

RICARDO OLIVEIRA ROSA

**CONSÓRCIOS DE MILHO COM CINCO ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS EM
SISTEMA ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Rogério de Paula Lana

Coorientadores: João Carlos Cardoso Galvão
Raquel Santiago Barro

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus

T	Rosa, Ricardo Oliveira, 1996-
R788c	Consórcios de milho com cinco espécies de leguminosas em sistema orgânico na produção e valor nutritivo de silagens: / Ricardo Oliveira Rosa. - Viçosa, MG, 2023.
2023	1 dissertação eletrônica (64 f.): il. Orientador: Rogério de Paula Lana Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2023. Inclui bibliografia. DOI: https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.527 Modo de acesso: World Wide Web.
	1. Cultivo consorciado; 2. <i>Cajanus cajan</i> ; 3. <i>Canavalia ensiformis</i> ; 4. <i>Crotalaria juncea</i> ; 5. <i>Lablab purpureus</i> ; 6. <i>Mucuna pruriens</i> ; 7. <i>Zea mays</i> ; I. Lana, Rogério de Paula II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia III. Título
	CDD 22. ed. 631.58

Bibliotecário(a) responsável: BRUNA SILVA CRB-6/2552


RICARDO OLIVEIRA ROSA

CONSÓRCIOS DE MILHO COM CINCO ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS EM SISTEMA ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO E VALOR NUTRITIVO DE SILAGEM


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de julho de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **ROGERIO DE PAULA LANA**
Data: 18/09/2023 17:21:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rogério de Paula Lana
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **RICARDO OLIVEIRA ROSA**
Data: 18/09/2023 15:19:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ricardo Oliveira Rosa
Autor

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu bom senhor. Obrigado pelas graças, por fortalecer meu coração e por proporcionar coisas inimagináveis em todos momentos da minha caminhada.

Ao Sr. Jurandir (*in memoriam*) e a Sra. Graça pelas incansáveis orações dedicadas a mim por me ajudar a atravessar o maior obstáculo da minha vida.

Ao Anderson, Clóvis, David e Wallace - meus amigos de infância - pela amizade incondicional. Obrigado pela irmandade de fé e motivação.

Ao Bruno, carinhosamente chamado de Tio, por todo apoio e ensinamentos. Uma amizade que se iniciou na faculdade e que continuará por toda vida.

Gabriela, Thomaz, Fernanda, Jossiële, Vivian, Jussiê, Wallace e aos colegas do GEPAI (Grupo de Extensão e Pesquisa em Agricultura Integrada) pela amizade e empenho dedicado nas diversas etapas de execução desse experimento.

Aos servidores da Fazenda Cachoeirinha da UFV (Adriano, Francisco, Toca, Divino e Vanor) pelo auxílio durante a condução dos experimentos.

Aos professores Dr. Rogério de Paula Lana, Dra. Raquel Barro e Dr João Galvão por toda orientação, oportunidades, apoio, aprendizados, profissionalismo, dedicação e recursos para execução e conclusão do experimento.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade e a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia.

À professora Dra. Irene por disponibilizar sementes de leguminosas. E a professora Dra. Fátima pela contribuição com os inoculantes.

Aos professores Dr. Rodrigo e ao Programa Milho por disponibilidade de sementes de milho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda.”
Mário Sérgio Cortella

RESUMO GERAL

ROSA, Ricardo Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2023. **Consórcios de milho com cinco espécies de leguminosas em sistema orgânicos na produção e valor nutritivo de silagem.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Coorientadores: João Carlos Cardoso Galvão e Raquel Santiago Barro.

A região da Zona da Mata Mineira apresenta inverno frio e seco, com baixa oferta de pastagem aos animais. O milho (*Zea mays* L.) é a principal forrageira utilizada na alimentação de animais ruminantes no período da seca na forma de silagem. A utilização do consórcio com leguminosas pode aumentar a produção de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos solúveis totais (CNF), cinzas (MM) e outros. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico e a produção de milho silagem em plantios solteiros ou consorciados com crotalária (*Crotalaria juncea* cv. IAC KR1), milho com feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. BRS mandarim), milho com feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), milho com mucuna preta (*Mucuna pruriens*), milho com lab lab (*Lablab purpureus* cv. Rongai) inoculadas com bactérias diazotróficas. O trabalho foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa (UFV), entre agosto de 2021 a abril de 2022. A área de pesquisa recebeu calagem dolomítica e esterco bovino curtido, nas doses de 1,5 e 22 t ha⁻¹, respectivamente. Os consórcios foram realizados na mesma linha de semeadura do milho. Cada parcela continha 12 m lineares do consórcio. Na fase de meia linha do leite o conjunto, milho e leguminosas, foram cortados, triturados e ensilados. Paralelamente, avaliou-se o desempenho agrônomico do milho, como estande de plantas ha⁻¹, número de espigas plantas⁻¹, massa de espigas (g), altura de inserção da primeira espiga e de plantas de milho (m), comprimento de espigas, diâmetro de colmo e espigas (cm), número de grãos úmidos espiga⁻¹, fileiras espiga⁻¹ e grãos fileira⁻¹, massa de mil grãos (MMG), matéria fresca (MF), matéria seca (MS) e grãos secos (t ha⁻¹). Após 60 dias de fermentação, foram realizadas as análises bromatológicas, foram determinados os teores de MS, PB, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e CNF do milho silagem resultantes dos consórcios. Para mensurar a qualidade do processo de fermentação foi avaliada as perdas por gases, efluentes e MS total. A comparação entre os tratamentos foi realizada pelo teste Tukey, com 5% de probabilidade. Na ausência de inoculação das leguminosas, as plantas de milho apresentaram maior estande, altura total e de inserção da primeira espiga, bem como espigas maiores em comprimento e menor teor de MS dos consórcios. As menores alturas de inserção da primeira espiga foram obtidas no consórcio milho com feijão de porco. Não houve

diferenças estatísticas para o rendimento de grãos fileiras¹, grãos espigas¹ e MMG. Os consórcios com sementes de leguminosas inoculadas apresentaram ganhos de diâmetro de colmo das plantas de milho, mas somente o feijão de porco diferiu estatisticamente do controle. A composição nutricional do consórcio de milho e leguminosas apresentou ganhos à silagem mista, em destaque o feijão de porco. Os consórcios aumentaram os teores PB, FDN e MM. O feijão guandu aumentou os teores de FDN e FDA e diminuiu o CNF na silagem mista. A inoculação de leguminosas não afeta a qualidade da silagem mista, apesar de diminuir o teor de FDN e aumentar a concentração de MM e CNF da matéria fresca. O uso de leguminosas na produção de milho silagem pode mitigar as perdas no processo de ensilagem.

Palavras-chave: *Cajanus cajan*. *Canavalia ensiformis*. Consorciação. *Crotalaria juncea*. *Lablab purpureus*. *Mucuna pruriens*. *Zea mays* L.

ABSTRACT

ROSA, Ricardo Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2023. **Corn intercropping with five species of legumes in the organic system in the production and nutritive value of silage.** Adviser: Rogério de Paula Lana. Co-advisers: João Carlos Cardoso Galvão and Raquel Santiago Barro.

The Zona da Mata Mineira region has a cold and dry winter, with a low supply of pasture for animals. Corn (*Zea mays* L.) is the main forage used in animal feed during the dry season in the form of silage. The use of intercropping with legumes can increase the production of dry matter, crude protein, total soluble carbohydrates, ash and others. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and production of maize silage in single or intercropped plantations with sunn hemp (*Crotalaria juncea* cv. IAC KR1), maize with pigeon pea (*Cajanus cajan* cv. BRS mandarim), maize with jack bean (*Canavalia ensiformis*), maize with velvet bean (*Mucuna pruriens*), maize with lab lab (*Lablab purpureus* cv. Rongai) inoculated with diazotrophic bacteria. The work was conducted at the Federal University of Viçosa (UFV), between August 2021 and April 2022. The research area received dolomitic liming and tanned cattle manure, at doses of 1.5 and 22 t ha⁻¹, respectively. The consortiums were carried out in the same corn planting line. Each plot contained twelve linear meters of the consortium. In the milk half line phase, the whole, corn and legumes, were cut, crushed and ensiled. At the same time, the agronomic performance of corn was evaluated, such as plant stand ha⁻¹, number of ears plants⁻¹, mass of ears (g), height of insertion of the first ear and of corn plants (m), length of ears, diameter of stem and ears (cm), number of wet grains ear⁻¹, rows ear⁻¹ and grains row⁻¹, mass of thousand grains (MMG), fresh matter (MF), dry matter (DM) and grains dry (t ha⁻¹). After 60 days of fermentation, bromatological analyzes were performed, DM, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin (LIG), mineral matter (MM), ether extract (EE) and non-fibrous carbohydrates (NFC) from corn silage resulting from intercropping. To measure the quality of the fermentation process, gas losses, effluents and total DM were evaluated. Comparison between treatments was performed using Tukey's test, with 5% probability. In the absence of legume inoculation, maize plants showed higher stand, total height and insertion height of the first ear, as well as longer ears and lower DM content in the intercrops. The smallest insertion heights of the first ear were obtained in the intercropping corn with jack bean. There were no statistical differences for the grain yield of rows⁻¹, grain ears⁻¹ and MMG. Intercrops with inoculated leguminous seeds showed gains in stem diameter of maize plants, but only jack

bean differed statistically from the control. The nutritional composition of the corn and leguminous intercropping showed gains to the mixed silage, in particular the jack bean. The consortia increased the CP, NDF and MM contents. Pigeonpea increased NDF and ADF levels and decreased NFC in mixed silage. The inoculation of legumes does not affect the quality of the mixed silage, despite decreasing the NDF content and increasing the MM and NFC concentration of the fresh matter. The use of legumes in corn silage mitigates fermentation losses.

Keywords: *Cajanus cajan*. *Canavalia ensiformis*. Consortium. *Crotalaria juncea*. *Lablab purpureus*. *Mucuna pruriens*. *Zea mays* L.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação mensal acumulada (mm/mês) no período de outubro de 2021 a abril de 2022 em Viçosa-MG, durante a condução do experimento.....22

CAPÍTULO 2

Figura 1. Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação mensal acumulada (mm/mês) no período de outubro de 2021 a abril de 2022 em Viçosa-MG, durante a condução do experimento. 42

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Características agronômicas do monocultivo de milho e em consórcio com cinco leguminosas com e sem inoculação das sementes 26

Tabela 2. Interação entre espécies leguminosas em consórcio com o milho e inoculação das sementes de leguminosas..... 28

CAPÍTULO 2

Tabela 3. Efeitos de espécies leguminosas em consórcio com o milho e inoculação das sementes de leguminosas sobre a composição das plantas consorciadas e das silagens resultantes, bem como perdas por fermentação.....50

Tabela 4. Interação entre espécies leguminosas em consórcio com o milho e inoculação das sementes de leguminosas sobre a composição nutricional de silagem de milho resultante.....52

LISTA DE ABREVIÇÕES

%ASA	Percentual de amostra seca ao ar
%ASE	Percentual de amostra seca em estufa
%EEms	Percentual de extrato etéreo com base na amostra seca ao ar
%FDAmS	Percentual de fibra em detergente ácido com base na matéria seca
%FDNmS	Percentual de fibra em detergente neutro com base na matéria seca
%LIGasa	Percentual de lignina com base na amostra seca ao ar
%LIGms	Percentual de lignina com base na matéria seca
%MMasa	Percentual de matéria mineral com base na amostra seca ao ar
%MMMg	Percentual de matéria mineral com base na matéria seca
%MS	Percentual de matéria seca
%Nasa	Percentual de nitrogênio com base na amostra seca ao ar
%Nms	Percentual de nitrogênio com base na matéria seca
%PBms	Percentual de proteína bruta com base na matéria seca
Al ³⁺	Alumínio Trocável
ASA	Amostra seca ao ar
ASE	Amostra seca em estufa
<i>b</i>	Volume de ácido clorídrico utilizado na titulação do “branco”
B	Boro
B ⁺	Boro Trocável
BRS	Brasil Sementes
-c	Tratamento com inoculante
C/N	Relação Carbono/Nitrogênio
Ca ²⁺	Cálcio Trocável
CAD	Massa do cadinho
CNF	Carboidrato não-fibroso
CO	Carbono orgânico
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Con-s1	Tratamento controle bloco 1-2 sem inoculação
Con-s2	Tratamento controle bloco 3-4 com inoculação
Crot-c	Tratamento <i>Crotalaria juncea</i> com inoculação
Crot-s	Tratamento <i>Crotalaria juncea</i> sem inoculação
Cu ²⁺	Cobre Trocável
Cwa	Clima subtropical de inverno seco e verão quente
DAS	Dias após semeadura
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
E	Perda de efluente, kg t ⁻¹
EE	Extrato etéreo
EP	Erro padrão
<i>f</i>	Fator de correção da normalidade do ácido clorídrico
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
FDA	Fibra em detergente ácido

FDN	Fibra em detergente neutro
Fe ²⁺	Ferro Trocável
Feam	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FeG-c	Tratamento feijão guandu com inoculação
FeG-s	Tratamento feijão guandu sem inoculação
FeP-c	Tratamento feijão de porco com inoculação
FeP-s	Tratamento feijão de porco sem inoculação
G	Perdas por gases em % da MS
Gr	Grãos
H+Al	Acidez potencial
IBGE CA	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Agropecuário
IDE Sisema	Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IEA	Índice de equivalência de área
In	Inoculação
In*Li	Interação de inoculação com linha de plantio
INCT-CA	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal
K ⁺	Potássio Trocável
K ₂ O	Óxido de Potássio
Lab-c	Tratamento lab lab com inoculação
Lab-s	Tratamento lab lab sem inoculação
Leg	Leguminos
Leg*In	Interação de leguminosa com inoculação
Leg*Li	Interação leguminosa com linha de plantio
LIG	Lignina
LNA	Laboratório de Nutrição Animal
LVA	Latossolo Vermelho Amarelo
Mab	Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na abertura
MCab	Massa do silo cheio na abertura
MCen	Massa do silo cheio na ensilagem
Men	Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na ensilagem
MF	Matéria fresca
Mg ²⁺	Magnésio Trocável
Mi + Cro	Consórcio milho + crotalária
Mi + FeG	Consórcio milho + feijão guandu
Mi + FeP	Consórcio milho + feijão de porco
Mi + Lab	Consórcio milho + lab lab
Mi + Leg	Consórcio milho + leguminosa
Mi + MuP	Consórcio milho + mucuna preta
MM	Matéria mineral
Mn ²⁺	Manganês
MS	Matéria seca
MSab	Teor de MS da forragem na abertura
MSen	Teor de MS da forragem na ensilagem

MuP-c	Tratamento mucuna preta com inoculação
MuP-s	Tratamento mucuna preta sem inoculação
MVfe	Massa verde de forragem ensilada
N	Nitrogênio Total
Na ²⁺	Sódio Trocável
Nv	Normalidade verdadeira do ácido clorídrico
P	Fósforo Trocável
P ₂ O ₅	Peróxido de fósforo
PB	Proteína Bruta
PeD	Perda de densidade da silagem, kg m ⁻³
pH (H ₂ O)	Potencial hidrogeniônico
PRNT	Poder relativo de neutralização total
QC	Quantidade de calagem
R4	Estádio reprodutivo em grãos pastosos
RES	Massa do resíduo obtido após o tratamento com ácido sulfúrico
RM	Massa do resíduo mineral obtido após a incineração em mufla
S	Enxofre Trocável
-s	Tratamento sem inoculação
SB	Saturação por bases (Ca ²⁺ + Mg ²⁺ + K ⁺)
t	Capacidade de Troca Catiônica Efetiva
T	Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0
TNT	Tecido não-tecido
U	Umidade de grãos
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFVM 100	Cultivar de milho Programa Milho da UFV
v	Volume da solução de ácido clorídrico utilizado na titulação
Ve	Índice de Saturação por Bases

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
REFERÊNCIAS	16
CAPÍTULO 1 DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO CONSORCIADO COM DIFERENTES LEGUMINOSAS.....	18
RESUMO.....	18
1.1 INTRODUÇÃO	20
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	21
1.2.1 Local experimental, dados climáticos e condições de solo	21
1.3.1 Características agronômicas do milho consorciado com leguminosas.....	23
1.3 RESULTADOS	24
1.4 DISCUSSÃO	29
1.5 CONCLUSÃO.....	32
1.6 REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO 2 VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE MILHO EM CONSÓRCIO COM DIFERENTES LEGUMINOSAS	38
Resumo	38
2.1 INTRODUÇÃO	40
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	41
2.2.1 Local experimental, dados climáticos e condições de solo	41
2.2.2 Análises qualitativas e bromatológicas da silagem mista.....	43
2.2.3 Perdas de matéria seca, gases e efluente no processo de ensilagem.....	47
2.3 RESULTADOS	48
2.3.1 Composição bromatológica de plantas verdes consorciadas e silagem mista	48
2.4 DISCUSSÃO	53
2.4.1 Composição de plantas verdes consorciadas	53
2.4.2 Composição da silagem mista	55
2.4.3 Perfil fermentativo da silagem mista (Mi + Leg)	57
2.5 CONCLUSÃO.....	59
2.6 REFERÊNCIAS	59
2.7 CONSIDERAÇÕES GERAIS	63

INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é a principal forrageira utilizada na dieta animal na forma de grãos inteiros ou triturados e silagem da planta inteira (CONTINI et al., 2019; RAMOS et al., 2020). Várias forragens podem ser utilizadas para produção de silagem, porém o uso da planta inteira do milho destaca-se por possuir altas concentrações de carboidratos fermentáveis (CNF) e valores variando de 4 a 7% de proteína bruta (PB) (MARTINEZ et al., 2019), sendo assim, é amplamente utilizado para atender as demandas nutricionais dos animais, principalmente quando se deseja altas produtividades zootécnicas (SANTOS et al., 2018), sobretudo no período de inverno.

A consorciação de culturas agrícolas é uma prática milenar que quando bem manejada demonstra superioridade sobre monocultivos agrícolas (BEZERRA NETO et al., 2012). Nesse sentido, a utilização de leguminosas em sistemas agrícolas é uma técnica simples e de baixo custo, sendo utilizada principalmente em sistemas orgânicos de produção (OLIVEIRA et al., 2012).

As leguminosas podem aumentar a produção de MS e os teores de PB, CNF, MM e FDN em milho silagem (QUEIROZ et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010; ANÉSIO et al., 2012; GITTI et al., 2012; REIS et al., 2012; MARTINEZ et al., 2019).

Em sistemas orgânicos de produção a utilização de leguminosas pode promover importantes serviços ecossistêmicos, como: aumento da matéria orgânica no solo (MOS), ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio (FBN), cobertura do solo, entre outros (PADOVAN, 2010; PADOVAN et al., 2014; REDIN et al., 2016; FREITAS, 2017). A utilização de inoculação de sementes de leguminosas com as bactérias do gênero *Rhizobium* permite que plantas absorvam o nitrogênio (N) atmosférico para seu pleno desenvolvimento e maximiza os rendimentos agrônômicos das espécies fabaceae (LEON et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a produtividade e o valor nutritivo do milho silagem em plantio consorciado na mesma linha utilizando diferentes espécies leguminosas: crotalária (*Crotalaria juncea*) cv. IAC KR1, feijão guandu (*Cajanus cajan*) cv. BRS mandarim, feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna preta (*Mucuna pruriens*), lab lab (*Lablab purpureus*) cv. Rongai e a resposta à inoculação das sementes de leguminosas com bactérias do gênero *Rhizobium*.

REFERÊNCIAS

- ANÉSIO, A. H. C., ATHAYDE, A. A. R., & DA CUNHA, P. Produtividade e proteína bruta do feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) sob diferentes adubações e períodos de corte cultivado em um latossolo vermelho distrófico. **V Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG – campus Bambuí**, p. 01-05, 2012.
- BEZERRA, N. F., PORTO, V. C. N., GOMES, E. G., CECILIO, F. A. B., & MOREIRA, J. N. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni- and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, v. 14, n. 1, p. 11-17, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.07.006>
- CONTINI, E., MOTA, M. M., MARRA, R., BORGHI, E., DE MIRANDA, R. A., DA SILVA, A. F., DA SILVA, D. D., DE ASSIS MACHADO, J. R., COTA, L. V., DA COSTA, R. V., ... & MENDES, S. M. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. **Embrapa Milho e Sorgo**, v. 5, n. 1, p. 1-45, 2019.
- FREITAS, R. A. D. **Controle de plantas espontâneas e aporte de nitrogênio em área cultivada com cafeeiro através do manejo de plantas de cobertura de solo**. Dissertação de mestrado no Instituto de Agronomia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. p. 39. 2017.
- GITTI, D. C., ARF, O., VILELA, R. G., PORTUGAL, J. R., KANEKO, F. H., & RODRIGUES, R. A. F. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n2p156-168>
- LEON, J. D. C., PANJON, H. N. G., SALAZAR, M. T. A., & VELEZ, K. N. G. Crecimiento poblacional de la bacteria rhizobium al asimilar diferentes fuentes de carbono. **MUNDO RECURSIVO**, v. 2, n. 2, p. 19-33, 2019.
- MARTINEZ, A. S., PAN, R., CACIANO, W. M., & SEIDEL, E. P. Consórcio de Adubos Verdes e Incremento da Produtividade de Milho para Ensilagem, Uma Alternativa Para o Produtor Rural. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, p. 1-4, 2019.
- OLIVEIRA, M. K. T., BEZERRA NETO F., BARROS JÚNIOR, A. P., MOREIRA, J. N., SÁ, J. R., & LINHARES, P. C. F. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p.433-439, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300013>
- OLIVEIRA, P., DIAS, A. C. R., FAVARIN, J. L., CHRISTOFFOLETI, P. J., & KLUTHCOUSKI, J. 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: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO. 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: Resumos expandidos. 2010.
- PADOVAN, M. P. **Adubação verde: uma prática eficiente e econômica para recuperar, manter e melhorar a capacidade produtiva de solos**. Embrapa 2010. Diade campo. Disponível em <<http://embrapa.br/adubacaoverde/diademcampo.com.br>>. Acesso em nov. de 2021.
- PADOVAN, M. P., CARNEIRO, L. F., MOITINHO, M. R., FELISBERTO, G.,

CARNEIRO, D. N. M., & DE SÁ MOTTA, I. Dinâmica de acúmulo de massa e nutrientes pela *Crotalaria juncea* para fins de adubação verde e o estágio adequado para seu manejo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2014.

QUEIROZ, L. R., GALVÃO, J. C. C., CRUZ, J. C., ALVARENGA, R. C., COELHO, A. M., DE OLIVEIRA, M. F., TARDIN, F. D., & MATRANGOLO, W. J. Milho verde em sistema orgânico de produção, consorciado com leguminosas anuais. *In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. *in: XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: trabalhos e palestras*. Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

RAMOS, A. F., SALMAN, A. K. D., DO RÊGO, A. C., FATURI, C., MAIA, G. F. N., CAVALI, J., ... & SALES, M. F. L. Pecuária Leiteira na Amazônia. *in: SALMAN, A. K. D., & PFEIFER, L. F. M. Alimentos e alimentação*. p. 281-317. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

REDIN, M., GIACOMINI, S. J., FERREIRA, P. A. A., & ECKHARDT, D. P. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. *in: TIECHER, T. Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio*. p. 7-22. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: UFRGS, 2016.

REIS, R. J. A., CAMPOS, S. A., MARTINS, G. S. L., JESUS, E. L., BASTIANI, M. L. R., & CAMPOS, A. N. R. Efeitos de plantas de cobertura nas associações do milho (*Zea Mays* L.) com fungos benéficos do solo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 75-80, 2012. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v2i2.169>

SANTOS, T. R., GALVÃO, J. C. C., GIEHL, J., COELHO, S. P., & DOS SANTOS, S. F. Índice SPAD de Milho Orgânico em Consórcio com Leguminosas e Palha de Café. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p 11-18, 2018.

CAPÍTULO 1

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MILHO CONSORCIADO COM DIFERENTES LEGUMINOSAS

Resumo

O sistema de consórcio de leguminosas e milho pode melhorar o desempenho agrônômico e ganhos de produtividade de grãos e silagem, a depender do tipo de consorciação e das espécies utilizadas. O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho agrônômico de milho em consórcios, na mesma linha de semeadura com cinco espécies de leguminosas em sistema orgânico de produção. O experimento foi conduzido durante a safra 2021/22 na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão Produção Animal a Pasto da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. A área experimental é classificada como Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, com altitude média de 740 m e precipitação média anual de 1341 mm. O desenho experimental adotado foi em esquema fatorial 6x2 (seis tratamentos, milho solteiro e cinco espécies de leguminosas; sem e com inoculação das sementes) em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos estudados foram milho solteiro, consórcio de milho com crotalária (*Crotalaria juncea* cv. IAC KR1), milho com feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. BRS mandarim), milho com feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), milho com mucuna preta (*Mucuna pruriens*), milho com lab lab (*Lablab purpureus* cv. Rongai) com e sem inoculação das sementes de leguminosas com bactérias diazotróficas. A comparação entre os tratamentos foi realizada pelo teste Tukey e ANOVA a 5% de probabilidade. As variáveis avaliadas foram: números de plantas e espigas ha⁻¹, massa de espigas, altura de inserção da primeira espiga, altura de planta de milho, comprimento de espigas, diâmetro de colmo e espiga, número de grãos úmidos espiga⁻¹, grãos fileira⁻¹, fileiras espiga⁻¹, grãos espiga⁻¹, massa de mil grãos (MMG) secos e úmidos, matéria fresca (MF), matéria seca (MS) e grãos secos. A inoculação das leguminosas com bactérias diminuiu o estande de plantas de milho, altura total de plantas e a inserção da primeira espiga, comprimento de espigas e aumentou o teor de MS dos consórcios. O diâmetro de colmo de milho foi superior ao milho solteiro no consórcio com sementes inoculadas de feijão de porco. Entre os consórcios, o feijão de porco diminuiu a altura de inserção da primeira espiga das plantas milho, quando comparado às demais leguminosas consorciadas e o milho solteiro. Quando comparado ao monocultivo, os consórcios não proporcionaram incrementos no diâmetro e comprimento de espigas, grãos por fileira e espigas, produtividades de MF e MS para a cultura do milho. Conclui-se que o consórcio do milho e leguminosas é uma estratégia promissora para o cultivo do cereal em sistemas orgânicos de produção, uma vez que a consorciação não afeta o desempenho agrônômico do milho, embora a utilização de inoculante em leguminosas diminuiu o desempenho do cereal.

Palavras chaves: Adubos verdes; ganhos agrônômicos; silagem mista; *Zea mays*.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF CORN INTERCROPPED WITH DIFFERENT LEGUME PLANTS

Abstract

The intercropping system of legumes and corn can improve agronomic performance and gains in grain and silage production, depending on the type of consortium and the species used. The present work aimed to evaluate the agronomic performance of maize in consortia, in the same planting row with five species of legumes in an organic production system. The experiment was carried out during the 2021/22 season at the Teaching, Research and Extension Unit for Pasture Animal Production at the Federal University of Viçosa, Minas Gerais. The experiment was carried out on an Oxisol with a medium texture, with an average altitude of 740 m and average annual precipitation of 1341 mm. The experimental design adopted was a 6x2 factorial scheme (six treatments, single maize and five species of legumes; with and without seed inoculation) in a completely randomized design, with three replications. The treatments studied were single maize, intercropped maize with crotalaria (*Crotalaria juncea* cv. IAC KR1), maize with pigeon pea (*Cajanus cajan* cv. BRS mandarim), maize with jack bean (*Canavalia ensiformis*), maize with velvet bean (*Mucuna pruriens*), maize with lab lab (*Lablab purpureus* cv. Rongai) with and without inoculation of leguminous seeds with diazotrophic bacteria. Comparison between treatments was performed using Tukey's test and ANOVA at 5% probability. The evaluated variables were: number of plants and ears ha⁻¹, weight of ears, height of insertion of the first ear, corn plant height, length of ears, stem and ear diameter, number of wet grains in the ear⁻¹, grains row⁻¹, rows spike⁻¹, grains spike⁻¹, mass of one thousand dry and wet grains (MTG), fresh matter (MF), dry matter (DM) and dry grains. Inoculation of legumes with microorganisms decreased maize plant stand, total plant height and insertion of the first ear, length of ears and increased the DM content of the intercrops. Corn stem diameter was higher than single corn intercropped with inoculated jack bean seeds. Among intercrops, jack bean decreased the insertion height of the first ear of corn plants, when compared to other intercropped legumes and single corn. When compared to monoculture, intercropping did not provide increments in the diameter and length of ears, grains per row and ears, MF and DM yields for the corn crop. It is concluded that the intercropping of corn and legumes is a promising strategy for the cultivation of cereal in organic production systems, since the intercropping does not affect the agronomic performance of corn, but the use of inoculant in legumes decreases the performance of the cereal.

Keywords: Agronomic gains; green manures; mixed silage; *Zea mays*.

1.1 INTRODUÇÃO

O milho é o principal cereal produzido no mundo (MÔRO & FRITSCHÉ-NETO, 2017). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023) será produzido no Brasil cerca de 128 milhões de toneladas na safra 2022/2023, esse valor representa um crescimento de 9,4% em relação à safra anterior. Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor do grão em escala mundial, atrás dos EUA e China.

O cereal possui boa adaptabilidade aos trópicos e seu cultivo ocorre de norte a sul do país. E seu completo desenvolvimento fenológico varia entre 108 a 180 dias (PINTO et al., 2017). Esta vantagem permite que a cultura seja plantada em mais de 2 milhões de estabelecimentos com total de 16 milhões de hectares (IBGE CA, 2017).

O milho tem papel fundamental para a produção de silagem, podendo ser de planta inteira, espigas ou grãos úmidos (CARDOSO, 2022). Alves et al. (1999) recomendam doses de 210, 100 e 160 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, para produtividade acima de 50 t ha⁻¹ de MF de milho silagem.

A prospecção da Poaceae em sistemas de rotação de cultura, milho de segunda safra e o uso de sistema de plantio direto contribui com a expansão em grandes áreas aliado ao manejo da fertilidade do solo (CAMPOS et al., 2010).

O consórcio de culturas agrícolas é uma prática milenar que contribui com o uso mais eficiente do solo, além de mitigar os danos ambientais causados pela atividade agrícola. Essa técnica é utilizada principalmente, entre agricultores familiares e pequenos produtores rurais (OLIVEIRA et al., 2010). Mais recentemente, as instituições de pesquisas desenvolvem estudos de novos arranjos entre culturas em que os resultados demonstram a superioridade de consórcios sobre monocultivos agrícolas (BEZERRA NETO et al., 2012). Para obter bons rendimentos, deve-se ater ao arranjo e densidade de plantio, a fim de maximizar a vantagem fisiológica do sistema consorciado (SILVA, 2014).

As leguminosas são utilizadas em cultivo solteiro, consórcio ou em manejo sucessional em áreas agrícolas. O uso dessas espécies é uma técnica simples e de baixo custo (BARROS, 2013; CARVALHO, 2015). Em sistemas orgânicos de produção a utilização de leguminosas é de suma importância, por reduzir a demanda com fertilizantes químicos, erosão do solo, contribui para o incremento de matéria orgânica e também auxilia de forma eficaz no manejo da vegetação espontânea (FREITAS, 2017). Sua aplicação é uma ferramenta bastante promissora para minimizar os impactos ambientais gerados durante a produção de milho silagem (SALVADOR et al., 2021).

A inoculação de microrganismos aplicados em tratamento de sementes de leguminosas contribui com a germinação, aumento no crescimento radicular e absorção de nutrientes como fósforo (P) e N e água, o que proporciona maior crescimento vegetativo e produtividade das plantas (MIRANDA et al., 2020).

As espécies de leguminosas proporcionam incrementos em produtividade de MS, PB, CNF, MM, EE e fibras (QUEIROZ et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2010; ANÉSIO et al., 2012; GITTI et al., 2012; REIS et al., 2012; MARTINEZ et al., 2019; SALVADOR et al., 2021).

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho agrônômico do milho em consórcio com as seguintes leguminosas de verão: crotalária (*Crotalaria juncea*) cv. IAC KR1, feijão guandu (*Cajanus cajan*) cv. BRS mandarim, feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna preta (*Mucuna pruriens*) e lab lab (*Lablab purpureus*) cv. Rongai, com e sem inoculação das sementes de leguminosas.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Local experimental, dados climáticos e condições de solo

O experimento foi conduzido entre agosto de 2021 a maio de 2022, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão Produção Animal a Pasto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), distrito de Cachoeira de Santa Cruz, localizada na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. A área experimental está localizada na região da Zona da Mata de Minas Gerais (20°44'46" Sul e 45°58'05" Oeste) e altitude média de 740 m e, segundo Feam-UFV (IDE Sisema), o solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (LVA).

O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por KÖPPEN, com duas estações bem definidas, constituídas de verão quente e úmido e inverno frio e seco. A precipitação média anual foi de 1341 mm.

Na Figura 1, encontra-se as temperaturas máxima e mínima (°C) e precipitação mensal (mm) entre os meses de outubro de 2021 a abril de 2022 (INMET, 2022). Observa-se que a temperatura média oscilou entre 20 e 23°C, sendo janeiro e março, os meses mais quentes, próximos a 24°C. A precipitação foi bem distribuída, desde o plantio em outubro até a colheita da silagem de planta inteira.

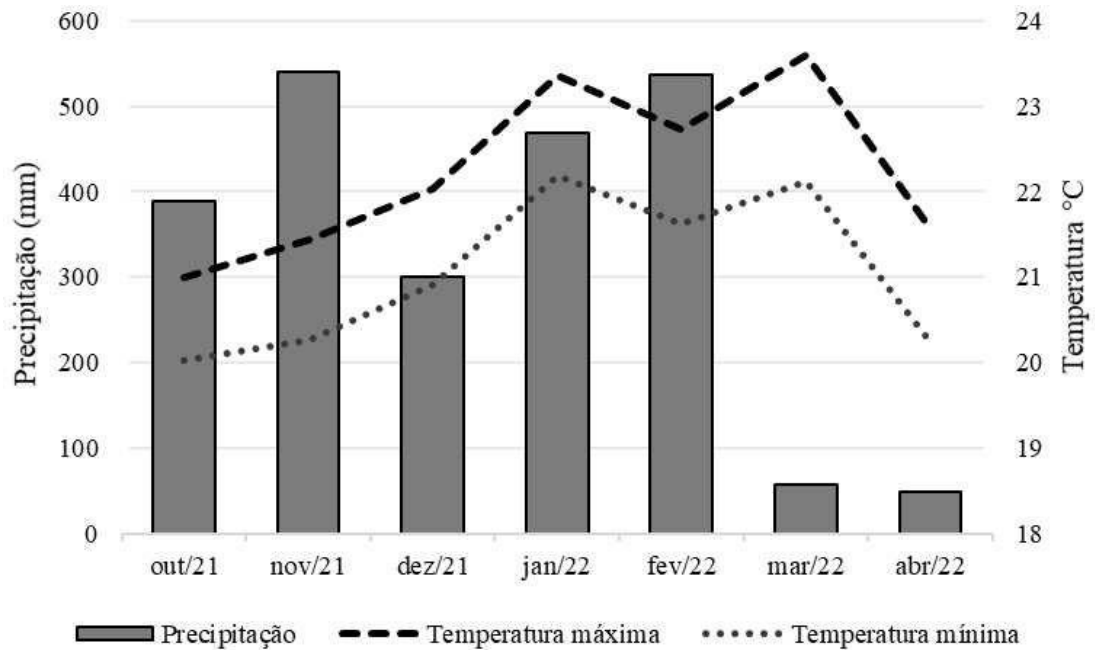


Figura 1. Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação mensal acumulada (mm/mês) no período de outubro de 2021 a abril de 2022 em Viçosa-MG, durante a condução do experimento. Fonte: [Instituto Nacional de Meteorologia \(2021\)](#).

A área experimental possui histórico do uso do solo para a produção de milho silagem entre outubro e fevereiro e pousio durante os demais meses do ano.

Entre agosto de 2021, a área recebeu preparo convencional do solo através de aração e gradagem. No dia 3 de setembro de 2021 foi realizada coleta de amostra de solo na profundidade de 0-20 cm com auxílio de enxada e encaminhada ao Laboratório de Análise de Solo local. O resultado da análise de solo apresentou os seguintes valores de fertilidade: pH (H₂O) = 5,80; P (Mehlich) = 5,00 mg dm⁻³; K⁺ = 62,00 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 3,30 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,17 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,00 cmol_c dm⁻³; H + Al = 2,97 cmol_c dm⁻³; SB = 4,63 cmol_c dm⁻³; t = 4,63 cmol_c dm⁻³; T = 7,60 cmol_c dm⁻³; V = 60,9%.

No dia 15 de setembro de 2021 o solo da área de pesquisa recebeu a dose de 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (70% PRNT), com a elevação da Ve para 70%, conforme o método de saturação de bases proposto pela 5ª aproximação para cultivos anuais (RIBEIRO et al., 1999).

No primeiro ano a taxa de conversão do esterco bovino curtido para P₂O₅ é igual a 60%. Com isso, a dose de adubação orgânica para atender à exigência nutricional em P₂O₅ pela cultura do milho foi de 22 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido distribuído em área total, conforme a 5ª aproximação para adubação orgânica (ALVES et al., 1999).

No dia 25 de outubro de 2021 o esterco bovino curtido foi distribuído a lanço em área total e incorporado a 20 cm de profundidade. O esterco bovino curtido utilizado

apresentou os seguintes teores químicos: pH (H₂O) = 7,63; N = 2,18%; P = 0,84%; K⁺ = 2,08%; Ca²⁺ = 1,29%; Mg²⁺ = 0,46%; S = 0,83%; Na²⁺ = 0,296%; CO = 16,84%; C/N = 7,72; Fe²⁺ = 14152,00 mg kg⁻¹ Mn²⁺ = 128,8 mg kg⁻¹ Cu²⁺ = 16,00 mg kg⁻¹ B = 19,58 mg kg⁻¹ e teor de umidade de 42,94%.

O desenho experimental foi em esquema fatorial 6x2 em que, o primeiro fator "espécie leguminosa" com seis tratamentos, cinco espécies de leguminosas e o monocultivo de milho (testemunha). O segundo fator, com dois tratamentos, refere-se à inoculação das sementes de leguminosas com bactérias diazotróficas (sem e com inoculação). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 36 parcelas, sendo a área útil das parcelas de 9,6 m² (quatro linhas de 3 m de comprimento e espaçadas em 0,8 m). Os dados foram coletados nas duas linhas centrais de cada parcela, descartando-se as áreas de bordadura.

As espécies de leguminosas utilizadas foram: crotalária (Crot-c e Crot-s), feijão guandu (FeG-c e FeG-s), feijão de porco (FeP-c e FeP-s), mucuna preta (MuP-c e MuP-s), lab lab (Lab-c e Lab-s) e monocultivo de milho (Con-s1 e Con-s2), em que *c* e *s* representam com e sem inoculação das sementes de leguminosas, respectivamente. A área experimental foi subdividida entre os tratamentos com e sem inoculação das sementes de leguminosas.

No dia 30 de outubro de 2021 foi semeada mecanicamente a variedade de milho, UFVM 100 (Nativo), na densidade de cinco sementes m linear⁻¹, espaçamento de 0,80 m, totalizando 62.500 mil plantas ha⁻¹. Manualmente foram distribuídas 2,5 sementes m linear⁻¹ na mesma linha do milho, em que a crotalária, feijão guandu e feijão de porco foram semeadas imediatamente após a semeadura (DAS) do milho e contados 30 DAS, realizou-se a semeadura da mucuna preta e lab lab. As sementes inoculadas receberam os tratamentos previamente à semeadura. Não houve adubação de cobertura complementar para cultura do milho. Para controle das plantas daninhas foi realizada uma capina manual e não foi utilizada irrigação na área experimental.

1.3.1 Características agrônômicas do milho consorciado com leguminosas

As avaliações das características agrônômicas do milho em consórcio com as leguminosas foram realizadas aos 114 DAS por meio de colheita manual nas duas linhas centrais de cada parcela, cortadas a 15 cm da superfície do solo. O corte das plantas ocorreu no ponto (R4) em que os grãos de milho estavam preenchidos com a metade da linha do leite e teor médio de 32% de MS.

Para as avaliações dos parâmetros agronômicos foram mensurados: número de plantas ha^{-1} , número de espigas plantas^{-1} , altura de inserção da primeira espiga (cm), altura das plantas (da superfície do solo até a inserção da última folha expandida), comprimento e diâmetro das espigas (determinados após a colheita, medindo cinco espigas ao acaso (cm)), massa de plantas inteiras e massa das espigas (kg), número de grãos fileira^{-1} , $\text{fileira espiga}^{-1}$. A produtividade de MF foi mensurada pelo corte manual a 15 cm acima da superfície do solo das plantas presentes em 2 m lineares no interior de cada parcela. A produtividade de grãos úmidos (kg ha^{-1}) foi determinada pela colheita das espigas, debulha e posterior pesagem dos grãos úmidos e secos.

A partir dos valores de produtividade da cultura do milho calculou-se a índice de equivalência de área (IEA) que é representado pela equação (1):

$$\text{IEA} = \frac{\text{rendimento do milho no consórcio}}{\text{rendimento do milho no consórcio}} \quad (1)$$

em que $\text{IEA} > 1$ indica que o consórcio é eficiente e $\text{IEA} < 1$ indica que o é prejudicial à produção (FAGERIA, 1989 *apud* MERCANTE et al., 2012).

No dia 13 de abril de 2022, aos 174 DAS, foi avaliada a produtividade de grãos secos (t ha^{-1}), determinada pela colheita das espigas secas marginais à porção central de cada parcela, debulhando-as e determinado a MMG com umidade corrigida para 13%.

Para verificar o desempenho agronômico do consórcio (Mi + Leg) sobre as variáveis analisadas, os dados experimentais ao atenderem a pressuposição da ANOVA foram submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade por meio do *software* estatístico MiniTab versão 17.

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Características agronômicas e produtividade do consórcio milho com leguminosas

As leguminosas e a inoculação influenciaram o estande, altura total, altura de inserção da primeira espiga de plantas de milho, comprimento das espigas, grãos fileiras^{-1} , grãos espiga^{-1} , MMG ajustada a 13% de umidade e teor de MS das plantas consorciadas ($P < 0,05$) (Tabela 1).

No entanto, não influenciou o número de espigas ha^{-1} , prolificidade (%), diâmetro do

colmo e espigas, fileiras espiga⁻¹, produtividade de grãos úmidos, secos, MF e MS (t ha⁻¹) entre os tratamentos com consórcio (Mi + Leg) (P>0,05) (Tabela 1).

Na ausência da inoculação, as plantas de milho obtiveram maior estande, altura das plantas e altura de inserção da primeira espiga, bem como espigas maiores em comprimento e menor teor de MS (P<0,05) (Tabela 1). A menor altura de inserção da primeira espiga foi observada no tratamento do feijão de porco. Os demais tratamentos apresentaram médias iguais estatisticamente ao tratamento controle.

Os tratamentos feijão de porco, lab lab, mucuna preta, feijão guandu e crotalária diferiram no rendimento de grãos por fileiras e grãos por espigas (P<0,05), comparado ao controle, mas não houve diferença significativa em as espécies de leguminosas e milho solteiro tratamentos (Tabela 1). Quanto ao efeito da inoculação, observou-se aumento no teor de MS do consórcio (P<0,05).

Houve interação entre os efeitos das espécies de leguminosas e inoculação quanto ao diâmetro do colmo das plantas de milho consorciadas (P<0,05) (Tabela 2). Os tratamentos foram iguais ao controle. Já os consórcios com sementes de leguminosas inoculadas apresentaram ganhos de diâmetro de colmo das plantas de milho, mas somente o feijão de porco diferiu estatisticamente do controle.

A inoculação proporcionou aumento de diâmetro do colmo das plantas milho consorciadas com feijão de porco (P<0,05) e redução para o tratamento controle (Tabela 2). Os demais tratamentos apresentaram valores estatisticamente iguais, mas ressalta-se que o efeito de inoculação no controle não procede, pois não houve consórcio de leguminosas e consequente inoculação destas sementes.

Tabela 1 – Características agrônômicas do monocultivo de milho e em consórcio com cinco leguminosas com e sem inoculação das sementes

Item	Leguminosa						Inoculação		P valor			EP
	Con	FeP	FeG	Cro	MuP	Lab	Não	Sim	Leg	In	Leg*In	
Plantas, * 1000 ha ⁻¹	68,7	65,6	62,5	60,4	67,7	61,5	67,0A	61,8B	0,33	0,05	0,14	4,2
Espigas, * 1000 ha ⁻¹	82,3	76,0	67,7	69,8	69,8	70,8	74,3	71,2	0,46	0,50	0,39	7,8
Altura da planta, m	2,52	2,18	2,32	2,15	2,56	2,23	2,46A	2,19B	0,12	0,01	0,13	0,17
Altura da 1ª espiga, m	1,30a	1,14b	1,34a	1,25a	1,37a	1,28a	1,31A	1,24B	0,01	0,02	0,41	0,05
Espigas, %	48,4	47,7	45,5	46,2	43,4	43,0	42,1	49,3	0,95	0,07	0,54	6,7
Diâmetro do colmo, cm	2,02	2,06	2,22	1,98	2,25	2,18	2,12	2,12	0,42	0,98	0,01	0,13
Diâmetro das espigas, cm	4,66	4,87	4,87	4,70	4,75	4,77	4,75	4,79	0,23	0,56	0,25	0,10
Comprimento das espigas, cm	15,9	17,6	17,6	16,8	17,7	17,7	17,8A	16,6B	0,23	0,02	0,52	0,9
Fileiras espiga ⁻¹	14,0	13,9	14,2	14,0	13,8	14,3	14,0	14,1	0,88	0,79	0,69	0,5
Grãos fileira ⁻¹	36,1a	40,8a	39,3a	37,3a	40,1a	40,9a	39,2	39,0	0,02	0,79	0,69	1,6
Grãos espiga ⁻¹	505a	565a	560a	521a	552a	587a	548	548	0,04	0,99	0,94	28

Tratamento: 1 = controle (sem leguminosa); 2 = FeP (feijão de porco); 3 = FeG (guandu); 4 = Cro (*Crotalaria juncea*); 5 = MuP (*Mucuna preta*); 6 = Lab (lab lab). Le = leguminosa; In = inoculação específica; EP = erro padrão; MF = matéria fresca; MS = matéria seca; U = umidade; Gr = Grãos. Médias com letras minúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Médias com letras maiúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F. Continuação...

Tabela 1 – Continuação... Características agrônômicas do monocultivo de milho e em consórcio com cinco leguminosas com e sem inoculação das sementes

Item	Leguminosa						Inoculação			P valor		
	Con	FeP	FeG	Cro	MuP	Lab	Não	Sim	Leg	In	Leg*In	EP
Grãos úmidos, t ha ⁻¹	18,1	19,2	17,2	16,2	16,5	17,6	18,2	16,7	0,85	0,30	0,30	2,4
Grãos úmidos na planta, %	32,5	30,4	30,6	31,3	28,4	28,9	28,3	32,5	0,91	0,07	0,59	4,1
Massa de mil grãos 13% U, g	413a	440a	420a	417a	374a	414a	419	427	0,02	0,47	0,42	21,2
MS na planta, %	33,0	31,0	31,1	32,2	31,5	31,1	30,3A	33,0B	0,39	0,01	0,39	1,1
Espigas, t ha ⁻¹ de MF	27,1	29,9	25,5	24,0	25,3	26,1	27,2	25,5	0,77	0,48	0,37	4,0
Produtividade, t ha ⁻¹ de MF	59,7	59,5	56,0	51,8	58,7	58,9	60,7	51,9	0,27	0,14	0,91	4,0
Produtividade, t ha ⁻¹ de MS	17,3	18,4	17,4	16,7	18,4	12,3	18,4	17,1	0,81	0,57	0,97	1,5
Produtividade, t ha ⁻¹ de Gr	14,6	16,4	14,7	13,2	13,4	13,4	14,8	13,7	0,37	0,09	0,18	1,6

13% U

Tratamento: 1 = controle (sem leguminosa); 2 = FeP (feijão de porco); 3 = FeG (guandu); 4 = Cro (*Crotalaria juncea*); 5 = MuP (Mucuna preta); 6 = Lab (lab lab). Le = leguminosa; In = inoculação específica; EP = erro padrão; MF = matéria fresca; MS = matéria seca; U = umidade; Gr = Grãos. Médias com letras minúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Médias com letras maiúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2 – Interação entre espécies leguminosas em consórcio com o milho e inoculação das sementes de leguminosas

Item	Leguminosa					
	Con	FeP	FeG	Cro	MuP	Lab
Diâmetro do colmo das plantas de milho						
Sem inoculação	2,31a	1,77aA	2,24aA	1,92aA	2,21aA	2,24aA
Com inoculação	1,73a	2,34bB	2,20abA	2,03abA	2,29abA	2,11abA

Tratamento: 1 = controle (sem leguminosa); 2 = FeP (feijão de porco); 3 = FeG (guandu); 4 = Cro (*Crotalaria juncea*); 5 = MuP (Mucuna preta); 6 = Lab (lab lab). Médias com letras minúsculas diferentes dentro de cada linha, ou maiúsculas diferentes dentro de cada coluna para cada variável, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

1.4 DISCUSSÃO

Foi utilizado no presente trabalho o milho de polinização aberta variedade UFVM 100 (Nativo), semeado mecanicamente, com o estande de 62.500 ± 5.000 plantas ha^{-1} . Essa variedade apresenta *stay green*, precocidade, baixa estatura, eficiência na absorção de N, com média de 1,5 a 2,0 espigas planta⁻¹ é recomendada na produção de silagem e grão (MIRANDA et al., 2000).

A população recomendada para a variedade UFVM 100 são de 55 mil plantas ha^{-1} , (MIRANDA, et al. 2000) porém no presente estudo foram utilizadas populações entre 61,8 e 67 mil plantas ha^{-1} , semelhantes aos híbridos comerciais atuais. Não foram observadas depressões em rendimentos agrônômicos mediante ao aumento do estande dacultivar estudada. Assim como observado por Jasper e Swiech (2020) que ao estudar diferentes populações de milho crioulo, notaram que os melhores rendimentos agrônômicos foram obtidos com estande médio de 65 mil plantas ha^{-1} . Adicionalmente, Takasu et al. (2014) e Batista et al. (2019) observaram que o estande de plantio não afetou desenvolvimento fenológico do milho.

A altura de inserção da primeira espiga em plantas de milho foi diferente em função dos tratamentos, onde o consórcio de Mi + FeP apresentou média de 1,14 m, destoando dos demais tratamentos, que apresentaram médias próximas a 1,30 m. Deixa-se assim evidente uma redução de desempenho na arquitetura das plantas de milho quando consorciadas com o tratamento de feijão de porco. Ademais, as médias de altura da inserção da primeira espiga corroboram com estudo de Santos et al. (2010), que avaliaram a cultivar UFVM 100 na região de Coimbra, foi observada a inserção das espigas a 1,33 m da superfície do solo, assim como com o estudo desenvolvido por Corrêa et al. (2011). Por outro lado, Cardoso et al. (2019) observaram a redução no porte e altura de inserção da espiga em milho quando o cereal foi testado nos consórcios em linhas de soja alternadas entre um e duas linhas de milho.

A altura média do milho foi de 2,33 m, semelhante ao valor encontrado por Santos et al. (2010). Oliveira et al. (2021) em estudo de milho consorciado com soja não observaram redução na altura de plantas de milho e sim, o estiolamento da leguminosa sombreada. Esse comportamento deve-se ao fato de que o milho ocupa o dossel superior, dificultando a passagem de radiação solar. Já Cardoso et al. (2019) observaram que todos os tratamentos consorciados apresentaram redução no porte das plantas de milho na presença da soja. O porte baixo observado pode ser consequência da competição interespecífica por nutrientes e água. Contrapondo, Young et al. (2015) afirmam haver sinergismo no uso de N entre milho e soja devido a FBN.

Para Cardoso (2022), o diâmetro do colmo de plantas de milho são importantes estruturas responsáveis pela sustentação da arquitetura das plantas e armazenamento energético, sendo capazes de armazenar cerca de 44% dos macros e micronutrientes. Quanto maior seu diâmetro, mais eficiente no armazenamento de fotoassimilados e sólidos solúveis, proporcionando maior produtividade (OLIGINI et al., 2019). Em estudos de Andreotti et al. (2000) e Alves et al. (2018), detectou-se acúmulo significativo de N e P nas plantas de milho. O consórcio com gramíneas e leguminosas promove o dobro de acúmulo de N, P e K na palhada do milho (ARF et al., 2018).

O diâmetro médio de colmo da cultivar UFVM 100 foi de 2,12 cm, mas não houve diferença estatística entre os tratamentos. Mergener et al. (2019) observaram resposta no aumento do diâmetro de colmo de milho em relação às doses de N, com média igual a 2,05 cm para plantas de milho que receberam 1,5 vezes a dose de N. Oliveira et al. (2021) observaram diâmetros menores, de 1,92 cm em plantas de milho consorciada com soja sobre manejo de adubação de N em cobertura.

Por outro lado, foi observado que a inoculação proporcionou aumento de diâmetro do colmo das plantas milho consorciadas com feijão de porco, com médias iguais a 2,34 cm. Este resultado está de acordo com Conte e Prezotto (2008), que ao avaliar o desempenho agrônomico do milho em consórcio com feijão de porco, obtiveram resultados iguais a 2,5 cm de diâmetro de colmo. Barreto et al. (2013) observaram diâmetro de 1,9 cm em plantas de milho, mas foi verificado após 60 dias de semeadura sobre resíduos de feijão de porco sem adição de adubação nitrogenada de cobertura.

Batista et al. (2019) observaram aumento linear no diâmetro de colmo das plantas de milho em resposta ao aumento de doses de N em adubação de cobertura. Já Oliveira et al. (2021) não observaram aumento em diâmetro de colmo com aumento de doses de N para milho consorciado com soja. Salienta-se que no presente trabalho não foi aplicado N de cobertura. Pode-se deduzir que a FBN no tratamento FeP, acrescida pela inoculação por rizóbios, proporcionou ganhos agrônomicos para a cultura do milho e melhorou a sustentabilidade agrícola (FU et al., 2019; DU et al., 2020; ZHENG, et al., 2022).

As produtividades de MF, MS, grãos fileiras⁻¹, grãos espiga⁻¹ e teores de MS de plantas consorciadas foram maiores no consórcio Mi + FeP, corroborando o estudo desenvolvido por Perin et al. (2007) e Corrêa et al. (2011), em milho UFVM 100 consorciado com feijão de porco. Os autores observaram ainda incremento contínuo em todas as variáveis estudadas, tais como números de grãos fileira⁻¹ e grãos espigas⁻¹, em que todos os tratamentos consorciados apresentaram médias maiores que o tratamento controle, porém, não

foi observada diferença estatística das médias em todas estas variáveis. Corrêa et al. (2011), por sua vez, no uso do consórcio na mesma linha de semeadura, semelhante ao modelo implantado no presente trabalho, não observaram efeito na produção de milho para silagem ou grão em sistema orgânico. Cardoso et al. (2019) e Oliveira et al. (2021) não observaram incremento em produtividade de MS em consórcio entre milho e soja. Segundo Fu et al. (2019) e Du et al. (2020) o manejo de consórcio entre leguminosa e milho pode aumentar a diversidade de microrganismos do solo.

A maior número de espigas foi encontrada no consórcio com leguminosas inoculadas. Das espigas, observou-se que o diâmetro e comprimento apresentaram médias maiores em ambos os consórcios Mi + Leg quando comparados com o milho solteiro. Porém, o comprimento das espigas reduziu com a inoculação das sementes das leguminosas presentes nos consórcios. Cruz et al. (2020) não encontraram diferença significativa para comprimento de espiga em estudo com doses crescentes de N. Já Schuck et al. (2022) estudaram os consórcios de milho com *Brachiaria ruziziensis*, milho com feijão guandu e milho com *B. ruziziensis* com feijão guandu em que observaram que nos tratamentos consorciados com feijão guandu as produtividades de MS de espiga foram menores.

Para todos os consórcios Mi + Leg foram observados número de grãos fileiras⁻¹, grãos espigas⁻¹ maiores que o tratamento controle. Oligini et al. (2019) ao estudar consórcios de milho com *B. brizantha*, milho com *B. ruziziensis*, milho com *C. spectabilis* e milho com FeG, notaram que o milho consorciado com crotalária apresentou maior quantidade de fileiras por espiga (17,2). No trabalho, o UFVM 100 apresentou 14 fileiras espigas⁻¹ para todos os tratamentos.

Da produtividade de grãos seco (t ha⁻¹) foram observados maiores rendimentos para todos consórcios estudados, exceto Mi + MuP. Batista et al. (2019) observaram aumento linear no MMG e produtividade de grãos de milho (t ha⁻¹) com o aumento de N no manejo de adubação. Dos Santos et al. (2020) por sua vez verificaram incremento de 6,50 kg ha⁻¹ de grãos para cada kg de N. Dos Santos et al. (2010), Queiroz et al. (2011), Pedrotti et al. (2015) e Sordi et al. (2020) salientam a importância do macronutriente para ganhos de produtividade de milho.

No presente estudo não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para produtividade de grãos de milho. O consórcio Mi + FeP apresentou maior rendimento em grãos do cereal (14,8 t ha⁻¹) comparado ao milho solteiro (11,2 t ha⁻¹). Oligini et al. (2019), que estudaram diferentes consórcios de milho com Cro, FeG e milho solteiro

obtiveram produtividade média de 10,8 t ha⁻¹ no consórcio com as leguminosas e 11,2 t ha⁻¹ para o milho em monocultivo. Por não observarem diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, os autores afirmam que não houve competição entre a cultura do milho e as plantas consorciadas. Gerlach et al. (2019) também observaram que os consórcios de milho com *C. spectabilis*, milho com FeG e milho com estilosantes não afetam a produtividade de MS e o rendimento de grãos, salientaram a viabilidade dos consórcios. Ao contrário, para Arf et al. (2018) houve competição por recursos como espaço, luz, água e nutrientes e diminuição do rendimento de milho consorciado.

Dessa forma, observou-se no presente trabalho que a eficiência dos consórcios (IEA > 1,0) foi verificada no Mi + FeP, Mi + MuP e Mi + Lab para produtividade total de MF, MS e grãos (t ha⁻¹). Os consórcios de milho com feijão guandu e crotalária foram prejudiciais à cultura de milho, com IEA = 0,93. De acordo com Mercante et al. (2012) os consórcios de milho com feijão guandu, crotalária, feijão de porco e mucuna preta apresentam grandes vantagens agrônômicas, sobretudo para o consórcio de Mi + Cro, que apresentou valor de IEA = 4,05.

Oliveira et al. (2021) conduziram consórcio de milho com espaçamento de um metro entre fileiras e seis plantas m linear⁻¹ (60 mil plantas ha⁻¹) com uma linha de soja conduzida na entrelinha do milho, com 25 plantas m linear⁻¹ (250 mil plantas ha⁻¹), onde observaram-se prejuízos de produtividade no consórcio milho e soja (IEA < 1,0). Cardoso et al. (2019) testaram consórcio com uma fileira de milho alternada com uma fileira de soja e duas fileiras de milho alternadas com uma fileira de soja, em que observaram maior eficiência da consorciação sob os monocultivos (IEA > 1).

1.5 CONCLUSÃO

O consórcio de milho com leguminosas melhorou o desempenho agrônômico do cereal. A inoculação de sementes de leguminosas prejudicou o desenvolvimento do milho.

1.6 REFERÊNCIAS

- ALVES, T. L., DE ALMEIDA, G. M., DE ARRUDA BARBOSA, J., TOMÉ, L., & LEMOS, E. F. INDUÇÃO DE SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE MICRONUTRIENTES POR OMISSÃO DO ELEMENTO NA CULTURA DO MILHO. *in: III congresso internacional das ciências agrárias*. COINTER - PDVAGRO 2018, p. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00531>
- ALVES, V. M. C., VASCONCELLOS, C. A., FREIRE, F. M., PITTA, G. V. E., FRANÇA, G. E., FILHO, A. R., ARAÚJO, J. M., & LOUREIRO, J. E. Recomendação de adubação para a cultura do milho. *In: RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., & ALVARES, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. 5. ed. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- ANDREOTTI, M., SOUZA, E. C. A. D., CRUSCIOL, C. A. C., RODRIGUES, J. D., & BÜLL, L. T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2437-2446, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000001200015>
- ANÉSIO, A. H. C., ATHAYDE, A. A. R., LEITE, P. C., SIMÃO, S. D., ROBERTO, C. H. V. Produtividade e proteína bruta do feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) sob diferentes adubações e períodos de corte cultivado em um latossolo vermelho distrófico. **V Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG – campus Bambuí**. p. 01-05. 2012.
- ARF, O., MEIRELLES, F. C., PORTUGAL, J. R., BUZETTI, S., DE SÁ, M. E., & RODRIGUES, R. A. F. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 431-444, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n3p431-444>
- BARRETTO, V. D. M., SANTOS, B. J., CAVA, M. D. B., TIMOSSI, P. C., FRANCO, C. F., & BENETT, C. G. S. Adubação verde e nitrogenada na produtividade de milho e competição de plantas daninhas. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.11, n. 2, p. 177-184, 2013.
- BARROS, D. L., GOMIDE, P. H. O., CARVALHO, G. J. Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2., 2013.
- BATISTA, V. V., OLIGINI, K. F., GIARETTA, R., RABELO, P. R., ADAMI, P. F., & LINK, L. Densidade de plantas e doses de nitrogênio no cultivo de milho safrinha no Paraná. **Agrarian**, v. 12, n. 45, p. 296-307, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i45.7485>
- BEZERRA, N. F., PORTO, V. C. N., GOMES, E. G., CECILIO, F. A. B., MOREIRA, J. N. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni- and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, v. 14, n. 1, p. 11–17, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.07.006>
- CAMPOS, M. C. C., SILVA, V., CAVALCANTE, I. H. L., BECKMANN, M. Z. Yield and agronomic characteristics of off-season corn crop cultivars under no-tillage system in Goiás State. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 77-84, 2010.
- CARDOSO, D. A. D. B. Silagem de milho: Desafios do melhoramento genético em busca de novos híbridos. *in: X SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM*.

Anais. Viçosa, MG: Suprema, 2022. p. 177-194.

CARDOSO, I. S., CABRAL, P. H. R., DE ARAÚJO, V. T., GUIMARÃES, K. C., PEREIRA, L. S., & JAKELAITIS, A. Variedades e formas de adubação no cultivo de soja e milho em consórcio. **Revista Ciência Agrícola**, v. 17, n. 2, p. 17-26, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28998/rca.v17i2.7432>

CARVALHO, W. P., DE CARVALHO, G. J., GRAÇAS CARDOSO, M., ANDRADE, M. A., ANDRADE, J., TEIXEIRA, M. L., & SILVA, L. F. Prospecção fitoquímica de adubos verdes em cultivo exclusivo e consorciado. **Revista de Ciências Agrônômicas**, v. 24, n. 3, p. 257-274. 2015. DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2015v24n3p257-274>

Catálogo da Variedade Milho UFVM 100 - Nativo. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dft/milho/UFVM100.htm>. Acesso em outubro de 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **AgroConab**, Brasília, DF, v. 3, n. 4, Acesso em abril de 2023.

CONTE E CASTRO, A. M., & PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônômico do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 35-44, 2008.

CORRÊA, M. L. P., GALVÃO, J. C. C., LEMOS, J. P., MIRANDA, G. V., RODRIGUES, O. L., DA CONCEIÇÃO, P. M., & FONTANETTI, A. Desempenho agrônômico do milho orgânico e tradicional em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, n. 1, 2011. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v1i1.16>

CRUZ, L., RODRIGUES, J., JUNIOR, V. S., XAVIER, M. F., & ROCHA, S. Características agrônômicas e produtividade do milho com diferentes doses e distribuição da aplicação de nitrogênio. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 17, n.32, p. 1-11, 2020.

DOS SANTOS, J. B., SILVA, A. N., & DE OLIVEIRA CRUZ, J. Características agrônômicas e avaliação econômica do milho sob diferentes doses de nitrogênio na forma de ureia comum e peletizada. **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 6, p. 1-9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v6i0.3561>

DU, Q., ZHOU, L., CHEN, P., LIU, X., SONG, C., YANG, F., WANG, X., LIU, W., SUN, X., DU, J., LIU, J., SHU, K., YANG, W., & YONG, T. Relay-intercropping soybean with maize maintains soil fertility and increases nitrogen recovery efficiency by reducing nitrogen input. **The Crop Journal**, v. 8, n. 1, p. 140-152, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.06.010>

FREITAS, R. A. D. Controle de plantas espontâneas e aporte de nitrogênio em área cultivada com cafeeiro através do manejo de plantas de cobertura de solo.

Dissertação de mestrado no Instituto de Agronomia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2017.

FU, Z-D., ZHOU, L., CHEN, P., DU, Q., PANG, T., SONG, C., WANG, X-C., LIU, W- G., YANG, W-Y., & YONG, T-W. Effects of maize-soybean relay intercropping on crop nutrient uptake and soil bacterial community. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, n. 9, p. 2006-2018, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62114-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62114-8)

GERLACH, G. A. X., SILVA, J. C., & ARF, O. Resposta do milho em consórcio com adubos

verde no sistema plantio direto. **Acta Iguazu**, v. 8, n. 2, p. 134–146, 2019. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v8i2.16938>

GITTI, D. C., ARF, O., VILELA, R. G., PORTUGAL, J. R., KANEKO, F. H., & RODRIGUES, R. A. F. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n2p156-168>

IBGE CA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76509. Acesso em maio de 2023.

JASPER, M., & SWIECH, J. J. Diferentes populações de milho crioulo. **Revista Scientia Rural**, v. 20, n. 2, p. 1-14, 2019.

MARTINEZ, A. D. S., PAN, R., CACIANO, W. M., & SEIDEL, E. P. Consórcio de Adubos Verdes e Incremento da Produtividade de Milho para Ensilagem, Uma Alternativa Para o Produtor Rural. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019.

MERCANTE, F., DA SILVA, R. F., RICHETTI, A., MARANHO, E., & PEZARICO, C. Documento 61. Rendimento de grãos de milho cultivado em consórcio com adubos verdes sob condições de baixa aplicação de insumos. **Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 22p. 2012.

MERGENER, R. A., SANGOI, L., & COELHO, A. E. Nitrogen source does not change the morphophysiological characteristics of maize on a clay soil. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v. 20, n. 1, p. 1-16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18512/rbms2021vol20e1220>

MIRANDA, G. V., SOUZA, L. V., GUIMARÃES, L. M., MELO, A. V., & GALVÃO, J. C. C. Milhos UFVM - Programa milho, 2000. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dft/milho/UFVM100.htm>. Acesso em maio de 2023.

MÔRO, G. V., & FRITSCHÉ-NETO, R. Milho: Do plantio à colheita. in: GALVÃO, J. C. C., & PIMENTEL, M. A. **Importância e usos do milho no Brasil**. p. 9-24. Viçosa-MG. Editora UFV. 2017.

OLIGINI, K. F., SALOMÃO, E. C., BATISTA, V. V., LINK, L., ADAMI, P. F., & SARTOR, L. R. Produtividade de milho consorciado com espécies forrageiras no sudoeste do Paraná. **Agrarian**, v. 12, n. 46, p. 434-442, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i46.8705>

OLIVEIRA, J. F. A., VIEIRA, D. A., LEITE, G. G., PEREIRA, L. S., SILVA, J. N., & JAKELAITIS, A. J. Manejo da adubação nitrogenada e da inoculação com *Azospirillum brasilense* no rendimento de silagem do consórcio milho-soja: Adubação no consórcio milho e soja. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 280-289, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.10383>

OLIVEIRA, P., DIAS, A. C. R., FAVARIN, J. L., CHRISTOFFOLETI, P. J., & KLUTHCOUSKI, J. 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. 2010.

PEDROTTI, A., SILVA., T. O. DA, ARAÚJO, E. M., ARAÚJO FILHO, R. N. DE, & HOLANDA, F. S. R. Atributos químicos do solo modificados por diferentes sistemas de cultivo associados a culturas antecessoras ao cultivo do milho, nos Tabuleiros Costeiros. **MAGISTRA**, v. 27, n. 3|4, p. 292-305, 2017.

PERIN, A., BERNARDO, J. T., SANTOS, R. H. S., & FREITAS, G. B. Desempenho agrônomo de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 903-908, 2007.

PINTO, R. G. V., SANTO, A. O., & PINHO, I. V. V. Milho: Do plantio à colheita. in: GALVÃO, J. C. C., & PIMENTEL, M. A. **Botânica**. p. 25-48. Viçosa-MG. Editora UFV. 2017.

QUEIROZ, A. M., SOUZA, C. H. E., MACHADO, V. J., LANA, R. M. Q., KORNDORFER, G. H., & SILVA, A. D. A. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v10n3p257-266>

QUEIROZ, L. R., GALVÃO, J. C. C., CRUZ, J. C., ALVARENGA, R. C., COELHO, A. M., DE OLIVEIRA, M. F., ... & MATRANGOLO, W. J. Milho verde em sistema orgânico de produção, consorciado com leguminosas anuais. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 27. Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: trabalhos e palestras. Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

REIS, R. J. A., CAMPOS, S. A., MARTINS, G. S. L., E. L. J., BASTIANI, M. L. R., & A. N. R. C. Efeitos de plantas de cobertura nas associações do milho (*Zea Mays* L.) com fungos benéficos do solo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2012. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v2i2.169>

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., & ALVARES, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. 5. ed. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 360 p.

SALVADOR, K. R. S., JARDIM, A. M. D. R. F., DO NASCIMENTO, G., JÚNIOR, A., ALVES, C. P., PINHEIRO, A. G., PEREIRA, R. C. G., SOUZA, L. S. B., & DA SILVA, T. G. F. Intensificação de sistemas de produção de palma forrageira por meio de consorciação rotativa com gramíneas, leguminosas e oleaginosas: uma revisão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 04, p. 2322-2343, 2021.

SANTOS, M. M. GALVÃO, J. C. C., SILVA, I. R., MIRANDA, G. V., & FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. **Revista brasileira de ciência dosolo**, v. 34. n. 4, p. 1185-1194, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000400018>

SCHUCK, M. L., OLIVEIRA, J. R., PASINATO, R. F., & DO AMARAL ANTONIAK, J. Partição de massa no consórcio de milho, *Brachiaria ruziziensis* e feijão guandu. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 2, p. 17-20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i2.1236>

SILVA, A. F., SCHONINGER, E. L., CAIONE, G., KUFFEL, C., & CARVALHO, M. A. C. de. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas

em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p162-173>

SORDI, A., BERNARDI, G., MARODIN, L. G., & DAI PRAI, M. Crescimento do milho submetido a aplicações de nitrogênio. **Anuário Pesquisa E Extensão Unoesc São Miguel Do Oeste**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2020.

TAKASU, A. T., RODRIGUES, R. A. F., GOES, R. J., ARF, O., & HAGA, K. I. Desempenho agronômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. **Agrarian**, v. 7, n. 23, p. 34-41, 2014.

YOUNG, T., LIU, X., YANG, F., SONG, CHUN., WANG, XIAOCHUN., LIU, WEIGUO., SU, BENYING., ZHOU, LI., & YANG, WENYU. Characteristics of nitrogen uptake, use and transfer in a wheat-maize-soybean relay intercropping system. **Plant Production Science**, v.18, n.3, p. 388-397, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1626/ppp.18.388>

ZHENG, B-C., YING, ZHOU., PING, CHEN., ZHANG, X-N., QING, DU., HUAN, YANG., XIAO-CHUN, WANG., FENG, YANG., TE, XIAO., LONG, LI., WEN-YU, YANG., & YONG, T-W. Maize-legume intercropping promote N uptake through changing the root spatial distribution, legume nodulation capacity, and soil N availability. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 21, n. 6, p. 1755-1771, 2022. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(21\)63730-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(21)63730-9)

CAPÍTULO 2

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE MILHO EM CONSÓRCIO COM DIFERENTES LEGUMINOSAS

Resumo

O milho é a principal planta forrageira utilizada para produção de silagem para alimentação de rebanho no período de inverno, sendo que o sistema de consórcio de leguminosas e milho pode melhorar o desempenho agrônomico e bromatológico da silagem resultante. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de milho em consórcio com diferentes espécies de leguminosas, em sistema orgânico, sobre a mesma linha de plantio do cereal. O experimento foi conduzido durante a safra 2021/22 na Unidade de Produção de Leite a Pasto da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, em Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, numa altitude média de 740 m e precipitação média anual de 1341 mm. O desenho experimental adotado foi em esquema fatorial 6x2 (seis tratamentos, monocultura de milho e cinco espécies de leguminosas sem e com inoculação das sementes com bactérias diazotróficas) em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos utilizados foram o monocultivo de milho, consórcio de milho com crotalária (*Crotalaria juncea* cv. IAC KR1), milho com feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. BRS mandarim), milho com feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), milho com mucuna preta (*Mucuna pruriens*), milho com lab lab (*Lablab purpureus* cv. Rongai), com e sem inoculação das sementes de leguminosas bactérias do gênero *Rhizobium*. No estágio R4, grãos de milho com metade da linha do leite, o conjunto de milho e leguminosas foram cortados, triturados e ensilados. Foram realizadas as análises bromatológicas da biomassa verde no momento do corte e após 60 dias de fermentação, para a qual foram determinados os teores de MS, PB, FDN, FDA, MM, EE e CNF da silagem de milho. A qualidade da fermentação foi quantificada pelas perdas por gases, efluentes e matéria seca total. A comparação entre os tratamentos foi realizada pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que as leguminosas afetaram os teores de FDN e CNF nas plantas verdes de milho consorciadas. O feijão guandu aumentou o teor de FDN e FDA e diminuiu o teor de CNF em relação ao controle, enquanto que os demais consórcios não diferiram destes, apresentando valores intermediários. As silagens mistas apresentaram maiores teores de PB, FDN, FDA e CNF. A silagem mista com feijão de porco apresentou maior teor de PB e a inoculação diminuiu o seu teor somente na mucuna preta. As leguminosas tiveram redução significativa nas perdas na ensilagem, com exceção do feijão guandu que não diferiu do controle e demais tratamentos. A inoculação das sementes de leguminosas proporcionou redução significativa no teor de FDN e aumento nos teores de CNF e MM nas plantas verdes de milho consorciadas com as leguminosas. Conclui-se que a composição nutricional do consórcio de milho e leguminosas aumenta o valor nutricional da silagem de milho e mitiga as perdas no processo de ensilagem. A inoculação de leguminosas não alterou a qualidade da silagem de milho.

Palavras chaves: adubos verdes; composição bromatológica; perdas por fermentação; silagem mista; *Zea mays*.

NUTRITIONAL VALUE OF CORN SILAGE IN CONSORTIUM WITH DIFFERENT LEGUMES

Abstract

Corn is the main forage plant used to produce silage to feed livestock in the winter period, and the intercropping system of legumes and corn can improve the agronomic and chemical performance of the resulting silage. The objective of this work was to evaluate the chemical composition and fermentative profile of corn silage intercropped with different leguminous species, in an organic system, on the same cereal planting row. The experiment was carried out during the 2021/22 season at the Pasture Milk Production Unit of the Federal University of Viçosa, Minas Gerais, in a Red Yellow Latosol of medium texture, at an average altitude of 740 m and average annual precipitation of 1341 mm. The experimental design adopted was in a factorial 6x2 scheme (six treatments, monoculture of maize and five species of legumes without and with seed inoculation with diazotrophic bacteria) in a completely randomized design, with three replications. The treatments used were maize monoculture, maize intercropping with crotalaria (*Crotalaria juncea* cv. IAC KR1), maize with pigeon pea (*Cajanus cajan* cv. BRS mandarim), maize with jack bean (*Canavalia ensiformis*), maize with velvet bean (*Mucuna pruriens*), maize with lab lab (*Lablab purpureus* cv. Rongai), with and without inoculation of the seeds of leguminous bacteria of the genus *Rhizobium*. At the R4 stage, corn kernels with half the milk line, the corn and leguminous set were cut, crushed and ensiled. Bromatological analyzes of the green biomass were carried out at the time of cutting and after 60 days of fermentation, for which the levels of DM, CP, NDF, ADF, MM, EE and NFC of corn silage were determined. Fermentation quality was quantified by gas losses, effluents and total dry matter. Comparison between treatments was performed using the Tukey test at 5% probability. It was observed that legumes affected the levels of NDF and CNF in intercropped green maize plants. Pigeon pea increased the NDF and ADF content and decreased the NFC content in relation to the control, while the other consortia did not differ from these, presenting intermediate values. Mixed silages showed higher levels of CP, NDF, ADF and CNF. Mixed silage with jack bean showed higher CP content and inoculation decreased its content only in velvet bean. Legumes had a significant reduction in ensiling losses, with the exception of pigeon pea, which did not differ from the control and other treatments. The inoculation of legume seeds provided a significant reduction in the NDF content and an increase in the NFC and MM levels in the green corn plants intercropped with the legumes. It is concluded that the nutritional composition of corn and legumes intercrop increases the nutritional value of corn silage and mitigates losses in the ensiling process. Inoculation of legumes did not change the quality of corn silage.

Keywords: Chemical composition; fermentation losses; green manures; mixed silage; *Zea mays*.

2.1 INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas produzidas no mundo (MÔRO & FRITSCHENETO, 2017). Por apresentar boa adaptabilidade aos trópicos, o cereal pode ser cultivado em todo território nacional, o que faz do Brasil, o terceiro produtor mundial do grão, atrás dos EUA e China (CONAB, 2023).

O milho é a principal planta forrageira utilizada para produção de volumosos e fornecido estrategicamente ao rebanho no período de seca, quando ocorre redução de oferta das pastagens. Nos últimos anos houve aumento da sistematização das unidades de produção com adoção de sistema intensivo e semi-intensivo para produção de leite, e o aumento da demanda de silagem de milho (DA ROCHA et al., 2020)

No país, as áreas destinadas ao cultivo de silagem de milho somam cerca de 1,4 milhões de hectares. O estado de Minas Gerais é o maior produtor de silagem de milho, com cerca de 405,5 mil ha distribuídos em mais de 52,7 mil propriedades e produtividade de 30,6 t ha⁻¹ de MF (IBGE CA, 2017). A produção de silagem de milho de boa qualidade depende da escolha da cultivar, das condições edafoclimáticas do local e tratos culturais (CRUZ, 1998). Entretanto, o custo de produção da tonelada de MS de silagem de milho dobrou entre 2018 e 2022 (AMARAL & SANTOS, 2022).

Diferentes sistemas de manejo de consorciação de milho com leguminosas podem ser implantados, o que promove aumentos da produtividade de MF e MS e rendimentos zootécnicos do rebanho ruminante, devido ao incremento da composição nutricional da MF das leguminosas à silagem (GITTI et al., 2012; MARTINEZ et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2021; SCHUCK et al., 2022).

A consorciação pode proporcionar o dobro de acúmulos de N, P e K à MF de milho com leguminosas em relação aos monocultivos de milho (ARF et al., 2018). Os consórcios de milho e *C. juncea*, FeG, FeP e MuP são superiores em acúmulos de nutrientes, como N, Mg, K, Ca, P e S (ALMEIDA et al., 2011) e o aumento de PB na MFe silagem de milho (DANGUI, 2020; OLIVEIRA, 2022; COSTA, 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a composição nutricional e o perfil fermentativo da silagem de milho em consórcio com diferentes espécies de leguminosas: crotalária (*Crotalaria juncea*) cv. IAC KR1, feijão guandu (*Cajanus cajan*) cv. BRS mandarim, feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna preta (*Mucuna pruriens*) e lab lab (*Lablab purpureus*) cv. Rongai, com e sem a adição de bactérias fixadoras de N às sementes de leguminosas.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local experimental, dados climáticos e condições de solo

O experimento foi conduzido entre agosto de 2021 e maio de 2022, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão Produção Animal a Pasto da Universidade Federal de Viçosa (UFV), distrito de Cachoeira de Santa Cruz, localizada na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. A área experimental está localizada na região da Zona da Mata de Minas Gerais (20°44'46" Sul e 45°58'05" Oeste) e altitude média de 740 m e, segundo Feam- UFV (IDE Sisema), o solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (LVA).

O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por KÖPPEN, com duas estações bem definidas, constituídas de verão quente e úmido e inverno frio e seco. A precipitação anual foi de 1341 mm.

Na Figura 1 encontram-se as temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação mensal (mm) entre os meses de outubro de 2021 e abril de 2022 (INMET, 2022). Observa-se que entre janeiro e março foram os meses mais quentes, com temperatura média mensal próxima a 24 °C. A precipitação foi bem distribuída, desde o plantio em outubro até a colheita da silagem de planta inteira em março.

A área experimental utilizada neste trabalho recebeu, nos últimos anos, preparo periódico do solo por meio de aração e gradagens. Durante a estação chuvosa a área foi ocupada com lavoura de milho para a produção de silagem e permaneceu em pousio durante as demais estações do ano.

Entre agosto e outubro de 2021 a área recebeu preparo convencional do solo com aração e gradagem. No dia 3 de setembro de 2021 foi realizada coleta de amostra de solo na profundidade de 0-20 cm com auxílio de enxada e encaminhada ao Laboratório de Análise de Solo local. O resultado da análise de solos apresentou os seguintes valores de fertilidade: pH (H₂O) = 5,80; P (Mehlich) = 5,00 mg dm⁻³; K⁺ = 62,00 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 3,30 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,17 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,00 cmol_c m⁻³; H + Al = 2,97 cmol_c dm⁻³; SB = 4,63 cmol_c dm⁻³; t = 4,63 cmol_c dm⁻³, T = 7,60 cmol_c dm⁻³, V = 60,9%.

No dia 15 de setembro de 2021 o solo da área de pesquisa recebeu a dose de 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (70% PRNT), para elevação da saturação esperada (Ve) a 70%, conforme o método de saturação de bases da 5ª aproximação (RIBEIRO et al., 1999).

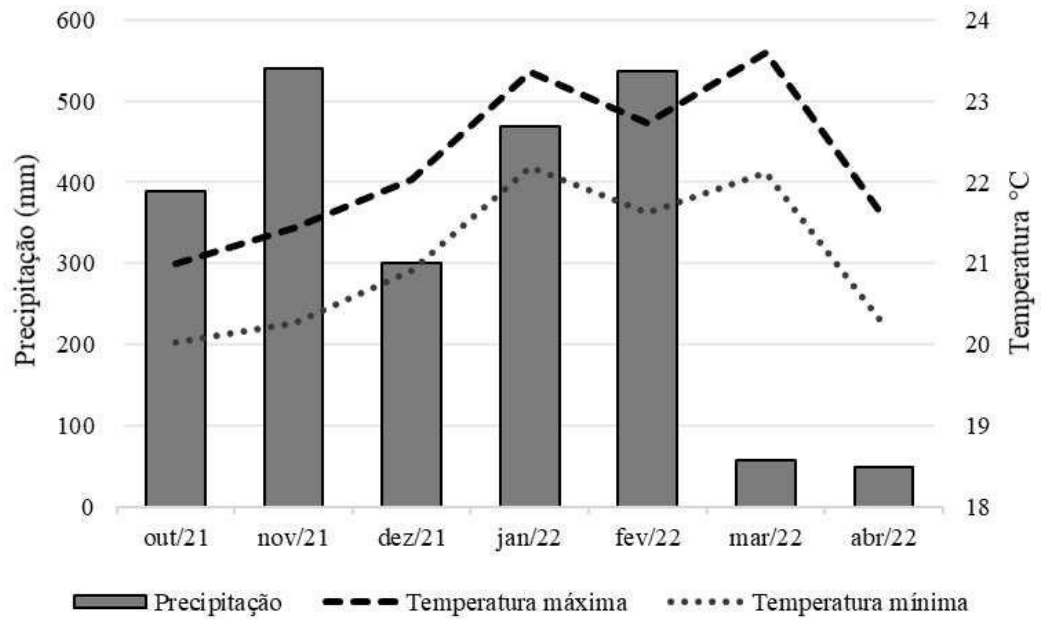


Figura 1. Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação mensal acumulada (mm/mês) no período de outubro de 2021 a abril de 2022 em Viçosa-MG, durante a condução do experimento. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2021/2022).

Com isso, a dose de adubação orgânica para atender à exigência nutricional em P_2O_5 pela cultura do milho foi de 22 t ha^{-1} de esterco bovino curtido distribuído em área total, visto que no primeiro ano a taxa de conversão do esterco bovino curtido para P_2O_5 é igual a 60%, conforme a 5ª aproximação para adubação orgânica (RIBEIRO et al., 1999). No dia 25 de outubro ocorreu a adubação orgânica distribuída a lanço em área total e a incorporação por gradagem a 20 cm de profundidade. O esterco bovino curtido utilizado apresentou os seguintes teores químicos: pH (H_2O) = 7,63; N = 2,18%; P = 0,84%; K^+ = 2,08%; Ca^{2+} = 1,29%; Mg^{2+} = 0,46%; S = 0,83%; Na^{2+} = 0,296%; CO = 16,84%; C/N = 7,72; Fe^{2+} = $14152,00 \text{ mg kg}^{-1}$; Mn = $128,8 \text{ mg kg}^{-1}$; Cu = $16,00 \text{ mg kg}^{-1}$; B = $19,58 \text{ mg kg}^{-1}$ e teor de umidade de 42,94%.

O desenho experimental foi em esquema fatorial 6x2 em que, o primeiro fator "espécie leguminosa" com seis tratamentos, cinco espécies de leguminosas e o monocultivo de milho (testemunha). O segundo fator, com dois tratamentos, refere-se à inoculação das sementes de leguminosas com bactérias diazotróficas (sem e com inoculação). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 36 parcelas, a área útil das parcelas de $9,6 \text{ m}^2$ (quatro linhas de 3 m de comprimento e espaçadas em 0,8 m). Os dados foram coletados nas duas linhas centrais de cada parcela, descartando-se as áreas de bordadura.

As espécies de leguminosas utilizadas foram: crotalaria (Crot-c e Crot-s), feijão

guandu (FeG-c e FeG-s), feijão de porco (FeP-c e FeP-s), mucuna preta (MuP-c e MuP-s), lab lab (Lab-c e Lab-s) e monocultivo de milho (Con-s1 e Con-s2), em que *c* e *s* representam com e sem inoculação das sementes de leguminosas, respectivamente. A área experimental foi subdividida entre os tratamentos com e sem inoculação das sementes de leguminosas.

No dia 30 de outubro de 2021 foi semeada mecanicamente a variedade de milho, UFVM 100 (Nativo), na densidade de cinco sementes $m \text{ linear}^{-1}$, espaçamento de 0,80 m, totalizando 62.500 mil plantas ha^{-1} . Manualmente foram distribuídas 2,5 sementes $m \text{ linear}^{-1}$ na mesma linha do milho, em que a crotalaria, feijão guandu e feijão de porco foram semeadas imediatamente após a semeadura (DAS) do milho e contados 30 DAS, realizou-se a semeadura da mucuna preta e lab lab. As sementes inoculadas receberam os tratamentos previamente à semeadura. Não houve adubação de cobertura complementar para cultura do milho. Para controle das plantas daninhas foi realizada uma capina manual e não foi utilizada irrigação na área experimental.

2.2.2 Análises qualitativas e bromatológicas da silagem mista

Para análises da qualidade da silagem do milho consorciado com leguminosas foi realizada a colheita do MF contidos nas duas das quatro linhas centrais de cada parcela, aos 114 DAS. Foi realizado o corte manual a 15 cm da superfície do solo quando os grãos estavam no estágio fenológico farináceo (R4) e as plantas de milho com 32% de teor de MS.

As plantas de milho consorciadas e as plantas de leguminosas (Mi + Leg) foram cortadas dentro de 2 m lineares nas linhas centrais de cada parcela e pesadas para aferir a produtividade de MF ($t \text{ ha}^{-1}$). Os volumes (Mi + Leg) foram separadamente transportados e triturados, em ensiladeira estacionária, com tamanho médio de partículas de 1 a 2 cm. Após homogeneização da MF foi estratificada em subamostra com 500 g (massa de entrada), pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas e aferidas (massa de saída) para a determinação da porcentagem e produtividade de MS ($t \text{ ha}^{-1}$). Outra subamostra foi acondicionada em silos experimentais confeccionados com baldes plásticos com volume de 3,6 L que continham no fundo um saco de algodão com 500 g de areia seca para absorver a umidade liberada pela biomassa ensilada (perda de efluente). A MF foi compactada manualmente à densidade média de 650 kg m^{-3} .

Após o acondicionamento dos silos experimentais, fechou-se com a tampa do balde contendo uma válvula tipo *Bunsen* e vedados com fita adesiva. A massa inicial do conjunto

(balde plástico + saco de areia seca + MF + tampa com válvula e fita) foi registrada.

Os 38 silos experimentais foram confeccionados e sua abertura ocorreu após 60 dias de fermentação, durante a abertura foi registrado a massa final dos silos. Durante a abertura foi retirada uma subamostra de 500 g no interior de cada silo para avaliação bromatológica e, momentaneamente, avaliou-se perdas de efluentes e gases oriundos do processo de ensilagem.

As subamostras dos materiais a serem ensilados e silagens mistas prontas foram transportadas para o Laboratório de Nutrição Animal (LNA) no Departamento de Zootecnia da UFV e pré-secas em estufas de ventilação forçada de ar a 55 °C, por 72 horas para determinação de MS. As amostras previamente secas foram trituradas em moinho de facas tipo *Willey* com peneiras de 1 a 2 mm, e preparadas para os protocolos de composição nutricional de alimentos.

Por meio de análises químicas foram mensurados os teores de PB, FDN, FDA, MM, EE, LIG e CNF.

O teor de MS foi analisado utilizando o método INCT-CA G-003/1 (DETMANN et al., 2012) dado pela equação (2):

$$\%MS = \frac{ASA * ASE}{100} \quad (2)$$

em que: %MS = percentual de matéria seca; ASA = percentual de amostra seca ao ar e ASE = percentual de amostra seca em estufa.

Para análises dos teores de PB das amostras foi utilizado o método de Kjeldahl (INCT - CA N-001/1) (DETMANN et al., 2012) dado pela equação (3):

$$\%N_{asa} = \frac{(v - b) * Nv * f * 14 * 100}{ASA} \quad (3)$$

em que: %N_{asa} = percentual de N com base na amostra seca ao ar; v = volume da solução de ácido clorídrico utilizado na titulação (mL); b = volume de ácido clorídrico utilizado na titulação do “branco” (mL); Nv = normalidade verdadeira do ácido clorídrico; f = fator de correção da normalidade do ácido clorídrico e ASA = massa de amostra seca ao ar (mg).

Para correção da umidade da amostra utilizou-se a equação (4):

$$\%N_{ms} = \frac{\%N_{asa}}{ASA} * 100 \quad (4)$$

em que: %N_{ms} = percentual de N com base na matéria seca; % N_{asa} = percentual de N com base na amostra seca ao ar; ASE = percentual de amostra seca em estufa.

Logo, o teor de PB, equação (5) com base na matéria seca é dado por:

$$\%PB_{ms} = \%N_{ms} * fc \quad (5)$$

em que: %PB_{ms} = percentual de PB com base na matéria seca; %N_{ms} = percentual de N com base na matéria seca e *fc* = fator de conversão da concentração de N em equivalentes protéicos (*fc* = 6,25).

Os teores de FDN e FDA foram mensurados utilizando autoclave e seguiu as etapas de proposta pelos métodos INCT-CA F-002/1 e INCT-CA F-004/1 (DETMANN et al., 2012). Os valores foram quantificados pelas equações (6) e (7):

$$\%FDN_{ms} = \frac{\left(\frac{(\text{saco} + \text{FDN}) - \text{saco}}{\text{ASA}} * 100 \right)}{\%ASE} * 100 \quad (6)$$

$$\%FDA_{ms} = \frac{\left(\frac{(\text{saco} + \text{FDA}) - \text{saco}}{\text{ASA}} * 100 \right)}{\%ASE} * 100 \quad (7)$$

em que: %FDN_{ms} = percentual de fibra em detergente neutro com base na matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro; ASA = amostra seca ao ar; %ASE = percentual amostra seca em estufa; %FDA_{ms} = percentual de fibra em detergente ácido com base na matéria seca; FDA = fibra em detergente ácido; %ASE = percentual amostra seca em estufa; saco = sacos de tecido não tecido (TNT, 100 g m⁻²).

Os teores de LIG foram mensurados utilizando o método da hidrólise ácida (INCT-CA F-005/1) (DETMANN et al., 2012), dados pelas seguintes equações (8) e (9):

$$\%LIG_{asa} = \frac{RES - RM}{ASA} * 100 \quad (8)$$

$$\%LIG_{ms} = \frac{\%LIG_{asa}}{\%ASE} * 100 \quad (9)$$

em que: %LIG_{asa} = percentual de lignina com base na amostra seca ao ar; RES = massa do

resíduo obtido após o tratamento com ácido sulfúrico (g); RM = massa do resíduo mineral obtido após a incineração em mufla (g); ASA = massa de amostra seca ao ar (g);

$\%LIG_{ms}$ = percentual de lignina com base na matéria seca; $\%LIG_{asa}$ = percentual de lignina com base na amostra seca ao ar; $\%ASE$ = percentual de amostra seca em estufa.

Os teores de MM foram analisados utilizando o método (INCT-CA M-001/1) (DETMANN et al., 2012), mensurados pelas seguintes equações (10) e (11):

$$\%MM_{asa} = (CAD + MM) - CAD \quad (10)$$

$$\%MM_{ms} = \frac{\%MM_{asa}}{\%ASE} * 100 \quad (11)$$

em que: $\%MM_{asa}$ = percentual de matéria mineral com base na amostra seca ao ar; CAD = massa do cadinho (g); MM = matéria mineral (g); ASA = massa de amostra seca ao ar (g); $\%MM_{ms}$ = percentual de matéria mineral com base na matéria seca; $\%MM_{asa}$ = percentual de matéria mineral com base na amostra seca ao ar; $\%ASE$ = percentual de amostra seca em estufa.

Já os teores de EE foram avaliados utilizando o método Randall (INCT-CA G-005/1) (DETMANN et al., 2012), sendo mensurado pelas seguintes equações (12) e (13):

$$\%EE_{asa} = (\text{cartucho} + EE) - \text{cartucho} \quad (12)$$

$$\%EE_{ms} = \frac{\%EE_{asa}}{\%ASE} * 100 \quad (13)$$

em que: $\%EE_{asa}$ = percentual de extrato etéreo com base na amostra seca ao ar; cartucho = massa do cartucho (g); EE = extrato etéreo (g); $\%EE_{ms}$ = percentual de extrato etéreo com base na matéria seca; $\%EE_{asa}$ = percentual de extrato etéreo com base na amostra seca ao ar; $\%ASE$ = percentual de amostra seca em estufa.

De acordo com Detmann et al. (2012), a avaliação quantitativa baseia-se na composição centesimal das amostras, logo para a mensuração do CNF foi admitida a equação 14 a seguir:

$$CNF = 100 - MM - EE - FDN - PB \quad (14)$$

em que: CNF = carboidratos não fibrosos; MM = matéria mineral; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta.

2.2.3 Perdas de matéria seca, gases e efluente no processo de ensilagem

As perdas de MS nas silagens foram mensuradas nas formas de gases e efluentes. As determinações das perdas foram quantificadas pela diferença de massa inicial e massafinal no processo de ensilagem.

De acordo com Jobim et al. (2007) a perda por gases pode ser quantificada pela equação (15):

$$G = \frac{((MC_{en} - M_{en}) * MS_{en}) - ((MC_{ab} - M_{en}) * MS_{ab})}{(MC_{en} - M_{en}) * MS_{en}} * 100 \quad (15)$$

onde: G = Perdas por gases em % da MS; $M_{C_{en}}$ = Massa do silo cheio na ensilagem (kg); M_{en} = Massa do conjunto (silo + tampa + areia + tela + pano) na ensilagem (kg); MS_{en} = Teor de MS da forragem na ensilagem (%); $M_{C_{ab}}$ = Massa do silo cheio na abertura (kg); MS_{ab} = Teor de MS da forragem na abertura (%).

De acordo com Schmidt (2006) a perda por efluente pode ser quantificada pela equação (16):

$$E = \frac{M_{ab} - M_{en}}{MV_{fe}} * 1000 \quad (16)$$

onde: E = Produção de efluente ($kg\ t^{-1}$ de massa verde); M_{ab} = Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na abertura (kg); M_{en} = Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na ensilagem (kg); MV_{fe} = Massa verde de forragem ensilada (kg).

A determinação de perda da densidade e porcentagem de perda da silagem foram estimadas pelas equações (17) e (18):

$$D = M_{en} - M_{ab} \quad (17)$$

em que: D = Perda de densidade da silagem ($kg\ m^{-3}$); M_{en} = Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na ensilagem (kg); M_{ab} = Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na

abertura (kg).

$$PeD = 100 - \left(\frac{M_{en}}{M_{ab}} * 100 \right) \quad (17)$$

em que: PeD = Perda de densidade da silagem (%); M_{en} = Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na ensilagem (kg); M_{ab} = Massa do conjunto (silo + areia + pano + tela) na abertura (kg).

Para verificar a qualidade nutricional da silagem mista e perdas no processo de ensilagem, os dados experimentais ao atenderem a pressuposição da ANOVA foram submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade por meio do *software* estatístico MiniTab versão 17.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Composição bromatológica de plantas verdes consorciadas e silagem mista

Os valores médios da composição das plantas verdes (Mi + Leg) presentes no consórcio na mesma linha de semeadura, assim como os resultados das análises bromatológicas das silagens mistas e perdas por fermentação estão apresentados na Tabela 3.

Houve efeito de espécies de leguminosa sobre teores de FDN e CNF nas plantas verdes de milho consorciadas com leguminosas e sobre os teores de PB, FDN, FDA e CNF nas silagens mistas, bem como perdas na ensilagem (PeD) ($P < 0,05$) (Tabela 3). O feijão guandu aumentou o teor de FDN e diminuiu o teor de CNF em relação ao controle, enquanto que os demais tratamentos não diferiram ($P > 0,05$) (Tabela 3), apresentando valores intermediários.

O feijão de porco apresentou maior teor de PB na silagem que o tratamento contendo mucuna, enquanto que os demais tratamentos não diferiram ($P > 0,05$) (Tabela 3), apresentando valores intermediários.

O feijão guandu aumentou o teor de FDN e FDA e diminuiu o teor de CNF na silagem em relação ao controle ($P < 0,05$), enquanto que as demais espécies não diferiram ($P > 0,05$), apresentando valores intermediários, à exceção do lab lab em relação ao guandu, que apresentou menor valor de FDA (Tabela 3).

Houve efeito de leguminosas sobre as perdas na ensilagem ($P < 0,05$), com redução

significativa, à exceção do feijão guandu que apresentou valor intermediário e não diferiu do controle e das demais espécies consorciadas ($P>0,05$). A inoculação das sementes de leguminosas proporcionou redução no teor de FDN e aumento nos teores de CNF e MM nas plantas verdes de milho consorciadas com leguminosas ($P<0,05$). Todos os demais efeitos principais de inoculação das leguminosas não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) (Tabela 3).

Dentre eles, incluem tipos de leguminosas sobre os teores de MS, PB, EE, FDA e LIG das plantas verdes de milho consorciadas com leguminosas e teores de MS, PB, EE, FDN, FDA, LIG, CNF e MM das silagens resultantes, bem como ausência de efeitos de inoculação sobre G, E, D na ensilagem, D na abertura e PeD.

Houve interação entre as espécies de leguminosas e inoculação de suas sementes sobre os teores de FDN, CNF e MM das plantas verdes e sobre o teor de PB das silagens resultantes ($P<0,05$) (Tabela 4).

Na ausência de inoculação, os teores de FDN foram maiores e os teores de CNF foram menores nos tratamentos guandu, crotalária e lab lab que no tratamento controle ($P<0,05$), enquanto que teor de MM não diferiu significativamente nas plantas verdes de milho consorciadas com leguminosas (Tabela 4). O teor de PB nas silagens resultantes não diferiu significativamente em função do consórcio com leguminosas ($P>0,05$; Tabela 4).

A inoculação diminuiu o teor de FDN e aumentou o teor de CNF somente na *C. juncea* ($P<0,05$), enquanto os demais não diferiram do controle sem inoculação ($P>0,05$) (Tabela 4). No caso do teor de PB nas silagens resultantes a inoculação diminuiu o seu teor somente na mucuna preta ($P>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 3 – Efeitos de espécies leguminosas em consórcio com o milho e inoculação das sementes de leguminosas sobre a composição das plantasconsorciadas e das silagens resultantes, bem como perdas por fermentação

Item	Leguminosa					Inoculação			P valor			
	Con	FeP	FeG	Cro	MuP	Lab	Não	Sim	Leg	In	Leg*In	EP
Plantas verdes (milho+leguminosa)												
MS, % da MF	33,0	31,0	31,1	32,2	31,5	31,1	30,2	33,0	0,41	0,08	0,95	1,10
PB, % da MS	5,64	5,97	5,68	5,55	5,41	5,62	5,72	5,59	0,22	0,29	0,09	0,20
EE, % da MS	2,84	2,49	2,96	2,94	2,59	3,43	2,91	2,84	0,17	0,71	0,80	0,36
FDN, % da MS	42,4a	44,9ab	47,7b	44,6ab	45,1ab	44,7ab	45,1A	44,7B	0,05	0,01	0,01	1,50
FDA, % da MS	16,8	18,5	19,3	19,9	19,1	18,4	18,4	19,0	0,49	0,72	0,93	1,60
LIG, % da MS	1,66	1,87	1,77	1,83	1,96	1,61	1,92	1,65	0,70	0,97	0,32	0,23
CNF, % da MS	44,4a	41,3ab	38,6b	42,2ab	42,0ab	41,6ab	41,4A	41,9B	0,04	0,01	0,01	1,60
MM, % da MS	4,75	5,35	5,03	4,70	4,78	4,66	4,76A	4,99B	0,25	0,01	0,02	0,31

Tratamento: 1 = controle (sem leguminosa); 2 = FeP (feijão de porco); 3 = FeG (guandu); 4 = Cro (*Crotalaria juncea*); 5 = MuP (Mucuna preta); 6 = Lab (lab lab). Le = leguminosa; In = inoculação específica; EP = erro padrão; MS = matéria seca; MF = matéria fresca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina; CNF = carboidratos não fibrosos; MM = matéria mineral. Médias com letras minúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Médias com letras maiúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de F. Continua...

Tabela 3 – ...Continuação – Efeitos de espécies leguminosas em consórcio com o milho e inoculação das sementes de leguminosas sobre a composição das plantas consorciadas e das silagens resultantes, bem como perdas por fermentação

Item	Leguminosa						Inoculação		P valor			
	Con	FeP	FeG	Cro	MuP	Lab	Não	Sim	Leg	In	Leg*In	EP
Silagens (milho+leguminosa)												
MS, % da MF	32,2	30,8	29,9	31,9	31,0	31,7	29,9	32,6	0,21	0,18	0,43	1,00
PB, % da MS	5,75ab	6,30a	5,76ab	6,02ab	5,72b	5,90ab	6,01	5,81	0,02	0,33	0,05	0,18
EE, % da MS	3,04	2,93	3,18	3,42	3,41	3,32	3,33	3,11	0,76	0,30	0,48	0,39
FDN, % da MS	38,1a	41,3ab	44,6b	41,7ab	42,1ab	40,1ab	41,5	41,1	0,04	0,41	0,29	1,90
FDA, % da MS	17,8a	19,5ab	22,3b	19,7ab	20,7ab	18,7a	19,9	19,7	0,01	0,35	0,24	1,10
LIG, % da MS	1,31	0,88	1,40	1,05	1,30	1,20	1,17	1,21	0,25	0,78	0,66	0,23
CNF, % da MS	48,8a	44,7ab	41,8b	44,3ab	44,4ab	46,1ab	44,7	45,4	0,03	0,40	0,20	1,90
MM, % da MS	4,25	4,71	4,66	4,61	4,37	4,53	4,52	4,51	0,54	0,28	0,22	0,27
G, % da MS	5,86	1,00	5,17	2,17	1,75	-1,74	2,31	2,42	0,26	0,54	0,51	3,37
PE, kg t ⁻¹ de MF	31,1	48,2	22,3	24,5	23,4	16,4	26,9	28,4	0,38	0,51	0,52	15,0
D na ensilagem (kg m ⁻³)	655	654	662	648	669	628	673	632	0,70	0,58	0,48	26,0
D na abertura (kg m ⁻³)	639	651	656	642	668	626	668	626	0,66	0,62	0,41	25,0
PeD, %	2,44a	0,35b	0,98ab	0,91b	0,26b	0,37b	0,80	0,97	0,01	0,65	0,42	0,47

Tratamento: 1 = controle (sem leguminosa); 2 = FeP (feijão de porco); 3 = FeG (guandu); 4 = Cro (*Crotalaria juncea*); 5 = MuP (mucuna preta); 6 = Lab (lab lab. Le = leguminosa; In = inoculação específica; EP = erro padrão; G = perda gasosa; PE = perda de efluente; PeD = perda de densidade da silagem; D = densidade. Médias com letras minúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Médias com letras maiúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 4 – Interação entre espécies leguminosas em consórcio com o milho e inoculação das sementes de leguminosas sobre a composição nutricional de silagem de milho resultante

Item	Leguminosas					
	Con	FeP	FeG	Cro	MuP	Lab
FDN (% da MS) das plantas verdes (milho + leguminosas)						
Sem inoculação	39,6a	44,1abA	47,5bA	48,4bA	44,9abA	46,4bA
Com inoculação	45,2ab	45,7abA	48,0aA	40,8bB	45,4abA	42,9abA
CNF (% da MS) das plantas verdes (milho + leguminosas)						
Sem inoculação	47,9a	42,3abA	38,7bA	38,4bA	42,0abA	39,5bA
Com inoculação	40,9ab	40,3abA	38,5bA	46,0aB	42,0abA	43,7abA
MM (% da MS) das plantas verdes (milho + leguminosas)						
Sem inoculação	4,05a	5,34aA	4,68aA	4,99aA	4,83aA	4,68aA
Com inoculação	5,46a	5,35aA	5,38aA	4,40aA	4,74aA	4,63aA
PB (% da MS) das silagens (milho + leguminosas)						
Sem inoculação	5,77a	6,06aA	6,00aA	6,16aA	6,05aA	6,04aA
Com inoculação	5,73ab	6,54aA	5,53bA	5,88abA	5,39bB	5,77abA

Tratamento: 1 = controle (sem leguminosa); 2 = FeP (feijão de porco); 3 = FeG (guandu); 4 = Cro (*Crotalaria juncea*); 5 = MuP (*Mucuna preta*); 6 = Lab (lab lab). FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não fibrosos; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta. Médias com letras minúsculas diferentes dentro de cada linha, ou maiúsculas diferentes dentro de cada coluna para cada variável, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

2.4 DISCUSSÃO

2.4.1 Composição de plantas verdes consorciadas

A produtividade do milho UFVM 100 foi de 55 t ha⁻¹ com uso de 22 t ha⁻¹ de esterco bovino aplicado em dose única e incorporado antes do plantio. Campos et al. (2017), por sua vez, observaram respostas crescentes de produtividade de matéria verde da cultivar UFVM 100 em função de doses crescentes de esterco de poedeiras, sendo a maior produtividade (45,6 t ha⁻¹) verificada na dose de 3,75 t ha⁻¹ do adubo orgânico aplicado em cobertura.

A maior produção de matéria fresca de forragem foi observada nos consórcios (Mi + Leg) em comparação ao tratamento controle. De forma semelhante, Oliveira (2021) apresentou valores de 17,8 e 19,2% maiores de produtividade de forragem verde no consórcio de milho com lab lab em relação ao milho solteiro, embora sem efeito significativo.

Almeida & Câmara (2011) observaram que a MuP apresentou a menor produtividade de MF e MS, de 36,7 e 9 t ha⁻¹, respectivamente. Esses valores foram muito abaixo quando comparados com as leguminosas FeP e FeG. Entretanto, os autores obtiveram da consorciação da leguminosa (MuP) com milho produtividades de biomassa fresca e seca de 54,2 e 13,6 t ha⁻¹, respectivamente. Maiores resultados para produtividade do milho com leguminosas também foram obtidos por Pereira et al. (2017) ao estudar a produtividade de MF e MS (t ha⁻¹) da parte aérea das leguminosas Cro, FeP e feijão guandu anão.

As biomassas frescas (Mi + Leg) foram coletadas no estágio adequado para ensilagem com o teor médio de 32% de MS do milho. As leguminosas tendem a aumentar o teor de FDN e reduzir o teor de CNF, enquanto que a inoculação das sementes de leguminosas reduziram de forma não esperada o teor de FDN e aumentou os teores de CNF e MM (Tabela 3).

Entretanto, o maior valor significativo de FDN foi obtido apenas para o consórcio Mi + FeG, com 47,7% quando comparado com o tratamento controle. Lima et al. (2017) observaram o mesmo comportamento ao incremento na proporção de 50% de FeG na silagem de milho, não ocorreram diferenças significativas para FDN e LIG, sendo os teores médios observados de 66,32 e 1,81%, respectivamente. Para os autores, a inclusão da leguminosa na silagem de milho contribuiu para o aumento nos teores de PB e FDA, o que evidencia que o FeG pode ser usado como ferramenta no aumento da qualidade nutricional da silagem.

As plantas de FeG apresentam elevados teores de fibra e PB em sua composição, com valores chegando a 50% e 20% para FDA e PB, respectivamente (ANÉSIO et al., 2012).

Quintino et al. (2013) estudaram quatro proporções de inclusão de feijão guandu (10%, 20%, 30% e 40%) na silagem de milho e observaram que a adição até 20% é uma alternativa indicada para melhoria do valor nutritivo da silagem de milho. Schuck et al. (2022) observaram que o cultivo de Mi + FeG apresentou acúmulo total de MS equivalente ao cultivo do milho solteiro. Oliveira (2022) estudou a adição de seis níveis de FeG (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) na formação de silagem mista com milho onde observou redução quadrática nos teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), devido ao aumento das frações fibrosas presente no colmo desta leguminosa. Já Marques et al. (2021), por sua vez, ao estudar silagem mista de soja com milho, não observaram efeitos na DIVMS.

A inoculação das sementes de leguminosas no momento do plantio do consórcio proporcionou diminuição do teor médio de FDN da biomassa verde, no momento da colheita das plantas consorciadas, quando comparadas aos tratamentos que não receberam inoculação na semeadura. Não foram encontrados estudos que apresentem correlação entre a atividade microbiana e redução de carbono estrutural em plantas leguminosas. Porém, o presente estudo evidenciou a possibilidade de aumento no desenvolvimento fisiológico das leguminosas com menor proporção de carbono estrutural aliado a diminuição da turgidez das paredes celulares das plantas.

Dentre os tratamentos, as plantas verdes trituradas de milho solteiro apresentaram o menor teor de FDN (42,4%), estatisticamente igual aos consórcios Mi + LeG, exceto para FeG, mas bem abaixo daqueles obtidos por Rabelo et al. (2014) que observaram valores de 60,7% e 28% de FDN e FDA, respectivamente, para silagem exclusiva de milho solteiro colhidas na metade da linha do leite (MS = 31,5%).

O CNF constitui o valor energético dos alimentos utilizados nas dietas de ruminantes. A massa verde triturada das plantas consorciadas, cortadas aos 114 DAS, apresentou redução de energia quando comparadas com o milho solteiro. Isto deve-se ao baixo conteúdo de carboidratos solúveis das plantas leguminosas e, em parte, por apresentarem acréscimo nos teores de FDN, FDA e LIG e está associado a menor participação de grãos de milho na biomassa triturada (MARQUES et al., 2021). Contudo, apenas a consorciação de Mi + FeG reduziu estatisticamente o teor de CNF das plantas verdes no momento do corte para ensilagem.

As plantas de milho apresentam os elementos K, Ca, Mg, P e S em ordem decrescente em sua composição (LANA, 2020). As leguminosas, por sua vez, apresentam alta concentração de minerais, podendo ser utilizadas na ciclagem de nutrientes em sistemas agrícolas. Arf et al. (2018), ao estudar consorciação de milho com leguminosas e gramíneas,

observam o acúmulo de N, P e K na palhada da consorciação sendo aproximadamente o dobro da encontrada no milho solteiro. O P e K apresentaram maior participação no acúmulo na MS e maior aporte ao sistema.

A presença da inoculação de sementes de leguminosas afetou positivamente os teores de CNF e MM das plantas verdes trituradas, quando comparados com consórcios sem inoculação. A inoculação de leguminosas proporciona aumento na taxa de FBN, permitindo o aumento do desempenho fisiológico das plantas, assimilação de CO₂ e absorção de nutrientes (SILVA et al., 2017; COELHO et al., 2021; MUSSATO, & GUIMARÃES, 2021; ALMEIDA et al., 2022).

Almeida & Câmara (2011) estudaram a produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes na consorciação de milho com Cro, FeG, FeP e MuP, que são leguminosas de verão, e os cultivos solteiros de milho e leguminosas (Con). Foi observado que todas as leguminosas aumentam o acúmulo de biomassa da consorciação Mi + Leg e o FeP cultivado em monocultivo ou em consórcio apresentou a maior produtividade de MF e MS. Quando cultivado em consórcio com milho, a leguminosa FeP apresentou os maiores acúmulos dos macronutrientes, em ordem decrescente, N, Mg, K, Ca, P e S, de 396,3; 201,6; 113,5; 112,6; 39,7; 20,2 (kg ha⁻¹), respectivamente (ALMEIDA & CÂMARA, 2011). Os autores obtiveram teores de macronutrientes ainda maiores quando estudaram o monocultivo utilizando FeP e o milho solteiro apresentou o menor conteúdo de nutriente, produtividade de biomassa fresca e seca para todos tratamentos estudados, onde a composição nutricional da parte aérea das leguminosas aumentam os teores de nutrientes na biomassa produzida. Este trabalho corrobora com Pereira et al. (2017) de que as leguminosas Cro e FeP apresentam maior produção de MS.

2.4.2 Composição da silagem mista

Durante a abertura dos silos não foi observado efeito da utilização de inoculação de sementes de leguminosas no consórcio (Mi + Leg) para as variáveis estudadas, exceto a inoculação de sementes de MuP no consórcio Mi + MuP que afetou negativamente o teor de PB da silagem mista, apresentando teor de PB igual ao milho solteiro. Isso deve-se à baixa contribuição em produtividade de matéria fresca, consequentemente com menor aporte de N à silagem resultante. Outro fator que pode ser atribuído a leguminosa é o hábito de crescimento trepador, semelhante a corda de viola (*Ipomoea grandifolia*), principal planta daninha da cultura do milho (SOUZA et al., 2013), por sua vez, competindo com o cereal por espaço e

luz, afetando seu desempenho agrônômico (SEVERINO et al., 2005; GALON et al., 2020). Vale salientar que a leguminosa foi semeada manualmente, aos 30 DAS, na mesma linha do milho, como alternativa para diminuir a competição entre as espécies durante os estádios iniciais de desenvolvimento do cereal (OLIVEIRA, 2021).

As leguminosas aumentaram o teor de PB das silagens mistas resultantes, exceto o caso da MuP, corroborando com Danguì (2020), que observou aumento do teor de PB ao utilizar os consórcios com FeG, Cro, Lab e MuP, em relação ao milho solteiro. Ao estudar o incremento na qualidade nutricional da silagem mista de Mi + FeG, Oliveira (2022) observou aumento linear no teor de PB com a adição de FeG na ensilagem, demonstrando aumento de 11,9; 20,5; 40,2; 49,5 e 68,2%, para as proporções de 20, 40, 60, 80 e 100%, respectivamente. Danguì (2020), por sua vez, observou que a *C. juncea* produziu cerca de 440 kg ha⁻¹ de PB a mais que o cultivo de milho solteiro. Ainda, Costa (2019) ao avaliar os consórcios milho + *C. juncea*, milho + *C. spectabilis*, milho + *C. ochroleuca* observou que das espécies a *C. juncea* apresentou o melhor valor nutricional para produção de silagem mista com teor de 9,5% de PB.

Os consórcios milho + FeP e milho + Cro apresentaram os maiores teores de proteína na silagem mista, com 6,30% e 6,02% da MS das silagens mistas, respectivamente, embora espera-se teores mais elevados. Isso se deve ao baixo estande das leguminosas, com densidade média de 35 mil plantas ha⁻¹, e por sua vez a baixa partição de biomassa no sistema de consórcio na biomassa total, o que levou à baixa contribuição na composição das silagens. No caso do presente trabalho observou-se uma redução em produtividade de biomassa nas consorciações em 14,6; 6,2; 1,7; 1,3; 0,3 (%) para Cro, FeG, MuP, Lab, FeP, respectivamente (capítulo 1), que justifica os baixos teores observados de PB das silagens mistas resultantes de Mi + FeP e Mi + Cro. Em outro estudo com densidade maior de leguminosas, também não houve aumento nos rendimentos agrônômicos e qualidade de silagem.

Oliveira (2021) estudou o consórcio Mi + Lab, com estande de 25 mil plantas ha⁻¹, semeadas na mesma linha de semeadura e nas entrelinhas do milho, aos 0 e 30 DAS do milho, e também observou a competição e prejuízo nos rendimentos do milho, onde a produtividade diminuiu linearmente ao elevar a densidade da leguminosa. Da mesma forma, para qualidade da silagem mista (Mi + Leg), não houve efeito estatístico significativo entre as composições bromatológicas, e o teor de PB no arranjo Mi + Lab na entrelinha (0 DAS) foi de 7,2% e estatisticamente igual ao milho solteiro, que foi de 6,22%. Adicionalmente, Oliveira et al. (2003) estudando estande com maiores densidade de leguminosas (62,5 mil plantas ha⁻¹) nos

consórcios de Mi + MuP e Mi + FeP e cultivo exclusivo do milho, sem adubação de plantio e inoculação de sementes, também não obtiveram diferenças de produção de matéria fresca e matéria seca e demais índices agronômicos.

Algumas alternativas para aumentar a participação de leguminosas na biomassa forrageira com milho para ensilagem seriam fazer adubação adicional de cobertura, aumentar a densidade populacional das leguminosas, não utilizar espécies com hábito de crescimento trepador e arranjos de consórcio nas entrelinhas do milho (MTHEMBU et al., 2018; OLIVEIRA, 2021).

A presença das leguminosas na composição da silagem proporcionou aumento no teor de fibra na MS em todos os tratamentos. Em destaque, o consórcio Mi + FeG proporcionou o maior aumento dos teores de FDN e FDA e menor o teor de CNF na silagem em relação ao controle e demais consórcios. Este resultado é devido às leguminosas serem deficientes em CNF comparados às plantas de milho, que possui amido nos grãos (MARQUES et al., 2021).

Os menores teores de FDN e LIG e maior teor de CNF entre as silagens contendo leguminosas foram obtidos no consórcio Mi + FeP. O FeP possui hábitos de crescimento semi-arbustivo, semelhante às plantas de soja. Seu baixo porte, quando comparado com a cultura do milho, não compete com o cereal, sendo recomendado para o cultivo consorciado de milho e outras culturas, como café e citros. Por se tratar de uma planta herbácea de baixo porte, essa espécie apresenta baixo conteúdo de fibras e pode fixar entre 120 a 280 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (PAULUCIO et al., 2014), apresentando maior velocidade de decomposição e liberação de nutrientes, como N, Ca e Mg devido à parte aérea apresentar baixa relação C/N (TEIXEIRA et al., 2010).

Apesar de Orlandi & Silva (2022) destacar a *C. juncea* como a espécie mais promissora, dentre as leguminosas, como alternativa para otimizar os custos, aumentar a produtividade e garantir maior sustentabilidade no sistema produtivo do milho, o mesmo não foi observado no presente trabalho.

2.4.3 Perfil fermentativo da silagem mista (Mi + Leg)

O perfil fermentativo foi estimado pelas análises de perdas gasosas, perdas por efluentes e perda de matéria seca na ensilagem. A adição de leguminosas na ensilagem do milho pode apresentar boas características de fermentação e diversidade microbiana de silagens (RIDWAN et al., 2015) e ainda aumentar os teores nutricionais do alimento para a

produção animal (HEINRITZ et al., 2012). Contudo, elevadas adições de leguminosas à ensilagem podem afetar o perfil fermentativo e a digestibilidade da silagem mista em ruminantes, assim como diminuir a disponibilidade energética e a eficiência de conversão alimentar (CASTRO-MONTOYA & DICKHOEFER., 2018).

Alguns estudos apresentam a adição de inoculação com *Lactobacillus plantarum* ou aditivos como a ureia, melaço e outros subprodutos no processo de ensilagem (COUTINHO et al., 2015; RIDWAN et al., 2015; MOURO et al., 2020; AMARAL & SANTOS, 2022). Silva et al. (2014) ao estudar o potencial do estilosantes campo grande (*Stylosanthes capitata* e *S. macrocephala*) para produção de silagem, observaram que as silagens sem inoculante apresentaram menores valores de pH e de temperatura, tendo assim, melhor composição químico-bromatológica, em relação aos tratamentos com uso de aditivos.

Durante o processo fermentativo da silagem podem ocorrer perdas de matéria seca, o que acarreta em maiores custos de produção de toneladas de MS. Porém, no presente trabalho, constatou-se que a adição de leguminosa ao milho para ensilagem promoveram reduções significativas nas perdas por fermentação, ou seja, as leguminosas diminuíram o custo de produção da MS, corroborando com Mouro et al. (2020) observaram que a silagem mista de milho com mucuna preta apresentou a menor perda no processo de fermentação da silagem.

O FeG apresentou maior quantidade de fibras na matéria seca da parte aérea e conseqüentemente menor teor de CNF, além da maior perda durante a fermentação da silagem, embora estatisticamente igual às perdas obtidas na silagem exclusiva de milho. Marques et al. (2021), ao estudarem o comportamento fermentativo com adição gradual de soja na silagem de milho, obtiveram maiores perdas por gás e efluentes durante o processo fermentativo, para as maiores participação da biomassa de soja, devido a silagem se apresentar mais úmida quando comparada à silagem de milho. Porém, os autores obtiveram aumentos nos teores de proteína e extrato etéreo e na digestibilidade, o que justifica a adição de leguminosa em silagem de milho para fornecer suplementação proteica em dietas ruminantes.

Por outro lado, Mouro et al. (2020) observaram padrões fermentativos satisfatórios para a ensilagem de milhos crioulos com a inclusão de até 50% de FeG na forragem ensilada. Entretanto, Firmino (2019) não observou alteração na composição química e perfil fermentativo com adição de valores abaixo de 20% de FeG na silagem mista com milho, que pode ser estendido às demais plantas leguminosas.

2.5 CONCLUSÃO

O consórcio de milho e leguminosa apresenta ganhos na composição nutricional da silagem mista, especialmente para a espécie feijão de porco.

A inoculação de sementes de leguminosas não contribui com a qualidade da silagem mista.

O uso de leguminosas na produção de silagem de milho mitiga as perdas durante o processo de ensilagem.

2.6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K. & CÂMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.

ALMEIDA, Q. R. D., TEIXEIRA, I. R., SILVA, G. C. D., ROCHA, E. C., & KIKUTI, H. Reinoculation of topdressing *Rhizobium tropici* combined or not with *Azospirillum brasilense* in common bean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632022v5273419>

AMARAL, R. C., & SANTOS, M. C. Produção de silagem no Brasil: Desafios e tendências. *in*: X SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA

PASTAGEM. **Anais**. Viçosa, MG: Suprema, 2022. p. 177-194.

ANDREOTTI, M., SOUZA, E. C. A. D., CRUSCIOL, C. A. C., RODRIGUES, J. D., & BÜLL, L. T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 2437-2446, 2000.

ANÉSIO, A. H. C., ATHAYDE, A. A. R., LEITE, P. C., SIMÃO, S. D., ROBERTO, C. H. V. Produtividade e proteína bruta do feijão guandu (*Cajanus cajan* cv. Mandarin) sob diferentes adubações e períodos de corte cultivado em um latossolo vermelho distrófico. **V Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG – campus Bambuí**. p. 01-05. 2012.

ARF, O., MEIRELLES, F. C., PORTUGAL, J. R., BUZETTI, S., DE SÁ, M. E., & RODRIGUES, R. A. F. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 431-444, 2018.

CAMPOS, S. D. A., LANA, R. D. P., GALVÃO, J. C. C., SOUZA, M. N., & TAVARES, V. B. Efeito do esterco de galinha poedeira na produção de milho e qualidade dasilagem. **Revista Ceres**, v. 64, p. 274-281, 2017.

CASTRO-MONTOYA, J., & DICKHOEFER, U. Effects of tropical legume silages on intake, digestibility and performance in large and small ruminants: A review. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 26-39, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/gfs.12324>

COELHO, L. G. F., BONFIM, C. A., MENDES, I. C., VALE, H. M. M., & REIS JÚNIOR, F. B. **Inoculação do feijoeiro no Brasil: alternativas para aumentar a produtividade utilizando microrganismos promotores do crescimento vegetal.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **AgroConab**, Brasília, DF, v. 3, n. 4, Acesso em abril de 2023.

COSTA, C. M. **Aspectos agronômicos e qualidade de silagens mistas oriundas dos consórcios de milho e crotalárias.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 65 p., 2019.

COUTINHO, J. O., ATHAYDE, A. A. R., RODRIGUES, L. M., & COURA, R. A. N. Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. **Ciência e Praxis**, v. 8, n.15, p. 53-57, 2015.

CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. *In: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ZOOTECNIA*, 1998, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p. 92-114.

DANGUI, A. M. **Produtividade e composição bromatológica de silagem de milho consorciado com leguminosas.** TCC (Bacharel em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, p. 31, 2020.

DETMANN, E., SOUZA, M. A., VALADARES FILHO, S. C., QUEIROZ, A. C., BERCHIELLI, T. T., SALIBA, E. O. S., CABRAL, L. S., PINA, D. S., LADEIRA, M. M., AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, Atlas, 2012.

DA ROCHA, D. T., CARVALHO, G. R., & DE RESENDE, J. C. Documentos 123. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** - Gado de leite, Juiz de Fora, MG, p. 1– 16, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf>. Acesso em: abril, 2023.

FIRMINO, E. P. **Composição química, características fermentativas e populações microbianas de silagens mistas de milho e guandu.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, p. 27, 2020.

GALON, L., GABIATTI, R. L., AGAZZI, L. R., WEIRICH, S. N., RADÜNZ, A. L., BRANDLER, D., BRUNETTO, L., SILVA, A. M. L., ASPIAZÚ, I., & PERIN, G. F. Competição entre híbridos de milho com plantas daninhas. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1-26, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.17648/sas.v2i1>

GITTI, D. C., ARF, O., VILELA, R. G., PORTUGAL, J. R., KANEKO, F. H., & RODRIGUES, R. A. F. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n2p156-168>

HEINRITZ, S. N., MARTENS, S. D., AVILA, P., & HOEDTKE, S. The effect of inoculant and sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, n. 3-4, p. 201-210, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.03.017>

IBGE CA. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Censo Agropecuário 2017. Disponível em:
https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_a-gro/resul-tadosagro/agri-cultura.html?localidade=0&tema=76509>. Acesso em maio de 2023.

JOBIM, C. C., NUSSIO, L. G., REIS, R. A., & SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.

LANA, R. P. *in*: Alimentos e suas composições. PELO AUTOR. (org). *Sistema viçosa de formulação de rações*. 5ª edição. Viçosa-MG: UFV, DZO, p. 74-76, 2020.

LIMA, L. S., CHAVES, A. K. DE L., SALDANHA, A. R., & TONUCCI, R. G. *in*: VI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS. CHAVES, A. K. L., TONUCCI, R. G., & LIMA, L. S. (org). *Avaliação da composição química de silagem de milho com adição em níveis crescentes de feijão guandu*. Sobral. **Anais...** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, n. 6., p. 21-22, 2017.

MARQUES, K. O., JAKELAITIS, A., GUIMARÃES, K. C., & PEREIRA, L. S. Perfil agrônomo, fermentativo e bromatológico da silagem obtida do consórcio entre milho e soja. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11925>

MARTINEZ, A. D. S., PAN, R., CACIANO, W. M., & SEIDEL, E. P. Consórcio de Adubos Verdes e Incremento da Produtividade de Milho para Ensilagem, Uma Alternativa Para o Produtor Rural. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1. 2019.

MÔRO, G. V., & FRITSCHÉ-NETO, R. Milho: Do plantio à colheita. *in*: GALVÃO, J. C. C., & PIMENTEL, M. A. **Importância e usos do milho no Brasil**. p. 9-24. Viçosa-MG. Editora UFV. 2017.

MOURO, G. F., NATÁRIO, L. U., TEIXEIRA, E. J. R., & DINIZ, E. R. Características fermentativas de silagens de milho Caiano, associadas com *Cajanus cajan* e inoculadas com microrganismos eficazes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

MTHEMBU, B. E., EVERSON, T. M., & EVERSON, C. S. Intercropping maize (*Zea mays* L.) with lab lab (*Lablab purpureus* L.) for sustainable fodder production and quality in smallholder rural farming systems in South Africa. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 42, n. 4, p. 362-382, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1393649>

MUSSATO, M. L., & GUIMARÃES, S. L. Inoculação com estirpes de rizóbio e seus efeitos sobre parâmetros fitométricos da leguminosa *Dolichos lablab* L. Rongai (1962) submetido à disponibilidade hídrica. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 4, p. 437-443, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2021v25n4p437-443>

OLIGINI, K. F., SALOMÃO, E. C., BATISTA, V. V., LINK, L., ADAMI, P. F., & SARTOR, L. R. Produtividade de milho consorciado com espécies forrageiras no sudoeste do Paraná. **Agrarian**, v. 12, n. 46, p. 434-442, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i46.8705>

OLIVEIRA, K. J. **Valor nutritivo da silagem mista de milho e feijão guandu**. TCC (Graduação em Bacharelado em Zootecnia), Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, p. 23, 2022.

OLIVEIRA, M. N. **Qualidade de Silagem e produtividade de milho grão consorciado com lab-lab (*Lablab purpureus*)**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Programa de Pós Graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, p. 52, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.158>

OLIVEIRA, T. K. D., CARVALHO, G. J. D., MORAES, R. N. D. S., & JERÔNIMO JÚNIOR, P. R. M. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 223-227, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000100029>

ORLANDI, W. F. S., & SILVA, F. C. Variedades de cultivares utilizadas como adubo verde no cultivo do milho (*Zea mays* L): Uma revisão integrativa da literatura. **NATIVA-Revista de Ciências, Tecnologia e Inovação**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 2022.

PAULUCIO, V. A., BRUNORO, G. P., DE ASSUNÇÃO, G. R., CORDEIRO, M. D. OLIVEIRA, L. R. S., & GAI, Z. T. Produção de sementes e mudas como fontes proteicas alternativas na alimentação animal: Cartilha para agricultores. Alegre, ES. CAUFES, p. 1-24, 2014.

PEREIRA, A. P., SCHOFFEL, A., KOEFENDER, J., CAMERA, J. N., GOLLE, D. P., & HORN, R. C. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista de ciências agrárias**, v. 40, n. 4, p. 799-807, 2017. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA17065>

QUINTINO, A., ZIMMER, A. H., DA COSTA, J. A. A., DE ALMEIDA, R. G., & BUNGENSTAB, D. J. Silagem de milho safrinha com níveis crescentes de forragem de guandu. *in*: II Simpósio de produção animal a pasto. Londrina - PR. p.1-3, 2013.

RABELO, C. H. S., REZENDE, A. V. D., RABELO, F. H. S., NOGUEIRA, D. A., SENEDESE, S. S., VIEIRA, P. D. F., BERNARDES, C. L., & CARVALHO, A. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural**, v. 44, p. 368-373, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200028>

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., & ALVARES, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. 5. ed. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 360 p.

RIDWAN, R., RUSMANA, I., WIDYASTUTI, Y., WIRYAWAN, K. G., PRASETYA, B., SAKAMOTO, M., & OHKUMA, M. Fermentation characteristics and microbial diversity of tropical grass-legumes silages. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 28, n. 4, p. 511, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5713%2Fajas.14.0622>

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2006.

SCHUCK, M. L., OLIVEIRA, J. R., PASINATO, R. F., & ANTONIAK, J. DO A. Partição de massa no consórcio de milho, *Brachiaria ruziziensis* e feijão guandu. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 2, p. 17-20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i2.1236>

SEVERINO, F. J., CARVALHO, S. J. P., & CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de

consórcio: I-implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). **Planta daninha**, v. 23, p. 589-596, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582005000400005>

SILVA, M. F., SILVA SANTOS, C. E. R., SOUSA, C. A., ARAÚJO, R. S. L., STAMFORD, N. P., & FIGUEIREDO, M. V. B. Nodulação e eficiência da fixação do N₂ em feijão-caupi por efeito da taxa do inóculo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1418-1425, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000500005>

SILVA, M. S. J. D., JOBIM, C. C., NASCIMENTO, W. G. D., FERREIRA, G. D. G., & OLIVEIRA, M. R. Uso de aditivos e tempo de abertura dos silos em silagens de estilosantes campo grande. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 381-393, 2014.

SOUZA, G. S. F., MARTINS, D., & PEREIRA, M. R. R. Efeito da chuva na eficiência de herbicidas aplicados em pós-emergência sobre corda-de-viola. **Planta Daninha**, v. 31, p. 175-184, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000100019>

TEIXEIRA, C. M., CARVALHO, G. J. D., SILVA, C. A., ANDRADE, M. J. B. D., & PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 497-506, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000200023>

2.7 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nesta pesquisa pode-se observar que o consórcio de milho com leguminosas, na mesma linha de semeadura, não limitou o desempenho agrônômico do cereal. A consorciação com leguminosas promoveu aumentos significativos no rendimento de grãos, sendo assim, com maior participação de grãos, fonte de energia, no conteúdo total de biomassa fresca. Demonstrou-se que as eficiências na utilização dos consórcios foram verificadas para o milho consorciado com as espécies de leguminosa, feijão de porco, mucuna preta e lab lab, para produtividade total de matéria fresca, matéria seca e rendimento de grãos. As demais espécies de leguminosas, feijão guandu e crotalária, foram prejudiciais à cultura de milho. A inoculação de sementes de leguminosas proporcionaram diminuição no rendimento de agrônômico do milho, quando consorciado com as cinco espécies de leguminosas.

Da composição nutricional, pode-se observar que a consorciação de milho com as espécies de leguminosas apresentaram ganhos nutricionais para a silagem de planta inteira. A espécie feijão de porco foi a leguminosa em destaque por apresentar os maiores incrementos à composição bromatológica. Em resumo, pode-se afirmar que o consórcio de milho com as leguminosas proporcionou aumentos significativos nos teores de PB, fibra bruta e cinzas em silagem resultantes da biomassa de cerca de 32 mil plantas de espécies leguminosas.

Adicionalmente, a inoculação de leguminosas proporcionou diminuição no teor de fibras da silagem. Ainda, o trabalho demonstrou que a adição da biomassa de leguminosas em matéria fresca de milho mitigou as perdas de matéria seca da silagem por gases e efluentes.