

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ARLITON MATHEUS DANGUI

**PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGEM DE
MILHO CONSORCIADO COM LEGUMINOSAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2020

ARLITON MATHEUS DANGUI

**PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGEM DE
MILHO CONSORCIADO COM LEGUMINOSAS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

Coorientador: Msc. Vanderson Vieira Batista

DOIS VIZINHOS

2020



PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGEM DE MILHO CONSORCIADO COM LEGUMINOSAS

ARLITON MATHEUS DANGUI

Trabalho de Conclusão de Curso II aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, no Curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Karine Fuschter Oligini
Doutoranda - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
(Orientador)

Dois Vizinhos, 10 de dezembro, 2020

RESUMO

DANGUI, A.M. **Produtividade e composição bromatológica de silagem de milho consorciado com leguminosas. (30 f.)** Trabalho de Conclusão de Curso II (Curso de Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

A realização do consórcio é uma alternativa para aumentar a produtividade e a qualidade da forragem ensilada, melhorando o aproveitamento das áreas agrícolas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade de forragem e o teor de proteína bruta e matéria mineral da silagem de milho, cultivado em monocultura e em sistema de consórcio em diferentes arranjos de entre linhas. O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Dois Vizinhos, adotando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso seguindo um esquema fatorial $4 + 1 \times 2$, com três repetições. Sendo o primeiro fator composto por espécies consorciadas (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab* e *Mucuna aterrima*) mais milho solteiro; e o segundo fator arranjos de entre linhas (espaçamento entre linha de milho 45 cm com linha simples das espécies consorciadas; espaçamento entre linha de milho de 90 cm linha dupla das espécies consorciadas). Houve redução de 6.508, 5.600 e 3.663 kg ha⁻¹ na produtividade da silagem de milho para os tratamentos consorciados com mucuna, lab labe crotalária respectivamente, em relação ao monocultivo de milho. No entanto, a produtividade total de silagem não se diferiu ao comparar as distintas espécies consorciadas e o milho cultivado em monocultivo. Destaca-se a menor interferência do guandu quando consorciado, o mesmo não interferiu na produtividade de silagem de milho em relação ao monocultivo do cereal. O teor de proteína bruta da silagem foi superior para os consórcios em relação ao monocultivo de milho devido a utilização de plantas leguminosas. Em especial o consórcio com crotalária produziu 440 kg PB ha⁻¹, a mais em relação ao cultivo do milho solteiro, sendo a melhor alternativa para elevar a produção de proteína bruta por unidade de área. Outros estudos da composição bromatológica e desempenho animal são fundamentais, para que a silagem de milho mais leguminosa seja utilizada na alimentação animal.

Palavras-chave: Crotalária. Guandu. Labe-labe. Mucuna. Proteína Bruta.

ABSTRACT

DANGUI, A.M. **Yield and bromatological analyses of corn silage intercropped with legumes. (30 pages)** Course Conclusion work II (Agronomy Course) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

Maize intercropped with legumes may be an interesting alternative to increase yield and quality of silage, improving the use of agricultural areas. The objective of this work was to evaluate the fodder yield and the crude protein and mineral matter content of corn silage, cultivated in monoculture and intercrop with legumes in different arrangements between rows. Experiment was carried out at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Dois Vizinhos, adopting the experimental design of random blocks following a 4 + 1 x 2 factorial scheme, with three repetitions. The first factor is regarding to intercropped species (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab* and *Mucuna aterrima*) plus single corn; and the second factor being the arrangements between rows (45 cm spacing between corn row with single row of the legume species and 90 cm spacing between corn row with double row of the legume species). There was a reduction of 6,508, 5,600 and 3,663 kg ha⁻¹ in the yield of corn silage for the intercropped treatments with mucuna, labe-labe and crotalaria respectively, in relation to the corn monocrop. However, total silage yield (kg MS ha⁻¹) did not differ statistically when comparing the different species consortium and the corn cultivated in monoculture. It is highlight the lower interference of guandu at the intercrop, showing similar corn silage yield in relation to the monocrop of the cereal. Silage crude protein was higher at the intercrop in relation to the monocrop of corn due to the use of leguminous plants. Especially the intercropped with crotalaria produced 440 kg PB ha⁻¹ more than the cultivation of single corn, being the best alternative to increase the production of crude protein per unit area. Further studies related to the animal performance are fundamental to increase de adoption of intercropped systems.

Key-words: Crotalária. Mucuna. Labe-labe. Mucuna. Proteína Bruta.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	JUSTIFICATIVA	8
3	OBJETIVOS:	9
3.1	OBJETIVO GERAL	9
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:	10
4.1	MILHO CONSORCIADO	10
4.1.1	Milho consorciado com guandu (<i>Cajanus cajan</i>)	10
4.1.2	Milho consorciado com crotalária (<i>Crotalaria juncea</i>)	11
4.1.3	Milho consorciado com lab-lab (<i>Dolichos lablab</i>)	12
4.1.4	Milho consorciado com mucuna preta (<i>Mucuna aterrima</i>)	12
4.2	ARRANJO DE ENTRE LINHAS	12
5	METODOLOGIA	13
5.1	LOCAL	13
5.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	13
5.3	IMPLANTAÇÃO	13
5.3.1	Manejos adotados	15
5.4	VARIÁVEIS ANALISADAS	15
5.4.1	População das plantas consorciadas	15
5.4.2	Determinação de biomassa das plantas em consórcio	15
5.4.3	Determinação dos componentes de rendimento	16
5.4.4	Determinação da qualidade bromatológica	16
5.4.5	Análise estatística	16
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
7	CONCLUSÕES	27
8	REFERÊNCIAS:	28

1 INTRODUÇÃO

Dados fornecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) durante o 5º Fórum do Milho, informam que 2,25 milhões de hectares são destinados para a fabricação de silagem, representando 15 % das áreas cultivadas com milho (PEREIRA, 2013).

A utilização destas áreas com o propósito de ensilamento da forragem é uma alternativa encontrada pelos agricultores para enfrentar a sazonalidade na produtividade das pastagens, somado a necessidade de ofertar volumoso de qualidade ao rebanho (COSTA, 2011).

Com o intuito de otimizar as áreas da propriedade, o consórcio é uma alternativa para aumentar a produtividade e qualidade da silagem, e consiste na utilização de duas ou mais espécies vegetais cultivadas simultaneamente em uma mesma área (DE ALBUQUERQUE et al. 2012). Segundo Rodrigues (2006), o consórcio proporciona benefícios em relação ao fornecimento de minerais e nutrientes para a biomassa produzida, porém a competição entre as culturas por água, nutrientes e luminosidade é inevitável.

Partido deste pressuposto alguns trabalhos foram realizados os quais indicaram que o uso de leguminosas no sistema permite incrementar proteína bruta à silagem, visto que, o milho apresenta-se como uma fonte energética de alimento (COSTA 2011).

O aumento do espaçamento entre linha, muitas vezes promove maior incremento de biomassa da planta consorciada, como estudado por Batista et al. (2019), em que a soja em espaçamentos maiores nas entre linhas, teve aumento na produtividade de biomassa e elevou os teores de proteína bruta e matéria mineral. Porém, os mesmos resultados não foram constatados por Borghi et al. (2010), trabalhando com capim braquiária, o qual obteve redução na qualidade da forragem, quando utilizou espaçamentos maiores.

Neste contexto, destaca-se a necessidade de estudos afim de estabelecer consórcios que possam contribuir na produtividade de biomassa e na qualidade bromatológica da silagem, bem como definir o arranjo entre linhas, no qual a fitomassa produzida pela cultura do milho e demais espécie do consórcio, permitam melhorar o teor de proteína bruta da forragem ensilada, minerais e proteína bruta por área.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade de forragem e o teor de proteína bruta, matéria mineral da silagem de milho cultivado em monocultura e em sistema de consórcio (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab* e *Mucuna aterrima*), em diferentes arranjos de entre linhas.

2 JUSTIFICATIVA

Sabe-se da necessidade e importância do fornecimento de forragem de qualidade na alimentação animal, sendo assim o presente trabalho busca avaliar a produtividade de biomassa do milho consorciado com diferentes espécies em diferentes arranjos de entre linhas, no intuito de aumentar a produtividade e a qualidade da biomassa para a produção de silagem.

O experimento pode ser uma alternativa para tornar a área mais eficiente na produção de forragem, pois os consórcios com leguminosas principalmente, pode melhorar a qualidade bromatológica da forragem ensilada.

Assim, a avaliação de diferentes arranjos de entre linha é fundamental para que o produtor compreenda qual espaçamento entre linha trará melhores resultados na produção da silagem.

3 OBJETIVOS:

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produtividade e o teor de proteína bruta, matéria mineral da silagem de milho cultivado em monocultura e em sistema de consórcio (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab* e *Mucuna aterrima*), em diferentes arranjos de entre linhas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a produtividade de biomassa dos sistemas consorciados.

Comparar a produtividade de biomassa do milho em monocultura com os diferentes consórcios (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab*, *Mucuna aterrima*).

Analisar a produção de biomassa nos distintos arranjos de entre linhas (45 cm com linha simples e 90 cm linha dupla).

Avaliar o teor de proteína bruta e matéria mineral.

Quantificar o montante de proteína bruta produzida por unidade de área.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

4.1 MILHO CONSORCIADO

O cultivo consorciado consiste na utilização de duas ou mais espécies vegetais plantadas simultaneamente, em uma mesma área, na maioria das vezes esse sistema tem como finalidade a melhoria de atributos físicos e químicos do solo, supressão de plantas daninhas e incremento de biomassa (DE ALBUQUERQUE et al., 2012).

Segundo Costa (2011) a adoção de consórcios contendo leguminosas é uma forma de incremento de proteína bruta (PB) para a silagem, visto que o milho apresenta elevada concentração de carboidratos solúveis e teores menores de proteína. Sabe-se, que a adição de biomassa de soja a biomassa de milho ensilada, apresenta capacidade de melhorar a qualidade bromatológica da forragem ensilada, elevando os teores de proteína bruta da silagem e produtividade de proteína bruta por unidade de área (BATISTA et al., 2019). Ainda, em estudos realizados por Batista et al. (2019) demonstram que o cultivo consorciado de milho e soja não interferem no rendimento produtivo do milho.

Borghini et al. (2010), trabalhando com milho consorciado com *Brachiaria brizantha* evidencia que em espaçamentos de 45 cm com o capim na entrelinha elevaram a produção de matéria seca, por conta da melhor distribuição das plantas, no entanto arranjos com espaçamentos de 90 cm levaram a produção de forragens mais fibrosas, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes totais.

No cultivo consorciado de milho e soja Batista et al. (2019) observaram que o aumento de espaçamento entre linha de milho, promovem incremento na produtividade de biomassa da soja, contribuindo consequentemente com os teores de matéria mineral e proteína bruta da silagem.

4.1.1 Milho consorciado com guandu (*Cajanus cajan*)

O guandu espécie pertence à família das Fabaceae possui sistema radicular pivotante que atinge mais de um metro da superfície, suas raízes secundárias associam-se aos nódulos das bactérias simbióticas (*Rhizobium*), além disso, possui alta palatabilidade quando usada como forragem, fornecendo de 14 a 22% de proteína bruta variando de acordo com a época de plantio e colheita (SEIFFERT, 1983).

O processo de ensilagem do milho mais guandu realizado no ponto de grão farináceos do milho, permite que a leguminosa venha a produzir de 10-30 t de matéria fresca, considerando o fato da Fabaceae encontrar-se no seu estágio vegetativo (COSTA et al., 2017).

Em experimento realizado por Andrade et al. (1991), avaliando o consórcio entre guandu e sorgo, destacou-se que a silagem da gramínea em questão quando recebe incremento de 30% da forragem de guandu, aumentou o teor de proteína bruta para valores maiores que a monocultura de sorgo, obtendo um teor de 22% de proteína bruta na silagem produzida. Porém, proporções maiores da leguminosa podem elevar os teores de fibra bruta da forragem ensilada, reduzindo a qualidade nutricional (ANDRADE et al., 1991).

Paz et al. (2017) avaliando diferentes plantas consorciadas com o milho (feijão-deporco, feijão-caupi, mucuna-preta, crotalária), obteve resultados que indicaram menor grau de competição por parte do guandu, não afetando os componentes de rendimento do milho.

4.1.2 Milho consorciado com crotalária (*Crotalaria juncea*)

A crotalária pertence à família das Fabaceae manifestando características morfofisiológicas semelhantes as demais espécies consorciadas. Fato que permite sua utilização visando grande produção de biomassa e fixação de nitrogênio (PEREIRA et al., 2005). A planta é cultivada em regiões tropicais, tolerando solos de baixa fertilidade, seu desenvolvimento é favorecido por alta temperatura e boa umidade (EIRAS et al., 2011).

Em experimento realizado por Menezes et al. (2009), no qual analisou distintas plantas de cobertura, a crotalária produziu cerca de 8,6 t ha⁻¹ de fitomassa seca, quando estabelecida solteira. Resultados obtidos por Silva (2009), evidenciam que o consórcio com o milho e *C.juncea* proporciona uma forragem com teor de proteína bruta de 15,35%, assim pode permitir a produção de uma silagem com maior qualidade proteica.

No sistema consorciado milho mais crotalária a produtividade de massa seca de milho não foi interferida pela espécie consorciada, chegando a valores próximos ao monocultivo de milho, porém ocorreu a redução da produtividade de fitomassa da leguminosa (BATISTA et al., 2018). Porém, Oliveira et al. (2010) constatou que produtividade de grãos de milho mais com crotalária, com adubação de nitrogênio de 90 kg ha⁻¹ foi afetada, reduzindo em 12 % em relação ao cultivo em monocultura, fato que pode estar atribuído a competição por água, luminosidade e nutrientes.

4.1.3 Milho consorciado com lab-lab (*Dolichos lablab*)

O lab-lab tem crescimento indeterminado e é sensível a questão do fotoperíodo, sua tolerância a secas prolongadas é considerada intermediária, apresentando preferência por temperaturas amenas, no que se refere a fertilidade do solo melhores resultados são obtidos em áreas férteis e bem drenadas (BARRETO et al., 2001). Além disso, segundo De Arruda e Da Costa (2003) esta planta possui hábito de crescimento trepador.

Em experimento realizado por Cavalcante et al. (2012) obteve-se uma produtividade 24,5 t ha⁻¹ de matéria fresca e 3,2 t ha⁻¹ de matéria seca. Em relação a produção de N, Salomão et al. (2015) evidenciou 66,18 kg ha⁻¹ quando estabelecida em monocultivo.

4.1.4 Milho consorciado com mucuna preta (*Mucuna aterrima*)

A mucuna preta tem característica de uma planta volúvel seu hábito de crescimento é trepador, planta rústica e é classificada como herbácea pertencente à família das Fabaceae (RAMOS et al., 2018).

Esta planta pode chegar até 6 metros de extensão com produtividade de matéria verde entre 29 a 50 t ha⁻¹ e matéria seca de 6 a 9 t ha⁻¹ (primavera-verão) capaz de fixar entre 120 a 210 kg de nitrogênio ha⁻¹ ano⁻¹ (WUTKE et.al, 2007).

Segundo Souza (2020), o consórcio milho mucuna plantados simultaneamente, não interferem nos componentes de rendimento do cereal, porém reduzem os teores de micro e macro nutrientes presentes no solo.

4.2 ARRANJO DE ENTRE LINHAS

Baseado no que é descrito por Rodrigues (2006) o consórcio pode trazer inúmeros benéficos em relação à produção de biomassa e nutrientes, porém é inevitável a interação entre as espécies, podendo gerar competição por nutrientes, água e luminosidade.

Quando o consórcio estiver voltado para a produção de silagem Borghi et al. (2010) recomendam o espaçamento entre linha de 45 cm pois em seu trabalho não constatou interferência no desenvolvimento da braquiária, sendo o espaçamento de 90 cm favorável ao desenvolvimento e maior incremento de matéria seca do capim, porém resulta na redução da qualidade da forragem.

5 METODOLOGIA

5.1 LOCAL

A área experimental (Figura 1) fica localizada no município de Dois Vizinhos, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) (latitude 25° 41' 39''S e longitude 53° 05' 37''W) a qual apresenta altitude média de 528 metros (Figura 1).



Figura 01. Área de implantação do experimento. UTFPR-Dois Vizinhos-Brasil. Fonte: Google Earth (2020).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (BHERING et al, 2008). Com base na classificação de Köppen, o clima é subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com temperaturas médias anuais em torno de 19°C e 20° C (ALVARES et al, 2013). De acordo com IAPAR (2019) a precipitação média anual está em torno 1.800 a 2.000 mm para a região.

5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4+1 x 2), com três repetições. Sendo o primeiro fator composto por espécies consorciadas (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab*, *Mucuna aterrima*) mais milho solteiro e o segundo fator arranjo de entre linhas (espaçamento entre linha de 45 cm e espaçamento entre linha 90 cm).

5.3 IMPLANTAÇÃO

A semeadura ocorreu no dia 16 de setembro de 2019, com o híbrido de milho Brevant B2688PWU, semeado em sistema de plantio direto sobre a palhada de *Avena sativa*, a qual

havia sido dessecada 25 dias antes. A área possui 30 unidades experimentais dimensionadas com: 2,25 metros de largura e 7 metros de comprimento resultando em 15,75 metros quadrados.

As unidades experimentais com espaçamento entre linha de 45 cm tiveram cinco linhas de semeadura de milho e uma linha da espécie consorciada em cada entre linha do milho (Figura 2 A), enquanto no espaçamento de 90 cm implantou-se três linhas de milho com linhas duplas das espécies consorciadas entre linhas de milho (Figura 2 B). Para as avaliações, considerou-se a linha central de milho e uma da espécie consorciada para o espaçamento de 45 cm (Figura 2 A) e uma linha de milho e duas da espécie consorciada para o espaçamento de 90 cm (Figura 2 B), por cinco metros de comprimento, proporcionando áreas de avaliação (AA) de 2,25 e 4,50 m², respectivamente.

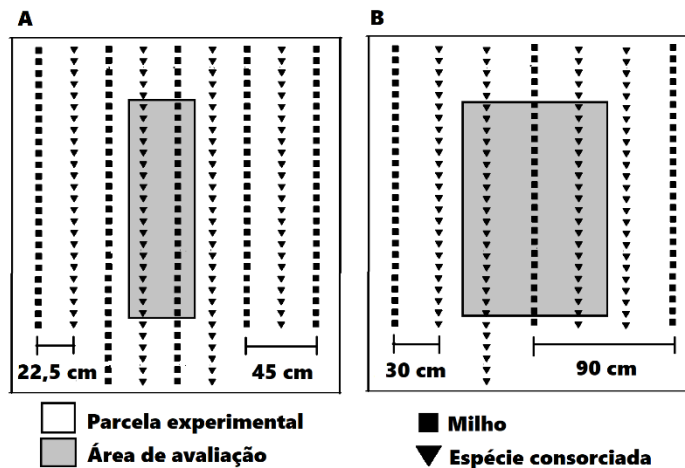


Figura 02. Parcela experimental e área de avaliação (AA) no arranjo de entre linhas de 45 cm (A) e 90 cm (B) no cultivo consorciado de milho, UTFPR - Dois Vizinhos – Brasil, safra de 2019/20.

Adotou-se taxa de semeadura de 3,1 sementes por metro linear no espaçamento de 45 cm e 6,2 sementes no espaçamento de 90 cm, uma população de 68.888 sementes ha⁻¹ de milho. Processo realizado com uma semeadora-adubadora Semeato SHM-11/13, acoplada ao trator TL-75. A semeadora foi regulada mantendo-se os espaçamentos entre linhas elucidados na figura 02.

As quantidades de sementes utilizadas foram de 30 kg ha⁻¹ para *Crotalaria juncea*; *Cajanus cajan* 35 kg ha⁻¹; *Mucuna aterrima* 60 kg ha⁻¹; de *Dolichos lablab* 50 kg ha⁻¹. Todas as plantas citadas semeadas simultaneamente com o milho.

Manteve-se a proporção na regulagem da semeadora de fluxo contínuo no plantio das espécies intercalares, desta forma para o arranjo de 90 cm (linhas duplas da espécie consorciada) utilizou-se metade da regulagem aferida no arranjo de 45 cm (linha simples).

Utilizou-se uma adubação de base com formulação 08-28-16 (N-P₂O₅-K₂O) junto a semeadura do milho, em uma quantidade de 321 kg ha⁻¹, apenas para o milho. A adubação nitrogenada total em cobertura foi de 160 Kg ha⁻¹ de N, aproximadamente 7 sacas de uréia ha⁻¹, parceladas em duas aplicações a primeira aplicada em V4 e a segunda em V7.

5.3.1 Manejos adotados

A dessecação da aveia de cobertura ocorreu 25 dias antes da semeadura do milho e das plantas consorciadas, com herbicida sistêmico ingrediente ativo glifosato. Para controle de percevejo barriga-verde (*Dichelops melacanthus*), aplicou-se neonicotinóide + piretróides no estágio V1 do milho. Entre os estágios V3 e V4, fez-se uso de inseticida fisiológico grupo químico benzoiluréia para o controle da lagarta *Spodoptera frugiperda*. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio da capina manual, no estágio V4. Isso porque, não existe herbicida seletivo para as plantas de cobertura consorciadas com o milho.

5.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

5.4.1 População das plantas consorciadas

No ponto de silagem (3/4 do grão preenchido com amido) ocorreu a contagem do número de plantas (milho e espécies consorciadas) presentes na área de avaliação, e posteriormente extrapoladas para hectares (plantas ha⁻¹).

5.4.2 Determinação de biomassa das plantas em consórcio

Para determinação de biomassa coletou-se as plantas da área de avaliação no momento que a cultura do milho apresentava 32 a 36% de matéria seca e o grão com 3/4 da linha do leite. As plantas foram cortadas 25 cm acima do nível do solo (simulando o corte de uma ensiladeira). As amostras foram pesadas isoladamente (por cultura), tendo o valor extrapolado para quilogramas por hectare (kg ha⁻¹).

Na sequência, as plantas foram moídas com uma ensiladeira estacionária com tamanho médio de partícula 1 cm, separando uma amostra de 300 g de forragem de cada espécie por unidade amostral em sacos de papéis e encaminhando-as para a estufa com circulação forçada

de ar a 65 °C, até obterem massa constante. E então, pesadas, para determinação de porcentagem de massa seca (%) das diferentes espécies.

5.4.3 Determinação dos componentes de rendimento

As porcentagens de massa seca resultante de cada espécie, em cada unidade amostral, foram relacionadas com os respectivos valores de produtividade de massa verde para obter-se a produtividade de massa seca das amostras (kg ha^{-1}).

Somando-se os valores de produtividade de massa seca de milho com a produtividade das distintas espécies dos consórcios, nas respectivas unidades amostrais, determinou-se a produtividade total de massa seca (silagem) (kg ha^{-1}).

5.4.4 Determinação da qualidade bromatológica

As amostras de forragens de milho e das diferentes espécies do consórcio (*Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab*, *Mucuna aterrima*) coletadas para determinação da produtividade, foram agrupadas e misturadas nas respectivas unidades amostrais, afim de obter-se uma biomassa homogênea.

Deste material, 3 kg (mantendo-se a proporção real entre milho e espécies consorciadas) foram acondicionados em pacotes de polietileno “microsilos” (25 x 50 cm com espessura de 15mm). Os microsilos ficaram vedados com cinta plástica, após retirada do ar com aspiradores de pó, sendo armazenados em local sem a presença de luz por 60 dias.

Posteriormente ocorreu a abertura e uma amostra composta de 300 g de silagem de cada microsilos foi inserida em sacos de papel, os quais foram levados á estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até obter massa constante. A silagem seca foi moída em moinho de faca estacionário tipo Willey com peneira de 1 mm e o material encaminhado para o Laboratório de Bromatologia da UTFPR-DV.

Em laboratório analisou-se a quantidade de proteína bruta da amostra (%), através da quantificação do N presente nas amostras, conforme metodologia Tedesco et al. (1995), matéria mineral (MM) (%) (SILVA; QUEIROZ, 2002). Além disso, multiplicando os valores de proteína bruta da silagem pelos valores de produtividade total de massa seca (mantendo-se a % de cada espécie) obteve-se a produtividade de proteína bruta por área (Kg ha^{-1}).

5.4.5 Análise estatística

Os dados foram tabulados e submetidos a teste de normalidade e homogeneidade. Em seguida, aplicou-se análise variância (ANOVA) a 5% de probabilidade e quando constatando efeito significativo ($p < 0,05$), aplicou-se teste de comparação de medias Tukey a 5% de probabilidade. O milho em monocultura foi comparado pelo teste T com os consórcios estudados, assim considerou-se a média dos arranjos de entre linhas de 45cm e 90cm para o milho em monocultura. A análise estática foi realizada com auxílio do software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2008).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao estande de plantas e os componentes de rendimento de silagem, observa-se na Tabela 01 que houve interação entre os fatores analisados (espécie consorciada e espaçamento entre linha) apenas para a variável estande final de plantas da espécie consorciada. Ainda, analisando os fatores de forma isolada, observa-se que a espécie consorciada exibe efeito estatístico significativo sobre as variáveis produtividade de silagem de milho e produtividade de silagem da espécie consorciada, entretanto, os fatores estudados não influenciaram o estande final de plantas de milho e a produtividade total de silagem (Tabela 01).

Tabela 01. Produtividade de silagem no cultivo consorciado de milho, UTFPR - Dois Vizinhos – Brasil, safra 2019/20.

Safra 2019/20	EFPM	EFPEC	PSM	PSEC	PTS
<i>P – valor</i>					
EC	0,6099	0,0001	0,0069	0,0005	0,0648
EL	0,3553	0,7411	0,7190	0,7862	0,5454
EC * EL	0,9265	0,0086	0,3353	0,2815	0,3849
Média geral	52.222,22	68.240,74	12.862,14	3.765,25	16.627,39
CV (%)	10,90	23,52	16,01	21,79	11,56
Espécie consorciada					
Crotalária	54.074,07 ^{ns}	101.111,11*	13.601,19 a*	4.967,41 a*	18.568,74 ^{ns}
Guandu	53.333,33 ^{ns}	99.629,63*	15.427,56 a ^{ns}	756,67 b ^{ns}	16.184,22 ^{ns}
Lab-lab	51.481,48 ^{ns}	36.666,67*	11.664,26 ab*	3.711,48 a*	15.375,74 ^{ns}
Mucuna	50.000,00*	35.555,56*	10.755,56 b*	5.625,46 a*	16.381,02 ^{ns}
MM	56.667,67	0,00	17.264,30	0,00	17.264,30
Espaçamento entre linhas					
45 cm	53.333,33	66.666,67	13.016,41	3.854,07	16.870,48
90 cm	51.111,11	69.814,81	12.707,87	3.676,44	16.384,31

P > 0,05 – não existe diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade do erro. P <= 0,05 – existe diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade do erro. Médias seguidas por letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* e ^{ns} – corresponde respectivamente a significativo e não significativo a 5% de probabilidade para o teste T, em relação ao cultivo de milho em monocultura.

EC = espécie consorciada, EL = espaçamento entre linhas, EFPM = estande final de plantas de milho (plantas ha⁻¹), EFPEC = estande final de plantas da espécie consorciada milho (plantas ha⁻¹), PSM = produtividade de silagem de milho (kg ha⁻¹), PSEC = produtividade de silagem da espécie consorciada (kg ha⁻¹), PTS = produtividade total de silagem (kg ha⁻¹), MM = milho em monocultura e CV = coeficiente de variação;

O estande final de plantas de milho não apresentou diferença estatística entre os fatores, sendo relatado média de 52.222,22 plantas de milho ha⁻¹. Acredita-se que este resultado, está relacionado com as densidades de sementes de milho, que foram mantidas iguais para todos os tratamentos. Resultados colaboram com estudos desenvolvido por Cortez et al. (2009), o

qual avaliou o consórcio de milho com culturas intercalares (mucuna anã, guandu anão, lablab) o mesmo não obteve diferença para a variável estande final de plantas de milho.

Destaca-se o fato de que o estande final de plantas se encontra entre os principais fatores responsáveis pelo sucesso da produtividade da cultura do milho (MADALUZ, 2015). Neste sentido, ressalta-se a diferença existente entre a densidade de semeadura de milho utilizada (68.888 sementes ha⁻¹) e a população final de plantas para a cultura nos consórcios. Porém, é possível verificar que o estande final de plantas de milho em monocultura apresenta valor médio de 56.667,67 plantas de milho ha⁻¹, sendo que este estande de planta é estatisticamente superior apenas para o do tratamento com milho consorciado com mucuna com uma diferença de 6.667,67 plantas.

Analisando a inserção desta leguminosa no cultivo consorciado com cana de açúcar, Ambrosano et al. (2014) constataram que a adoção do consórcio resultou na competição interespecífica por parte da mucuna sobre as plantas da gramínea, afetando negativamente o desenvolvimento inicial da cultura. Neste contexto, entende-se que esta espécie pode ocasionar competição, interferindo no estabelecimento e desenvolvimento da cultura e conseqüentemente promovendo redução no estande de plantas de milho.

Na Tabela 02, é exibida a interação estatísticas entre os fatores estudados para a variável estande final de plantas da espécie consorciada (EFPEC).

Tabela 2. Interação do estande final de plantas da espécie consorciada em função do espaçamento entre linhas, no cultivo consorciado de milho, UTFPR - Dois Vizinhos – Brasil, safra 2019/2020.

Espaçamento entre linhas	Estande final de plantas por hectare da espécie consorciada			
	Crotalária	Guandu	Lab-lab	Mucuna
45 cm	125.925,93 Aa	69.629,63 Bb	34.074,07 Ab	37.037,04 Ab
90 cm	76.296,30 Bab	129.629,63 Aa	39.259,26 Ab	34.074,07 Ab

Letras maiúsculas na coluna e minúscula na linha diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entre as espécies consorciadas, a crotalária apresenta maior estande de plantas quando cultivada em espaçamento entre linha de milho de 45 cm uma diferença de 49.629,63 plantas em relação ao espaçamento de 90 cm. Entretanto, ao cultivar guandu em consórcio com o milho, este exibiu maior número de plantas de 60.000,00 no espaçamento entre linhas de 90 cm, em relação ao espaçamento de 45 cm.

Quanto ao espaçamento entre linhas, relata-se que ao utilizar o espaçamento de 45 cm entre linhas de milho, a crotalária exibe maior estande final de plantas da espécie consorciada (125.925,93 plantas ha⁻¹). Porém, ao ser empregado o espaçamento de 90 cm entre linhas de milho, observa-se maior população final da espécie consorciada guandu (129.629 plantas ha⁻¹).

Evidencia-se que a crotalária ao ser cultivada no espaçamento entre linha de milho de 45 cm apresentou estande de planta 60,59% maior em comparação ao seu cultivo no arranjo de entre linha de 90 cm. Castro (2015), ao utilizar linhas duplas desta leguminosa espaçada 25 cm da linha de milho e 50 cm entre as fileiras da espécie consorciada, verificou efeito competitivo por luminosidade, principalmente sobre a cultura do milho. Porém, acredita-se que no presente trabalho o arranjo de entre linha de 90 cm ocasionou a competição intraespecífica entre as plantas de crotalária devido ao adensamento da leguminosa distribuída em fileiras duplas, com uma equidistância de 30 cm entre elas, resultando na diminuição do estande final de plantas desta espécie.

Para o consórcio de milho mais guandu, o espaçamento de 90 cm apresentou superioridade de 53,71% no estande final de plantas da espécie consorciada, em relação ao arranjo de 45 cm. Segundo Silva et al.(2009), grande parte das gramíneas apresentam potencial de crescimento elevado e rápido desenvolvimento inicial em condições favoráveis, tornando-as capazes de superar e suprimir outras plantas daninhas ou até mesmo outras culturas intercalares, enquanto algumas leguminosas apresentam desenvolvimento inicial mais lento. Já Oliveira et al. (2010), destaca que o sombreamento em espaçamento reduzido entre linhas de milhos, 45 cm (linha simples da leguminosa entre linha), compromete o desenvolvimento do guandu e conseqüentemente a supressão de parte do estande da Fabaceae.

Perante a estas condições, acredita-se que o milho consorciado com guandu, em arranjos de 45 cm ou espaçamentos reduzidos, tenha provocado a supressão de parte do estande de planta da leguminosa. Importante destacar que tão importante quando a população de plantas é o hábito de crescimento destas plantas. Nesse contexto, o hábito rasteiro (trepador) da mucuna e lab-lab tendem a apresentar maior potencial de competição com o milho.

Já ao aplicar o teste t para comparativo das médias entre os tratamentos consorciados (crotalária, guandu, lab-lab, mucuna) e milho em monocultura, a variável EFPEC apresenta diferença estatística significativa para todos os tratamentos (Tabela 01). Este resultado é consequência da não utilização de espécies consorciadas no cultivo de milho em monocultivo, resultado em estande final da espécie consorciada para o tratamento igual a zero.

Para a produtividade de silagem de milho, mostrada na Tabela 01, é constatado que o cultivo de milho e mucuna em consórcio, exibem menores valores (10.755,56 kg ha⁻¹), com uma diferença de 4.672,00 e 2.845,63 kg ha⁻¹ em relação ao cultivo consorciado com guandu e crotalária respectivamente.

Almeida e Câmara (2011), relatam que existe competição da mucuna sobre a cultura do milho quando cultivados em consórcio, competição está, provocada pelo hábito de crescimento

volúvel da leguminosa trepadeira que se desenvolve e se enrola sobre as plantas de milho, sufocando-as. Ainda, o número de espiga por planta do milho pode ser influenciado negativamente no consórcio com esta leguminosa, além de apresentar dificuldade na realização da colheita (ROLIM et al., 2019).

Desta forma, supõe-se que a redução da produtividade de silagem de milho para este consórcio, é atribuída ao hábito de crescimento trepador da mucuna e do lab-lab, resultando em competição entre as espécies e conseqüentemente, redução da produtividade de milho. No dia da colheita notou-se este efeito competitivo, com plantas de milho sendo sufocadas pela leguminosa, constatando-se a senescência de folhas do cereal como mostrado na Figura 03.



Figura 03. Consórcio milho mais mucuna, plantas da Poaceae sufocadas pela leguminosa trepadeira. UTFPR- Dois Vizinhos – Brasil, safra 2019/2020.

Isso também pode representar problemas na colheita e ensilagem quando o processo for realizado com uma ensiladeira acoplada ao trator. No caso do uso de ensiladeiras automotriz, acredita-se que não haveria problemas para o recolhimento desta biomassa total.

O guandu por sua vez, apresenta porte de planta ereto e desenvolvimento inferior ao milho, bem como menor produção de matéria seca (GALLO et al., 2016). Em contrapartida a Poaceae tem como característica elevado crescimento e desenvolvimento inicial, em condições ambientais favoráveis como descrito por Silva et al. (2009). Este fato pode explicar a produtividade de silagem de milho semelhante observada no tratamento de milho consorciado com guandu e no cultivo de milho em monocultura (Tabela 01). Observa-se redução da produtividade de milho para silagem de 6.508,74, 5.600,04 e 3.663,11 kg ha⁻¹, para os tratamentos consorciados com mucuna, lab-lab e crotalária respectivamente, em relação ao monocultivo de milho (Tabela 01).

Mucuna e lab-lab apresentaram redução de PSM 37,70%, 32,44% respectivamente, em relação ao milho solteiro (Tabela 01). Acredita-se que esta redução na produtividade seja

provocada pela interferência do hábito de crescimento (trepador) dessas espécies. A mucuna, quando consorciada apresentou interferência em características produtivas do milho, pois desenvolvendo-se sobre o cereal (ROLIM et al.,2019).

O consórcio com crotalária mostrou redução de 21,22% em comparação ao monocultivo da Poaceae, para a produtividade de silagem de milho. Gitti et al. (2012) ressalta que o estabelecimento simultâneo de milho mais crotalária, provoca redução parcial de matéria seca das culturas envolvidas, em detrimento da competição por luz.

Para a variável produtividade de silagem da espécie consorciada com o milho (PSEC), tem-se diferença significativa para o fator espécies consorciada. Analisando este fator de forma isolada, constata-se as maiores médias para mucuna, crotalária, lab-lab e a menor média para guandu (Tabela 01).

A mucuna foi a espécie com maior média para a variável PSEC foi, produzindo 5.625,46 kg ha⁻¹, a qual mesmo cultivada em consórcio com o milho, conseguiu expressar seu alto potencial produtivo de fitomassa seca, corroborando com os valores obtidos por Fernandes et al. (2014). Segundo os pesquisadores, ao realizar cultivo de mucuna solteira é observado uma produtividade de 5 toneladas ha⁻¹ de fitomassa seca, destacando-se pela sua capacidade em suprimir outras plantas.

A crotalária, mesmo não tendo o problema de gavinhas e hábito trepador sobre o milho, apresenta rápido arranque inicial e poder de competição, apresentando altura final similar ou superior ao milho (Figura 4), o que evidencia seu potencial de competição e consequentemente redução na produtividade do milho.



Figura 04. Consórcio milho mais crotalária em linhas simples e linhas duplas ao longo do desenvolvimento do consórcio. UTFPR- Dois Vizinhos – Brasil, safra 2019/2020.

Gitti et al. (2012) ao avaliar a produtividade de matéria seca do consórcio milho mais crotalária, obteve maior acúmulo de matéria seca ao realizar semeadura simultânea, produzindo

6,2 toneladas ha^{-1} da leguminosa, valor este superior ao apresentado na Tabela 01 (4,9 toneladas ha^{-1}). Apesar de o valor encontrado ser inferior, a produtividade de silagem de crotalária está entre as maiores médias. Atribui-se a produtividade elevada de matéria seca da crotalária a sua resposta ao fotoperíodo e ao seu rápido crescimento inicial. A espécie necessita de dias curtos para florescer, logo quando semeada na primavera, tem-se maior produção de matéria seca, devido ser submetida a condições de dias longos (GITTI et al., 2012).

A produtividade de silagem da espécie consorciada guandu, apresentou média de 756,67 kg ha^{-1} . Barreto e Fernandes (2010) relatam que o consórcio de milho com esta Fabaceae pode ser realizado com menores efeitos competitivos, pois apresentam diferentes ciclos e velocidades de desenvolvimento, sendo a leguminosa uma planta de desenvolvimento lento e ciclo mais longo. Ainda segundo Barreto e Fernandes (2010), o guandu necessita de um período de tempo superior ao do milho para elevar sua produtividade de massa seca, possivelmente esta diferença entre ciclos das culturas, represente a menor produtividade de silagem de guandu no momento da colheita do presente experimento. Conforme figura 05, é possível observar um menor porte do guandu em relação ao milho, representando um menor potencial de competição e automaticamente, resultando em uma menor produção de biomassa.



Figura 05. Consórcio milho mais guandu ao longo do desenvolvimento do consórcio. UTFPR-Dois Vizinhos – Brasil, safra 2019/2020.

A produtividade total de silagem (PTS) por hectare não apresentou interação entre os fatores, nem diferença significativa ao analisar os fatores (espaçamento entre linha e espécie consorciada) de forma isolada e, tampouco ao comparar os sistemas consorciados com o sistema de monocultura (Tabela 01).

Destaca-se, que apesar da mucuna ter reduzido o estande final de plantas de milho e provocado a menor média para produtividade de silagem do cereal, a produtividade de biomassa da mucuna foi capaz de suprir esta menor produtividade do milho. Oliveira et al. (2003),

também não obteve diferença significativa para produtividade total de matéria seca quando comparou o consórcio (milho mais mucuna) ao cultivo de milho solteiro, sendo a leguminosa semeada 25 dias após da emergência do milho. Um aspecto importante a ser destacado e que as gavinhas da mucuna e lab-lab ao se agarrar nas planas de milho, tendem a dobrar o colmo, impedindo assim a boa formação e enchimento de grãos, o que pode afetar consideravelmente a produtividade de grãos de milho e automaticamente, a qualidade energética da silagem final.

A produtividade total de silagem para o consórcio com guandu não se diferiu do valor apresentando para o milho em monocultura, apesar da PSEC de guandu ter sido inferior, este comportamento corrobora com o que é dito por Silva et al. (2010), que afirma a ocorrência de competição de compensação, em que o milho se sobressai em relação a produção de matéria seca, compensando a menor produtividade de matéria seca da leguminosa.

Para o consórcio com crotalária a produtividade total de silagem foi de 18.568,74 kg ha⁻¹. Silva et al. (2009) em seu trabalho não evidenciou diferença significativa para produtividade de matéria seca total, entre o milho consorciado com crotalária e monocultivo da Poaceae. Em contrapartida Chieza et al. (2017) ao realizar o consórcio na primavera, semeado a crotalária 14 dias após o plantio do milho, notou redução na produção de matéria seca do cereal em detrimento da maior proporção produtiva da Fabaceae, resultando em uma produtividade total de matéria seca de 13.038,8 kg ha⁻¹, superior ao monocultivo de milho. Desta forma a utilização do consórcio com crotalária no período de primavera favorece o acúmulo de matéria seca, interferindo no potencial produtivo da gramínea, apresentando produtividade total de matéria seca similar ou superior ao milho em monocultura (CHIEZA et al., 2017).

Para as variáveis matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e proteína bruta por área (PBA), não houve interação estática entre os fatores (espécie consorciada e espaçamento de linha), tampouco não houve diferença significativa ao analisar os fatores de forma isolada (TABELA 3).

Ainda, observa-se na Tabela 3 que a matéria mineral não exibe diferença entre os distintos tratamentos com espécies consorciadas (crotalária, guandu, lab-lab, mucuna), em relação ao milho cultivado em monocultura. Entretanto, para a proteína bruta, todos os tratamentos analisados com espécies consorciadas exibem maiores teores do nutriente em comparação com a silagem proveniente do cultivo de milho solteiro.

Já a proteína bruta por área (PBA), observa-se que ao consorciar milho com crotalária, proporciona incremento de 26,21% em relação a milho em monocultura, diferindo estatisticamente.

Tabela 3. Qualidade bromatológica da silagem, matéria mineral (MM) (%), proteína bruta (PB) (%) e proteína bruta por área (PBA) (kg ha⁻¹) no cultivo consorciado de milho, UTFPR - Dois Vizinhos – Brasil, safra 2019/20.

Safra 2019/20	MM	PB	PBA
P (valor)			
EC	0,4482	0,9417	0,3805
EL	0,8643	0,3226	0,3004
EC * EL	0,2691	0,0634	0,4306
Média geral	4,61	11,54	1.923,49
CV (%)	10,72	11,30	18,77
Espécie consorciada			
Crotalária	4,68 ^{ns}	11,41 [*]	2.122,73 [*]
Guandu	4,61 ^{ns}	11,66 [*]	1.925,17 ^{ns}
Lab-lab	4,82 ^{ns}	11,74 [*]	1.900,59 ^{ns}
Mucuna	4,35 ^{ns}	11,34 [*]	1.745,49 ^{ns}
MM	4,90	9,76	1.681,82
Espaçamento entre linhas			
45 cm	4,60	11,81	2.002,74
90 cm	4,63	11,27	1.844,25

P > 0.05 – não existe diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade do erro. P <= 0.05 – existe diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade do erro. Médias seguidas por letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* e ^{ns} – corresponde perspectiva a significativo e não significativo a 5% de probabilidade para o teste T, em relação ao cultivo de milho em monocultura.

MM: matéria mineral (%), PB: proteína bruta (%); PBA: proteína bruta por área (kg ha⁻¹), MM: milho em monocultura. EC = espécie consorciada, EL = espaçamento entre linhas, e CV = coeficiente de variação;

Ludkiewicz (2019) evidenciou teores de matéria mineral (cinzas), entre 4,56 a 5,07% quando realizou o consórcio com guandu. De Assis et al. (2014) ao avaliar a composição bromatológica de diferentes híbridos de milho em monocultivo, obteve teores de cinzas de até 4,62% valor próximo ao encontrado no presente experimento, assim acredita-se que os fatores não influenciaram os teores de matéria mineral visto que os valores apresentados por estes autores condizem com o que foi encontrado neste trabalho.

Os teores de proteína bruta foram superiores para todos os tratamentos com espécies consorciadas em relação ao monocultivo de milho, Silva (2009) apresentou valores de PB de 11,63 % para fitomassa seca de milho mais crotalária e 12,21% para fitomassa seca de milho mais guandu aos 90 dias após semeadura (DAS). Ainda segundo Silva (2009), o consórcio gramínea mais leguminosa eleva os aspectos nutritivos da silagem, porém, períodos superiores a 90 DAS resulta na redução do teor de proteína bruta, porém permanecendo superior a silagem de milho solteiro. Na Tabela 03 nota-se valores de 11,41% de PB para o consórcio com crotalária e 11,61 % PB para o consorcio com guandu aproximando-se dos valores apresentados por Silva (2009).

Batista et al. (2018) ao avaliar a qualidade da silagem do consórcio milho mais soja comparado ao milho solteiro, constata aumento nos teores de proteína bruta com a adição de biomassa da leguminosa, devido a composição da Fabaceae. Assim é possível correlacionar com resultados obtidos no presente experimento visto que se tem um aumento nos teores de proteína bruta de 16,90 %; 19,47%; 20,29%;16,18% para os consórcios com crotalária, guandu, lab-lab e mucuna respectivamente, em relação ao milho em monocultivo.

Para a variável proteína bruta por área (PBA) o consórcio com crotalária apresentou a maior média com diferença de 440,91 kg ha⁻¹, comparado ao milho solteiro. Segundo Costa et al. (2019) maiores teores de proteína bruta foram encontrados em seu trabalho para os tratamentos milho mais crotalária, acredita-se que este fato é decorrente da maior participação da Fabaceae na massa da forragem.

Levando em conta o custo de uma ração com teor de proteína bruta de 20% à R\$:1,80, tem-se um valor de R\$: 9,00 kg⁻¹ de proteína bruta, considerando o consórcio com crotalária com produção de PBA de 440,91 kg ha⁻¹ a mais que o monocultivo de milho, em um hectare esta diferença pode significar um valor R\$ 3.968,19 referente a produção de proteína bruta.

Apesar dos demais tratamentos com espécies consorciadas não apresentarem diferença estatística para a variável PBA em relação ao monocultivo de milho, nota-se que houve numericamente maior quantidade de proteína bruta por área, ao realizar o consórcio com as leguminosas. Utilizando a soja como leguminosa no consórcio, Marques et al. (2019) reportaram que o consórcio eleva os níveis proteicos da silagem, contribuindo para produção de uma silagem com maior qualidade, este autor destaca que avaliações de aceitabilidade e desempenho animal são necessárias afim de se fazer uso na alimentação animal. Assim sendo, a adição de plantas leguminosas no presente experimento é uma estratégia para elevar os teores de proteína bruta na silagem produzida, porém para que o consórcio seja aceito pelos produtores, faz-se necessário maior detalhamento da composição bromatológica e discussões a respeito das densidades de semeadura, arranjos de linhas e formas de implantação das espécies utilizadas no consórcio.

7 CONCLUSÕES

A população final de plantas de milho foi similar entre as diferentes espécies intercalares, porém, o milho solteiro apresentou maior população final quando comparado ao cultivo consorciado com mucuna.

A produtividade de silagem de milho no consócio com guandu não se diferiu em comparação ao milho em monocultura, enquanto os demais consórcios (crotalaria, lab lab e mucuna) apresentaram menores produtividades, decorrente da competição.

A produção total de silagem foi semelhante em comparação as distintas espécies consorciadas e o milho cultivado em monocultivo.

O teor de proteína bruta foi superior para todos os consórcios em relação ao monocultivo da gramínea. O consócio com crotalaria apresentou maior média para proteína bruta por área (kg ha^{-1}), comparada ao monocultivo.

8 REFERÊNCIAS:

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALMEIDA, Karina de; CÂMARA, Francisco Luiz Araujo. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. *Revista Brasileira de Agroecologia*, p. 55-62, 2011.

AMBROSANO, Edmilson José et al. INFLUÊNCIA DA MUCUNA-ANÃ (*Mucuna Deeringiana*) EM SISTEMAS DE PLANTIO AGROECOLÓGICO DA CANA-DE-AÇÚCAR .

ANDRADE, João Batista; JÚNIOR, Evaldo Ferrari. Associação sorgo-guandu para produção de silagem. *Boletim de Indústria Animal*, v. 48, n. 2, p. 141-147, 1991.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros Costeiros. *Embrapa Tabuleiros Costeiros-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 2001.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de milho consorciado com guandu em sistema de plantio direto em solos dos tabuleiros costeiros. *Embrapa Tabuleiros Costeiros-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 2010.

BATISTA, V.V.; ADAMI, P. F. ; MORAES, P. V. D. ; OLIGINI, K.F. ; GIACOMEL, C. L. ; LINK, L. . Row Arrangements of Maize and Soybean Intercrop on Silage Quality and Grain Yield. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, p. 286, 2019.

BATISTA, V.V.; ADAMI, P.F. ; SALOMAO, E. C. ; LINK, L. ; OLIGINI, K.F. ; GIACOMEL, C.L. . Produtividade e qualidade bromatológica de silagem de milho em monocultivo e consorciado. *Revista Cultivando o Saber*, v. 11, p. 447-460, 2018.

BHERING, S. B. et al. Mapa de solos do Estado do Paraná, legenda atualizada. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios: anais. [Viçosa, MG]: SBCS; Fortaleza: UFC, 2009., 2009.

BORGHI, ÉMERSON et al. Produtividade e qualidade das forragens de milho e de *Brachiaria brizantha* em sistema de cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 5, n. 03, 2010.

CASTRO, Cristina Maria de. **CULTIVO ORGÂNICO DE MILHO VERDE CONSORCIADO COM LEGUMINOSAS**. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2015>. Acesso em: 01 jan. 2015 .

CAVALCANTE, Valéria S. et al. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 16, n. 5, 2012.

CHIEZA, E. D. et al. Yield and economic aspects of corn and sunn hemp intercropped in different seeding intervals under organic management. **Revista Ceres**, v. 64, n. 2, p. 189-196, 2017.

CORTEZ, Jorge W.; FURLANI, Carlos EA; SILVA, Rouverson P. da. Fertilization system and intercalating crops consortium and their effects on variables of corn crop harvest. *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 2, p. 277-287, 2009.

COSTA, Carolina Marques et al. VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS MISTAS DE MILHO COM DIFERENTES ESPÉCIES DE CROTALÁRIAS. In: **Anais do V Workshop de Pós-Graduação em Zootecnia e Ciência Animal do Estado de Mato Grosso do Sul-2018**. 2019.

COSTA, Patrícia Monteiro. **Consórcio capim-braquiária, milho e leguminosas: produtividade, qualidade das silagens e desempenho animal**. 2011.

DE ALBUQUERQUE, José de Anchieta Alves et al. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.

DA COSTA, J. A. A. et al. Consórcio de guandu com milho ou com sorgo para produção de silagem. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2017.

DE ARRUDA, M. R.; DA COSTA, J. R. Importância e alguns aspectos no uso de leguminosas na Amazônia. **Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos**, 2003.

DE ASSIS, Flávia Borges et al. Caracterização agronômica e bromatológica de híbridos de milho para ensilagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2869-2881

DE FREITAS, Roberto José; NASCENTE, Adriano Stephan; DE SOUSA SANTOS, Fenelon Lourenço. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.

EIRAS, Priscila Pixoline; COELHO, Fabio Cunha. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 17, 2015.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FERNANDES, S. S. L et al. 16771-Desempenho de adubos verdes num sistema de produção sob bases ecológicas em Itaquiraí, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1, 2014.

GALLO, Anderson de Souza et al. **Milho consorciado com guandu-anão em diferentes arranjos de plantas em sistema orgânico**. 2016.

GITTI, DOUGLAS CASTILHO et al. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012.

IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná. **Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná**. 2016. Disponível em: <

<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=595>>. Acesso em 22 out. 2019.

MARQUES, Karolyna Oliveira et al. Produção e qualidade da silagem proveniente do consórcio de milho e soja. 2019.

MADALOZ, José Carlos Cazarotto. **A Importância do Estande de Plantas**. 2015. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/18/a-importancia-do-estande-de-plantas>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LUDKIEWICZ, Mariana Gaioto Ziolkowski. Composição químico-bromatológica da silagem de milho e guandu-anão consorciado ou não com capim marandu. 2019.

MENEZES, Luiz Antonio Silva et al. **Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo**. 2009.

OLIVEIRA, P. de et al. Sistema Santa Brígida-Tecnologia Embrapa: consorciação de milho com leguminosas. **Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.

OLIVEIRA, P. et al. Competitividade de mucuna preta (*Mucuna aterrima*) ou crotalária (*Crotalaria juncea*) sobre a cultura do milho. In: **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: Resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010., 2010.

OLIVEIRA, Tadário Kamel De et al. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 223-227, 2003.

PAZ, Lucas B. da et al. Desempenho e produtividade do milho safrinha em consórcio com leguminosas em sistema orgânico. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 100-109, 2017.

PEREIRA, Arison José et al. Desempenho agronômico de *Crotalaria juncea* em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano. **Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

PEREIRA, João Ricardo Alves. O mercado de silagem de milho no Brasil. **Portal Milk Point**, 2013.

PIONNER. Análise Bromatológica. 2019. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/milho/silagem/analise-bromatologica> Acesso em: 18 jan. 2019.

RAMOS, Andréia R. et al. Características agronômicas da mucuna-preta em diferentes épocas de sementeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 191-200, 2018.

RODRIGUES, ORISMÁRIO LÚCIO. CONSÓRCIO MILHO-BRAQUIÁRIA: ARRANJOS DE PLANTIO E FORMAS DE DISTRIBUIÇÃO DO ADUBO NITROGENADO. 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

ROLIM, José Igor Martins et al. Desenvolvimento e produtividade do milho em sistema plantio direto no cariri cearense. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 122-131, 2019.

SALOMÃO, Gisele Rabelo et al. Produção de milho no verão após cultivo de leguminosas como adubos verdes. 2015.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, LRL de. **Legumineira: cultura forrageira para produção de proteína**. EMBRAPA, CNPGC., 1983.

SILVA, A. A. O. et al. Competitividade de guandu anão (*Cajanus cajan*) ou braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) sobre a cultura do milho. In: **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: Resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010., 2010.

SILVA, D.; QUEIROZ, A.D. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos** (3 ed.). Viçosa: UFV. 2002.

SILVA, Paulo Claudeir Gomes. Produtividade e composição bromatológica de monocultivos e consorciações de sorgo e milho com adubos verdes em diferentes épocas de corte. 2009.

SILVA, Paulo Claudeir Gomes da et al. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1504-1512, 2009.

SOUZA FILHO, Francisco Araujo de. Produtividade do milho verde em consórcio com leguminosa mucuna-preta. 2020.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, vol. 174, 1995.

WUTKE, Elaine Bahia et al. Ministério da Agricultura (Org.). **Banco Comunitários de Sementes de Adubos Verdes: Informações Técnicas**. 2007. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-publicacoes-organicos/cartilha_adubos_verdes_para_agricultores.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.