Marandu para maximização do teor de PB. Observou-se que sem guandu-anão, a presença do capim proporcionou maior teor de PB na silagem produzida no primeiro ano.



**Figura 2.** Desdobramento da interação entre: a) densidade guandu-anão e consórcios, para b) teores de proteína bruta (PB), c) participação guandu-anão, d) e do capim Marandu na massa vegetal a ser ensilada, nos anos agrícolas de 2016 e 2017.

**Figure 2.** Breakdown of the interaction between: a) pigeon pea density and intercropping, for b) crude protein contents (CP), c) pigeon pea participation, d) and palisade grass participation in the plant mass to be ensiled, in the agricultural years of 2016 and 2017.



**Fonte:** Elaborada pela autora (2022). **Source:** Prepared by the authors (2022).

Nos tratamentos referentes as densidades de sementes de guandu-anão houve efeito significativo (Tabela 2), sendo o tratamento com a densidade de 12 sementes  $m^{-1}$  o que proporcionou maior teor de PB, com 11,46%. Vale ressaltar que os teores do segundo ano apresentaram-se acima dos 7,00% considerados adequados por Van Soest (1994) para atender à exigência da microbiota ruminal, e foram superiores aos valores obtidos no primeiro ano. Tal resultado pode ser explicado pelo cultivo do segundo ano ter sido após a cultura da soja, assim, houve ciclagem de N da palhada que restou no campo, o que não ocorreu no primeiro ano, onde o consórcio veio de um cultivo de uma gramínea (milho) com ciclagem de nutrientes mais lenta.

Para os teores de PB em 2017, no desdobramento da interação entre a presença ou não do capim Marandu e as densidades de guandu-anão, houve ajuste quadrático tanto para a presença quanto para a ausência do capim Marandu (Figura 2b), com o ponto de máximo atingido para o tratamento com capim com densidade de 5 sementes  $m^{-1}$ , e sem capim com 15 sementes  $m^{-1}$ . Na densidade de 6 sementes por  $m^{-1}$ , o teor de PB foi superior quando havia a presença do capim, porém, nas densidades de 18 e 24 sementes  $m^{-1}$  apresentaram um incremento de 2,31 e 1,68%, respectivamente, quando não havia a presença do capim Marandu. Portanto, nas condições desse ano, o sistema

consorciado com capim Marandu seria mais eficiente com a utilização de uma quantidade menor de sementes de guandu-anão.

Avaliando a composição da silagem do primeiro ano (Tabela 1), a porcentagem de guandu-anão na massa seca a ser ensilada apresentou efeito significativo tanto para os sistemas de cultivo quanto para a densidade do guandu-anão e na interação entre ambos os fatores. As densidades de 6, 12 e 18 sementes de guandu-anão com o capim apresentaram maior participação na silagem que os tratamentos sem o capim, com os valores de 6,03; 2,47 e 3,28%, respectivamente. Como os sistemas se constituíram da presença ou ausência do capim Marandu, todas as densidades do guandu-anão com a presença do capim foram superiores aos tratamentos com ausência do capim Marandu.

Em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária onde se realiza o corte destinado a ensilagem, a participação do capim no material ensilado é inevitável, variando a sua inclusão de acordo com alguns fatores como época e altura de colheita, clima, espécie de gramínea utilizada no consórcio e densidade de semeadura do capim. A produção de silagem, torna-se fator de extrema importância em propriedades rurais, uma vez que esta pode suprir a baixa oferta de forragem no período de estacionalidade de produção das gramíneas (outono/inverno), além de proporcionar aos animais um alimento de boa qualidade. Considerando-se todo o rebanho de animais em confinamento no país, a silagem é considerada como a principal fonte primária de volumosos (67,7%), sendo a de milho a mais utilizada, representando 38,1% deste total (Millen *et al.*, 2009).

No segundo ano experimental, houve efeito significativo para ambos os tratamentos (Tabela 2).

A PMSI foi superior na ausência do capim e nas densidades de 12 e 18 sementes  $m^{-1}$  de guandu-anão, apresentando um incremento de aproximadamente 5 e 7  $t\ ha^{-1}$ , respectivamente. Para a PMS final de 2017 não houve efeito significativo isolado de nenhum dos tratamentos, porém apresentou efeito significativo para a interação (Tabela 2). No desdobramento da interação da PMS final houve ajuste quadrático para os tratamentos sem capim com ponto de máximo para 14 sementes  $m^{-1}$  de guandu-anão (Figura 2c).

Apesar da altura de colheita na ensilagem (aproximadamente de 0,25 m em relação à superfície do solo), a PMS total foi superior a 30  $t\ ha^{-1}$ , tanto para 2016 (Tabela 1), quanto para 2017 (Tabela 2), sendo considerados satisfatórios para safrinha de milho. Assim, considera-se que a cultura do milho destinada a ensilagem, em consórcio duplo (com guandu-anão) ou triplo (com guandu-anão e capim Marandu) apresenta boa produtividade, fator este relevante, uma vez que PMS alta pode diluir os custos para a confecção da silagem.

Apesar dos valores apresentados em 2017 serem mais baixos que os de 2016, quando comparado aos trabalhos de Costa *et al.* (2021) e Gomes *et al.* (2021), a PMSI e PMSF foram superiores, mesmo sendo de safrinha, com média de 34.950  $kg\ ha^{-1}$  para a PMS do material a ser ensilado e 32.575  $kg\ ha^{-1}$  para a PMS final (Tabelas 2). Fato relevante, pois a PMS é um dos primeiros parâmetros a se avaliar, antecedendo a qualidade da silagem, uma vez que contribui para diminuição dos custos de implantação devido ao aumento de produtividade.

A participação de guandu-anão na silagem em 2017 apresentou efeito significativo para os tratamentos com ou sem capim e para as densidades de semeadura, bem como a interação destes (Tabela 2). Em 2017 os valores foram superiores em relação a 2016, pois o híbrido de 2017 possuía um porte menor se comparado ao de 2016, melhorando a luminosidade para o guandu-anão, beneficiando seu desenvolvimento.

O desdobramento da interação entre os tratamentos apresentou ajuste quadrático para a presença e ausência do capim, com máximo de 13 e 18 sementes  $m^{-1}$ , respectivamente (Tabela 1). A densidade de 12 sementes  $m^{-1}$  foi superior em 10,15% na ausência do capim, enquanto na densidade de 24 sementes  $m^{-1}$  e presença de capim, por um erro mecânico no momento da instalação do experimento (embuchamento de



palhada no mecanismo sulcador de hastes) não houve participação do guandu-anão no tratamento.

Para a participação do capim em 2017, houve efeito significativo (Tabela 2). Assim, no desdobramento da interação entre os tratamentos, todas as densidades do guandu-anão na presença do capim foram superiores à sua ausência, com uma média de 13,71% de participação na massa vegetal a ser ensilada (Figura 2c).

Das frações da planta de milho na silagem, a porcentagem da espiga é o componente de maior importância na composição final da silagem, pois garante a energia do alimento. No primeiro ano experimental, verificou-se que a participação da espiga diferiu com a presença ou ausência do capim Marandu, onde os tratamentos sem o capim foram 6,42% superiores aos tratamentos com capim (Tabela 1).

Avaliando a porcentagem de espigas em consórcios de milho com capim e guandu-anão, Gomes *et al.* (2021) encontraram valores de 57,00%, próximos aos encontrados neste experimento, que foram de 61,36% na ausência do capim e 54,94% com capim. Houve efeito significativo para a porcentagem de espigas na massa vegetal em 2017, com e sem capim e densidades de sementeira e sua interação (Tabela 2).

No desdobramento da interação entre os tratamentos não houve ajuste de regressão para ausência ou presença do capim (Figura 2d). As densidades de sementeira de 0, 12 e 18 sementes  $m^{-1}$  foram superiores quando o capim não estava presente, porém na maior densidade de sementeira e presença de capim, este foi superior do que quando o capim estava ausente, tendo participação de 44,20% na MS da silagem.

Para a porcentagem do colmo na massa a ser ensilada, em 2017, houve efeito significativo na interação dos tratamentos (Tabela 2). Nos tratamentos sem a participação do capim o ajuste foi quadrático com ponto de máximo de apenas 1 semente  $m^{-1}$  de guandu-anão. A densidade de 6 sementes  $m^{-1}$  com ausência do capim foi o único que diferiu, com um incremento de 14,41%.

A porcentagem de folhas no material ensilado também é um fator importante, pois folhas senescentes contribuem para diminuir a qualidade da silagem. Os valores obtidos neste trabalho foram semelhantes aos avaliados por Zopollatto *et al.* (2009), em diferentes híbridos de milho, com proporções de folha variando entre 13,2 e 13,8% na safra 2001/2002 e entre 14,7 e 15,8% na safra 2002/2003, sendo que os valores do presente trabalho não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Tabela 1).

O EFP (Tabela 3) apresentou efeito significativo na interação dos tratamentos. No desdobramento da interação do EFP em 2016, houve ajuste linear (Figura 3a) para densidades do guandu-anão. O tratamento com 24 sementes  $m^{-1}$  e com capim se mostrou superior aos tratamentos sem capim, sendo este o único tratamento que diferiu dos demais.

**Tabela 3** - Altura de plantas (ALT), de inserção da espiga (AIE), diâmetro basal do colmo (DBC), estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE), e leituras do índice de clorofila (ICF) nas folhas do milho consorciado com guandu-anão em cinco densidades, com e sem capim Marandu, no ano agrícola de 2016.

**Table 3.** Plant height (ALT), ear insertion (IEA), basal stem diameter (DBC), final plant stand (EFP), number of ears (NE), and chlorophyll index (ICF) readings in the leaves of the corn intercropped with pigeon pea in five sowing densities, with and without palisade grass, in the 2016 agricultural year.

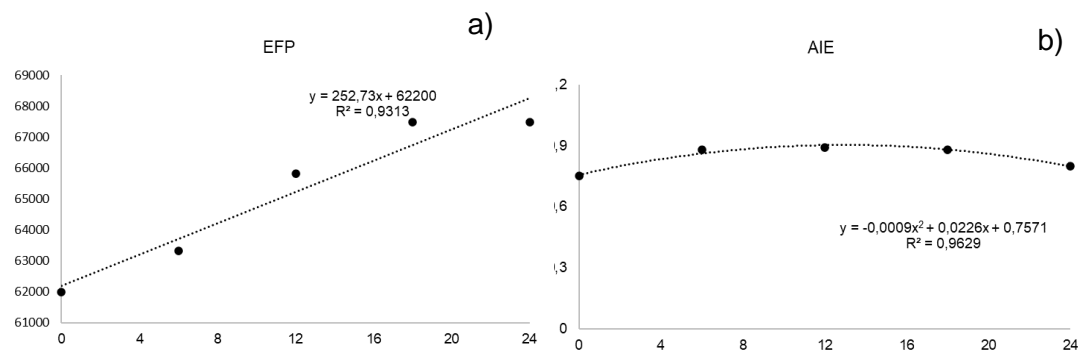
Tratamentos	ALT	AIE	DBC	EFP	NE	ICF
	----- m -----		cm	Plantas ha <sup>-1</sup>	espigas ha <sup>-1</sup>	-
<b>Capim Marandu</b>						
Com	2,39	1,07	1,95	64000	65333	60,32
Sem	2,44	1,20	2,20	63667	67000	60,66
S (P>f)	0,072 <sup>ns</sup>	0,182 <sup>ns</sup>	0,098 <sup>ns</sup>	0,912 <sup>ns</sup>	0,649 <sup>ns</sup>	0,779 <sup>ns</sup>
<b>Densidade</b>						
0	2,38	1,09	2,45	62000	62666	61,71
6	2,41	1,11	2,00	63333	66667	60,55
12	2,46	1,10	1,97	65833	69167	60,49
18	2,42	1,34	1,94	67499	67500	59,40
24	2,40	1,06	2,03	67499	70834	60,30
D (P>f)	0,411 <sup>ns</sup>	0,349 <sup>ns</sup>	0,201 <sup>ns</sup>	0,093 <sup>ns</sup>	0,143 <sup>ns</sup>	0,825 <sup>ns</sup>
D x S	0,244 <sup>ns</sup>	0,411 <sup>ns</sup>	0,394 <sup>ns</sup>	0,033 <sup>*</sup>	0,282 <sup>ns</sup>	0,905 <sup>ns</sup>
CV%	3,53	25,87	22,25	14,88	17,3	6,29

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* e \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ns não significativo. CV: coeficiente de variação. **Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

Means followed by the same letter in the column, for different treatments, do not differ from each other by Tukey's test at 5% probability. \*\* and \*: significant at 1 and 5% probability by the F Test, respectively. ns not significant. CV: coefficient of variation. **Source:** Prepared by the authors (2022).

**Figura 3.** Desdobramento da interação entre densidade de guandu-anão e consórcios, para estande final de plantas (EFP) em 2016 e altura de inserção de espiga (AIE) no ano de 2017.

**Figure 3.** Deployment of the interaction between pigeon pea density and intercropping, for final plant stand (EFP) in 2016 and ear insertion height (AIE) in the 2017 crop year.



**Fonte:** Elaborada pela autora (2022). **Source:** Prepared by the authors (2022).

As análises biométricas do milho em 2017 (Tabela 4) mostraram valores numericamente menores em relação à 2016, devido ao menor porte do híbrido utilizado. A AIE apresentou efeito significativo sobre as densidades de semeadura, e a interação dos tratamentos. No desdobramento da interação entre a presença ou não do capim e as densidades de guandu-anão para a AIE em 2017 (Figura 3b), os tratamentos com capim não apresentaram ajuste de regressão, enquanto que na ausência do capim apresentaram ajuste quadrático com ponto de máximo ajustado para 17 sementes m<sup>-1</sup>.

**Tabela 4** - Altura de plantas (ALT), de inserção de espiga (AIE), diâmetro médio basal do colmo (DBC), estande final de plantas (EFP) e número de espigas (NE), e leituras do índice de clorofila na folha (ICF) do milho consorciado com guandu-anão em cinco densidades, com e sem capim *U. brizantha* cv. Marandu, no ano agrícola de 2017.

**Table 4.** Plant height (ALT), ear insertion (IEA), basal stem diameter (DBC), final plant stand (EFP), number of ears (NE), and chlorophyll index (ICF) readings in the leaves of the corn intercropped with pigeon pea in five sowing densities, with and without Marandu grass, in the 2017 agricultural year.

Tratamentos	ALT ----- m	AIE -----	DBC cm	EFP plantas ha <sup>-1</sup>	NE espigas ha <sup>-1</sup>	ICF -
<b>Capim</b>						
<b>Marandu</b>						
Com	1,92	0,86	1,12	59666	66334	52,99
Sem	1,97	0,86	1,21	59333	64000	53,03
S (P>f)	0,103 <sup>ns</sup>	0,960 <sup>ns</sup>	0,488 <sup>ns</sup>	0,905 <sup>ns</sup>	0,500 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
<b>Densidade</b>						
0	1,95	0,75	1,11	57500	60833	50,84
6	1,95	0,88	1,06	57500	66666	54,53
12	1,91	0,89	1,22	63333	69167	51,77
18	1,93	0,88	1,10	60000	69167	53,28
24	1,99	0,80	1,35	59167	60000	54,64
D (P>f)	0,566 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>**</sup>	0,592 <sup>ns</sup>	0,660 <sup>ns</sup>	0,271 <sup>ns</sup>	0,983 <sup>ns</sup>
D x S	0,159 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>*</sup>	0,540 <sup>ns</sup>	0,142 <sup>ns</sup>	0,875 <sup>ns</sup>	0,787 <sup>ns</sup>
CV%	5,4	7,37	33,56	14,64	16,56	11,27

Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* e \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ns não significativo. CV: coeficiente de variação. **Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

Means followed by the same letter in the column, for different treatments, do not differ from each other by Tukey's test at 5% probability. \*\* and \*: significant at 1 and 5% probability by the F Test, respectively. ns not significant. CV: coefficient of variation. **Source:** Prepared by the authors (2022).

#### 4 Conclusão

O sistema consorciado de milho com guandu-anão propicia maiores teores de proteína bruta na silagem de planta inteira de milho, proporcionando maiores teores utilizando-se entre 5 e 18 sementes de guandu-anão por metro, na semeadura.

A utilização da *Urochloa brizantha* cv Marandu no consórcio com milho e guandu-anão não altera a produção de silagem.



## 5 Referências

Bessa, S.V., Santos, A. J. M., Backes, C., Rodrigues, L. M., Teodoro, A. G., Tomazello, D. A., Rezende, P. R., Ribon, A. A., Leite, L. F. & Giongo, P. R. (2018). Silage of maize intercropped with grass and pigeon pea subjected to N rates and pasture development in the off-season. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 39(6), 2501-2516. <http://dx.doi.10.5433/1679-0359.2018v39n6p2501>

Costa, N. R., Crusciol, C. A. C., Trivelin, P. C. O., Pariz, C. M., Costa, C., Castilhos, A. M., Souza, D. M., Bossolani, J. W., Andreotti, M., Meirelles, P. R. L., Mariano, E. Moretti, L. G.. (2021). Recovery of <sup>15</sup>N fertilizer in intercropped maize, grass and legume and residual effect in black oat under tropical conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 310. <http://dx.doi.10.1016/j.agee.2020.107226>

Cruz, S. S., Andreotti, M., Pascoaloto, I. M., Lima, G. C. & Soares, C. A. (2020). Production in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting. *Revista Ciência Agronômica*, 51(2). <http://dx.doi.10.5935/1806-6690.20200031>

Faria, T. F. R., Pinese, Gimenes, F. M. A., Demarchi, J. J. A. A., Campos, F. P., Premazzi, L. M., Mattos, W. T. & Gerdes, L. (2021). Composição bromatológica de silagens de milho comerciais produzidas no Brasil. *Archivos de Zootecnia*. 70 (269): 20-27. <http://dx.doi.10.5433/1679-0359.2018v39n6p2501>

Gomes, V. C., Meirelles, P. R. L., Costa, C., Barros, J. S., Castilhos, A. M., Souza, D. M., Tardivo, R., Pariz, C. M. (2021). Production and quality of corn silage with forage and pigeon peas in a crop-livestock system. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(2), 861-876. <http://dx.doi.10.5433/1679-0359.2021v42n2p861>

Jaremtchuk, A. R., Jaremtchuk, C. C., Baglioli, B., Medrado, M. T., Kozłowski, L. A., Costa, C. & Madeira, H. M. F. (2005). Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 27(2), 181-188. <http://dx.doi.10.4025/actascianimsci.v27i2.1220>

Ligoski, B., Gonçalves, L. F., Claudio, F. L., Alves, E. M., Krüger, A. M. Bizzuti, B. E., Lima, P. M. T., Abdalla, A. L. & Paim, T. P. (2020) Silage of intercropping corn, palisade grass, and pigeon pea increases protein content and reduces in vitro methane production. *Agronomy*, 10, 1784. <http://dx.doi.10.3390/agronomy10111784>

Millen, D. D., Pacheco, R. D. L., Arrigoni, M. D. B., Galyean, M. L. & Vasconcelos, J. T. A (2009). Snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brasil. *Journal of Animal Science*, Columbia, 87(10), 3427-3439. <http://dx.doi.10.2527/jas.2009-1880>

Mateus, G. P., Crusciol, C. A. C., Pariz, C. M., Costa, N. R., Borghi, E., Costa, C. (2020). Corn intercropped with tropical perennial grasses as affected by sidedress nitrogen application rates. *Nutrient Cycling and Agroecosystems*. 116, 223–244. <http://dx.doi.10.1007/s10705-019-10040>

Modesto, V. C., Andreotti, M., Nakao, A. H., Soares, D. A., Froio, L. L., Dickmann, L., Pascoaloto, I. M. & Fernandes, I. M. D. M. (2021). Yield and production components of corn under straw of marandu palisade grass inoculated with *Azospirillum brasilense* in the Low-Land Cerrado. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1-11. <http://dx.doi.10.3389/fsufs.2020.617065>

Pascoaloto, I. M., Andreotti, M., Cruz, S. S., Sabbag, O. J., Borghi, E., Lima, G. C. & Modesto, V. C. (2017). Economic analysis of sorghum consortia with forages or with dwarf pigeon pea succeeded by soybean or corn. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(10), 833-840. <http://dx.doi.10.1590/S0100-204X2017001000002>

Pariz, C. M., Costa, N. R., Costa, C., Crusciol, C. A. C., Castilhos, A. M., Meirelles, P. R. L., Calonego, J. C., Franzluebbers, A. J. (2020). An innovative corn to silage- grass-legume intercropping system with oversown black oat and soybean to silage in succession for the improvement of nutrient cycling. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1-20. <http://dx.doi.10.3389/fsufs.2020.544996>

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Raij, B. Van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, 420 p , 2011.

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumbreiras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Cunha, T. J. F. & Oliveira, J. B. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos, 355.

Silva, A., Santos, F. L. S., Barretto, V. C. M., Freitas, R. J. & Kluthcouski, J. (2018). Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu-anão. *Journal of Neotropical Agriculture*, 5(2), 39-47

van Soest, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.

Zopollatto, M., Nussio, L. G., Mari, L. J., Schmidt, P., Duarte, A. P. & Mourão, G. B. (2009). Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(3), 452-461. <http://dx.doi.10.1590/S1516-35982009000300008>