

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS - AGRONOMIA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM PROVENIENTE
DO CONSÓRCIO DE MILHO E SOJA

Autora: Karolyna Oliveira Marques
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Rio Verde - GO
Julho – 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS - AGRONOMIA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM PROVENIENTE
DO CONSÓRCIO DE MILHO E SOJA

Autor: Karolyna Oliveira Marques
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – AGRONOMIA no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Agrárias- Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

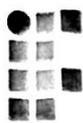
Rio Verde - GO
Julho – 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

M357p Marques, Karolyna Oliveira
Produção e qualidade da silagem proveniente do consórcio de milho e soja / Karolyna Oliveira Marques; orientador Adriano Jakelaitis; co-orientadora Kátia Cylene Guimarães. -- , 2019. 65 p.

Tese (em Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Campus , 2019.

1. Efeitos de arranjos. 2. Glicyne Max. 3. Ruminante. 4. Volumoso. 5. Zea Mays. I. Jakelaitis, Adriano, orient. II. Guimarães, Kátia Cylene, co-orient. III. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Karolyna Oliveira Marques

Matricula: 2015202320140098

Título do Trabalho: Produção e qualidade da silagem proveniente do consórcio de milho e soja

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: ___/___/___

O documento está sujeito a registro de patente?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não
O documento pode vir a ser publicado como livro?	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde
Local

09/12/2013
Data

Karolyna Oliveira Marques

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]

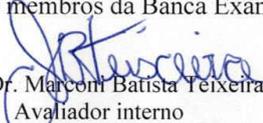
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS RIO VERDE - GO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-AGRONOMIA

ATA Nº/58 BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TESE

Aos trinta e um dias do mês de julho do ano de dois mil e dezenove, às 13h30min (treze hora e trinta minutos), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis (orientador), Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira (avaliador interno), Dra. Patrícia Antônio (avaliadora externa), Profª. Dra. Kátia Cylene Guimarães (avaliadora externa) e Profª. Dra. Ana Paula Cardoso Gomide (avaliadora externa), sob a presidência do(a) primeiro(a), em sessão pública realizada no Auditório da DPPG do IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Tese, em nível de Doutorado, de autoria de **KAROLYNA OLIVEIRA MARQUES**, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo(a) presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor (a) da Tese para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, e procedidas às correções recomendadas, a Tese foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **DOCTOR(a) EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-AGRONOMIA**, na área de concentração Produção Vegetal Sustentável no Cerrado, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGCA-AGRO da versão definitiva da Tese, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Tese em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Tese de Doutorado, e para constar, eu, Vanilda Maria Campos, secretária do PPGCA-AGRO, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em três vias de igual teor.


Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde


Profª. Dra. Kátia Cylene Guimarães
Avaliadora externa
IF Goiano – Campus Rio Verde


Dra. Patrícia Antônio
Avaliadora externa
Prefeitura Municipal de Rio Verde


Profª. Dra. Ana Paula Cardoso Gomide
Avaliadora externa
IF Goiano – Campus Rio Verde


Prof. Dr. Adriano Jakelaitis
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde

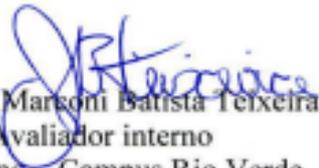
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM
PROVENIENTE DO CONSÓRCIO DE MILHO E SOJA**

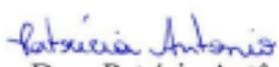
Autora: Karolyna Oliveira Marques
Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis

TITULAÇÃO: Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 31 de julho de 2019.


Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira
Avaliador interno
IF Goiano – Campus Rio Verde


Prof. Dra. Rátia Cyrene Guimarães
Avaliadora externa
IF Goiano – Campus Rio Verde


Dra. Patrícia Antônio
Avaliadora externa
Prefeitura Municipal de Rio Verde


Prof. Dra. Ana Paula Cardoso Gomide
Avaliadora externa
IF Goiano – Campus Rio Verde


Prof. Dr. Adriano Jakelaitis
Presidente da banca
IF Goiano – Campus Rio Verde

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista aos meus pais, Eder Junior (*in memoriam*) e Maria Divina, sem os quais jamais conseguiria.

Dedico também a minha avó, Joana Marques, por sempre estar ao meu lado e acreditado em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por permitir que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como aluna, mas em todos os momentos Ele é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A minha família, em especialmente a minha mãe Maria Divina, que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, ao meu pai Eder Junior, que mesmo não presente na forma física, sempre esteve comigo espiritualmente, sempre me fortalecendo. Meus irmãos Eduardo e Bruno pelo apoio e carinho.

Meu esposo Vinícius pelo carinho e apoio ao longo desses anos de doutorado, que nunca me deixou desistir e sempre me incentivando.

Minha filha Bárbara, pelo amor incondicional!

Aos meus colegas de trabalho, a quem posso chamar de amigos, que sempre estiveram comigo me apoiando, incentivando e compreendendo as minhas ausências, que nunca me deixaram desistir.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pela oportunidade de cursar o doutorado e pela infraestrutura disponibilizada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Adriano Jakelaitis pela oportunidade e apoio na elaboração desse trabalho, pelo suporte, pelas suas correções e incentivos. Minha coorientadora Kátia Cylene, pela dedicação e apoio em toda minha vida acadêmica.

A equipe do laboratório de Plantas Daninhas e Nutrição Animal, pelo suporte, para que fosse realizado todas as análises, obrigada a todos.

A banca examinadora, pela disponibilidade e que gentilmente aceitou o convite de estar aqui hoje.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, muito obrigada!

BIOGRAFIA DA AUTORA

KAROLYNA OLIVEIRA MARQUES, filha de Maria Divina Oliveira Marques e Eder Junior José Marques, nasceu em Rio Verde-GO, no dia 13 de junho de 1990.

No ano de 2007, concluiu o nível médio, no Colégio da Polícia Militar Carlos Cunha Filho, em Rio verde Goiás.

Em 2008, ingressou no curso de Bacharel em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde, onde concluiu em julho de 2013.

Como estágio curricular, estagiou na Cooperativa Agroindustrial do Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO), supervisionado pelo Mestre em Zootecnia Thiago Simas e Doutor Wilson Marchesin.

Em agosto de 2013, iniciou no mestrado em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, *Campus* Rio Verde, realizando a pesquisa para a Dissertação na área de nutrição animal. Concluiu o mestrado acadêmico em agosto de 2015.

Em agosto de 2015, ingressou no Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde, defendendo em 31 de agosto de 2019.

Atualmente cursa o 6º período de Bacharelado em agronomia na faculdade Objetivo – Rio Verde.

Atualmente trabalha em uma sementeira em Rio Verde - GO, tendo como principais atividades, análises e pesquisa em sementes de soja e milho.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO GERAL	01
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	03
2 OBJETIVO GERAL.....	06
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	06
3 CAPÍTULO I.....	07
Resumo	07
Abstract	08
3.1 Introdução	08
3.2 Material e métodos	09
3.3 Resultados e discussão	13
3.4 Conclusões.....	20
3.5 Referências bibliográficas.....	21
4 CAPÍTULO II.....	25
Resumo	25
Abstract	25
4.1 Introdução	26
4.2 Material e métodos	27
4.3 Resultados e discussão	31

4.4 Conclusões	40
4.5 Referências bibliográficas.....	40
5 CONCLUSÃO GERAL.	45

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1	07
Tabela 1. Análise bromatológica da massa triturada que foi ensilada referente as variáveis matéria seca (MS), fibra e detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), material mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etereo (EE) e digestibilidade da matéria seca (DIVMS) em função dos tratamentos em ambos os ensaios.....	12
Tabela 2. Produção de massas frescas total (PT), de milho (PM) e de soja (PS) consorciadas e do monocultivo (MT) em função dos tratamentos: AM – adubação somente no milho; AT – adubação de sementeira no milho e na soja; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.....	13
Tabela 3. Porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de sementeira no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.....	16
Tabela 4. Perdas por efluentes, perdas por gases, pH e digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (DIVMS) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de sementeira no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.....	17
Tabela 5. Teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria seca (MS) e valor do nutriente digestível total (NDT) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de sementeira no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.....	19

CAPÍTULO 2.....25

- Tabela 1.** Análise bromatológica da massa triturada que foi ensilada referente as variáveis matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etereo (EE) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em função dos tratamentos em ambos os ensaios.....30
- Tabela 2.** Produção de massa fresca total (PT) e dos componentes morfológicos folhas (PF), colmo (PC), espigas (PES) e pendão (PP) de plantas de milho consorciadas com soja e em monocultivo (MT) em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente)32
- Tabela 3.** Produção de massa fresca de folhas (PF), de hastes (PH) e de vagens (PV) de plantas de soja consorciadas com milho em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente)33
- Tabela 4.** Porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente)34
- Tabela 5.** Perdas por efluentes, perdas por gases, pH e ácido butírico (BUT) da silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente)36
- Tabela 6.** Teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente)38
- Tabela 7.** Teores de matéria seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não fibrosos (CNF) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente)39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1.....	07
Figura 1. Médias mensais de precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar (UR), durante o período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016, em Rio Verde – GO.	10
CAPÍTULO 2.....	25
Figura 1. Médias mensais de precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar (UR), durante o período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016, em Rio Verde – GO.....	28

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADE

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
%	Porcentagem
°C	Temperatura Celsius
®	Marca Registrada
<	Menor
Al	Alumínio
AM	Adubação no Milho
AT	Adubação Total
BR	Brasil
BUT	Butirato
Ca	Cálcio
CEL	Celulose
Cl	Cloro
Cm	Centímetro
cmolc	Centimol de Carga
CNF	Carboidratos não Fibrosos
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
Cu	Cobre
CV	Coefficiente de Variação
DAE	Dias Após a Emergência
Dez	Dezembro
DC	Dose Cheia
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca
DN	Dose Normal
dm ³	decímetro cúbico
EE	Extrato Etéreo
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
Fe	Ferro
Fev	Fevereiro
G	Gramas
GO	Goiás
Há	Hectares
HEM	Hemicelulose
Jan	Janeiro

K	Potássio
Kg	Quilos
L	Litros
LIG	Lignina
M	Metros
Mg	Miligramas
Mg	Magnésio
ml	Mililitro
Mm	Milímetro
MM	Matéria Mineral
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
MS	Matéria Seca
MT	Milho Solteiro
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
Nov	Novembro
Ns	Não Significativo
O	Oxigênio
Out	Outubro
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
p.c.	Produto Comercial
PC	Produção de Colmo
PE	Perda por Efluente
PES	Produção de Espiga
PF	Produção de Folhas
PG	Perda por Gases
pH	Potencial Hidrogeniônico
PH	Produção de Hastes
PM	Produção de Milho
PP	Produção de Pendão
OS	Produção de Soja
PT	Produção Total
PV	Produção de Vagem
RR	Resistente ao Glifosato
Spp	Espécies do gênero
V%	Saturação por Base
V5	Estádio vegetativo 5° Folha
VM	Variedade de Ciclo Médio
VT	Variedade de Ciclo Tardio
UR	Umidade Relativa
Zn	Zinco

RESUMO

MARQUES, KAROLYNA OLIVEIRA. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, julho de 2019. **Produção e qualidade da silagem proveniente do consórcio de milho e soja**. Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Katia Cylene Guimarães.

Sistema de produção que utilizam espécies vegetais diversificadas em uma mesma área, como consórcio de culturas, são práticas agrícolas eficientes e sustentáveis que visam altos rendimentos. Portanto objetivou-se com essa pesquisa avaliar a produção e a silagem obtida do consórcio entre as culturas de milho e soja, sob efeitos de arranjos espaciais, variedades de soja e tipos de adubações. A pesquisa foi conduzida entre outubro de 2015 a junho de 2016 na área experimental do IF Goiano - Rio Verde, Goiás, em dois esquemas fatoriais. No primeiro (2x2+1) foram testadas duas variedades de soja (de ciclo médio e tardio) consorciado com o milho e duas modalidades de adubação de semeadura (somente no milho; e no milho e na soja conjuntamente) mais a testemunha caracterizada pelo monocultivo de milho. No segundo esquema fatorial (2x2+1) foram testados duas doses de adubação de semeadura (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O e 150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O) e duas modalidades de adubação de semeadura (somente no milho; e no milho e na soja conjuntamente) mais o monocultivo de milho. Ambos os esquemas fatoriais foram implantados em dois arranjos populacionais denominados: ensaio (1) representado pelo arranjo de uma linha de milho intercalada com uma linha de soja; e ensaio (2) denominado arranjo de duas linhas de milho intercalado com uma linha de soja. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Após a colheita as características agrônômicas e componentes produtivos foram analisados, o material foi ensilado por 60 dias e realizadas as análises bromatológicas e fermentativas. Independente do arranjo das plantas consorciadas, variedades de soja e da adubação de semeadura, o rendimento da silagem mista foi semelhante entre o consórcio milho-soja e a monocultura de milho. A dose de 150 e 95

kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O aumentou a produção de vagens de soja na massa ensilada. De forma geral, em todas as combinações fatoriais e arranjos de plantas houve melhoria nutricional nas silagens mistas, em relação a proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral, mas em contrapartida aumentou as perdas durante o processo de fermentação, pois essas silagens tenderam a ficar mais úmidas.

PALAVRAS-CHAVE: efeito de arranjos, *Glycine Max*, ruminante, volumoso, *Zea Mays*.

ABSTRACT

MARQUES, KAROLYNA OLIVEIRA. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, July 2019. **Production and quality of silage from corn and soybean intercropping.** Adviser: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis, Co-adviser: Prof^ª. Dr^ª. Katia Cylene Guimarães.

Production systems that use diverse plant species in the same area, such as crop intercropping, are efficient and sustainable farming practices that aim high yields. Therefore, the objective of this research was to evaluate the yield and silage obtained from intercropping between corn and soybean crops, under the effects of spatial arrangements and types of fertilizers. The research was carried out from October 2015 to June 2016 in the experimental area of IF Goiano - Rio Verde, Goiás, in two factorial schemes. In the first one (2x2+1) two varieties of soybean (medium and late cycle) intercropped with maize and two types of sowing fertilization (only corn; and in corn and soybean together) plus the control characterized by monoculture were tested. In the second factorial scheme (2x2+1) two sowing fertilization doses (100 and 70 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and K₂O and 150 and 95 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and K₂O) and two sowing fertilization types (100 and 70 kg ha⁻¹) were tested (only maize, and corn and soy together) plus the corn monoculture. Both factorial schemes were implemented in two population arrangements named: trial (1) represented by the arrangement of a corn line interspersed with a soybean line; and assay (2) called arrangement of two corn rows interspersed with one soybean row. A randomized complete block design with four replications was used. After harvest the agronomic characteristics and productive components were analyzed, and the material was ensiled for 60 days and the bromatological and fermentative analyzes were performed. Regardless of the intercropping plants arrangement, soybean varieties and sowing fertilization, the yield of mixed silage was similar between corn-soybean intercropping and corn monoculture. The 150 and 95 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and K₂O doses increased the soybean pods production in the ensiled mass. In

general, in both experiments there was a nutritional improvement in the mixed silages, in relation to crude protein, ether extract and mineral matter, but in contrast increased losses during the fermentation process, as these silages tended to become wetter.

KEY WORDS: arrangements effect, *Glycyne max*, ruminant, bulky, *Zea Mays*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de milho em consórcio com leguminosa é uma técnica de produção, que utiliza menor extensão de terra com o uso mais eficiente dos recursos naturais e com impacto mínimo sobre o meio ambiente. Além do benefício sinérgico para as características de solo, principalmente em relação a fixação biológica de nitrogênio, o consórcio proporciona aumentos de produção e praticidade nas operações de corte e mistura das culturas no momento da ensilagem (BELEL et al., 2014; KAPPES e ZANCANARO, 2015). Esses sistemas utilizam como maior eficiência de uso de radiação (LIU et al., 2017), melhor controle na população de pragas, maior retenção da umidade e de nutrientes no solo (BRAASCH et al., 2012).

A ensilagem é uma das práticas que possibilita a conservação de plantas, utilizada para melhorar a alimentação do rebanho e minimizar os efeitos da escassez de pastagens no período de estiagem. Com adequados teores de carboidratos solúveis e a alta aceitação pelo animal, aliados com a alta produtividade e grande variedade genética, o milho é uma das primeiras escolhas para a produção de silagem (BASSO et al., 2012). Tendo em vista sua alta capacidade produtiva e valor nutritivo, excelente fonte de energia e fibra e elevada capacidade fermentativa (ASSIS et al., 2014).

Um grande entrave na utilização da silagem de milho está no baixo conteúdo de proteína bruta (SUCU et al., 2016). Uma alternativa para aumentar os níveis de proteína bruta das silagens de milho é a inclusão de leguminosas para produção de silagens mistas (BAGHDADI et al., 2016). Segundo GUSHA et al. (2013), níveis de proteína bruta inferiores a 6-8% diminuem o consumo e prejudicam o padrão de ingestão dos animais. Silagens associadas com leguminosas, podem aumentar em até 55,5% os níveis de proteína bruta da dieta (EDSON et al., 2018). Alguns pesquisadores informam que a consorciação de

soja em milho não afeta a produção de biomassa de milho, mostrando valores semelhantes ou ainda maiores em relação ao monocultivo (OLIVEIRA et al., 2016; STELLA et al., 2016).

Apesar de favorecer o aumento dos níveis de proteína bruta das dietas, o uso da silagem de leguminosa exclusiva tende a apresentar baixos teores de carboidratos solúveis e alta capacidade tampão, dificultando a queda do pH e a produção de ácidos orgânicos na silagem (BARBOSA et al., 2011). Outra característica de silagens de leguminosas são os baixos teores de matéria seca, que podem contribuir para a fermentação indesejável por bactérias do gênero *Clostridium* (OLIVEIRA et al., 2016). Desta maneira, o consórcio milho e leguminosas tende a ser um possível substituto para equilibrar as dietas (suprir as exigências proteicas) e melhorar as características fermentativas (BAGHDADI et al., 2016).

A seleção da cultivar de soja adequada para a ensilagem também é ponto chave para o sucesso do consórcio. A soja deve estar em estágio de maturação, para garantir os níveis de proteína bruta para a silagem; alguns autores preconizam utilizar a soja em estágio R5 (BATISTA et al., 2018). Esse estágio garante melhor acúmulo de carboidratos e teor de extrato etéreo fundamentais para boa fermentação.

Outro aspecto de suma importância é o espaçamento entrelinhas e a densidade de plantas, para se obter um equilíbrio entre as duas espécies que compõe o consórcio, a fim de maximizar a deposição de nutrientes nas plantas por unidade de área e minimizar as competições (PARIZ et al., 2017). De acordo com SÁNCHEZ et al. (2010) o conhecimento do arranjo de plantas, ciclo ideal de maturação das plantas entre milho e soja e seu potencial produtivo são fundamentais a se estudar antes da implantação dos sistemas de consórcio.

Apesar dos benefícios do consórcio de milho e soja, não houve grande expansão no uso deste, devido ao manejo de plantas daninhas. Sendo assim, o uso de cultivares com tolerância ao herbicida glifosato (Roundup Ready®, RR) é uma alternativa para se estabelecer essa técnica, uma vez que os métodos de controle de plantas daninhas mais utilizados em ambas as culturas, destaca-se o controle químico (CARVALHO et al., 2010), e assim torna-se necessário o uso de herbicidas que possam ser seletivos para ambas as culturas simultaneamente.

Neste sentido, questões como arranjo populacional, manejo da fertilização e uso de cultivares de soja em consórcios de milho+soja, constituem o objeto de investigação e de transferência de tecnologia proposta neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, F. B.; BASSO, F. C.; LARA, E. C.; RAPOSO, E.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA FERNANDES, L.; RABELO, C. H. S.; REIS, R. A. Caracterização agronômica e bromatológica de híbridos de milho para ensilagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 2869–2882, 2014.

BAGHDADI, A.; HALIM, R. A.; RADZIAH, O.; MARTINI, M. Y.; EBRAHIMI, M. Fermentation characteristics and nutritive value of corn silage intercropped with soybean under different crop combination ratios. **Journal of Animal and Plant Science**, v. 26, p. 1710–1717, 2016.

BASSO, F. C.; LARA, E. C.; ASSIS, F. B.; RABELO, C. H. S.; MORELLI, M.; REIS, R. A. Características da fermentação e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com *Bacillus subtilis*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 1009-1019, 2012.

BARBOSA, L. A.; REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A. Aerobic stability of corn and soybean silage mixed at different ratios. **Arquivos brasileiro de medicina veterinária**, v. 27, p. 255–262, 2011.

BATISTA, V. V.; ADAMI, P. F.; SARTOR, L. R.; SILVEIRA, M. F.; SOARES, A. B.; OLIGINI, K. F.; KWIECINSKI, D.; FERREIRA, M. L.; CAMANA, D.; GIACOMEL, C. L.; FONSECA, A. C. Forage Yield and Silage Quality of Intercropped Maize+Soybean With Different Relative Maturity Cycle. **Journal of Agricultural Science**; v. 10, n. 12, 2018.

BELEL, M. D.; HALIM, R. A.; RAFII, M.Y.; SAUD, H. M. Intercropping of corn with some selected legumes for improved forage production. **A review Journal and Agriculture Science**, v. 6, p. 48–62, 2014.

BRAASCH, J.; WIMP, G. M.; KAPLAN, I. Testing for Phytochemical Synergism: Arthropod Community Responses to Induced Plant Volatile Blends Across Crops. **Journal of Chemical Ecology**, v. 38, n. 10, p. 1264-1275, 2012.

CARVALHO, F. T.; MORETTI, T. B.; SOUZA, P. A. Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós-emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 9, n. 2, p. 35-41, 2010.

EDSON, C.; TAKARWIRWA, N. N.; KUZUWA, N. L.; STELLA, N.; MAASDORP, B. Effect of 57 mixed maize-legume silages on milk quality and quantity from lactating smallholder dairy cows. **Tropical Animal Health Production**, v. 50, p. 1255–1260, 2018.

GUSHA, J.; NGONGONI, N. T., HALIMANI, T. E. Nutritional composition and effective degradability of four forage trees grown for protein supplementation. **Journal Animal Feed Research**, v. 3, p. 170–175, 2013.

KAPPES, C., ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias 17 com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, p. 219–234, 2014.

LIU, X.; RAHMAN, T.; YANG, F.; SONG, C.; YONG, T.; LIU, J.; YANG, W. PAR interception and utilization in different maize and soybean intercropping patterns. **PLoS One**, v. 12, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, E. M.; SANTOS, A. P. M. Intake and digestibility of silages. **Advanced Silage Production**, v. 6, p. 101–121, 2016.

PARIZ, C. M.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; MEIRELLES, P. R. L.; CASTILHOS, A. M.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.; MARTELLO, J. M.; SOUZA, D. M.; PROTÉS, V. M.; LONGHINI, V. Z.; FRANZLUEBBERS, A. J. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 108, p. 35–54, 2017.

SÁNCHEZ, D. G. R.; SILVA, J. E.; GIL, A. P.; CORONA, J. S. S.; WONG, J. A. C.; MASCORRO, A. G. Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 3, p. 713-721, 2010.

STELLA, L. A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, Ê. R.; BARCELLOS, J. O. J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, v. 3, n. 1, p. 73-79, 2016.

SUCU, E.; KALKAN, H.; CANBOLAT, O.; FILYA, I. Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p. 596–603, 2016.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a produção e a silagem obtida do consórcio entre as culturas de milho e soja, sob efeitos de arranjos espaciais e tipos de adubações.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar cultivares de soja de ciclo médio e tardio, modalidades de adubação de semeadura na linha das plantas consorciadas, doses da formulação do adubo relativos à P_2O_5 e K_2O usados no consórcio e diferentes arranjos espaciais. E avaliar a resposta desses parâmetros sob produção e qualidade da silagem produzida dos consórcios.

3 CAPÍTULO I

PRODUÇÃO, PERFIL FERMENTATIVO E VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM PROVENIENTE DO CONSÓRCIO ENTRE MILHO E SOJA

PRODUCTION, FERMENTATION PROFILE, AND NUTRITIONAL QUALITY OF SILAGE FROM CORN AND SOYBEAN INTERCROPPING

(Normas de acordo com a revista Semina: Ciências Agrárias)

Resumo: A sazonalidade na produção das plantas forrageiras impõe aos produtores o uso de práticas de conservação de forragem. A silagem de milho com leguminosas pode aumentar a qualidade e resultar em maior produtividade animal. Portanto, objetivou-se avaliar a produtividade e a qualidade da silagem do consórcio entre as culturas de milho e soja geneticamente modificadas para tolerância ao herbicida glifosato (RR - Roundup Ready) em função do arranjo espacial das plantas, variedades de soja e adubação de semeadura. Foram realizados dois ensaios com consórcio entre milho RR e soja RR, sendo em arranjo simples (uma linha de milho alternada com uma linha de soja) e outro em arranjo duplo (duas linhas de milho alternada com uma linha de soja). Os tratamentos foram delineados em blocos ao acaso em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído de duas modalidades de adubação de semeadura na linha: somente no milho, omitindo a soja; e em área total; o segundo fator a duas variedades de soja: de ciclo médio e tardio. O tratamento adicional correspondeu ao monocultivo de milho. Após colheita do material foi analisado suas características agronômicas, depois o material foi ensilado por 60 dias e realizadas as análises bromatológicas, fermentativas e de perdas durante o processo de fermentação da silagem. Não foram observadas diferenças entre tratamentos para a produção total de silagem. De forma geral, a silagem oriunda dos consórcios apresentou maiores valores para os teores de hemicelulose, nutrientes digestíveis totais, proteína bruta e extrato etéreo beneficiando a qualidade da silagem produzida. Por outro lado, foram observados menores valores percentuais de matéria seca, de fibra em detergente ácido e celulose. Em síntese, a soja pode auxiliar no resultado final do volumoso, diminuindo gastos com suplementação proteica ou uso de suplementos energéticos.

Palavras-chave: Culturas geneticamente modificadas. *Glycine max*. Qualidade de silagem. *Zea mays*.

Abstract: Forage seasonality makes farmers use conservation practices. Mixing corn silage and legumes can enhance silage quality and animal productivity. Therefore, this study aimed to evaluate yield and quality of silages from intercropping between genetically modified corn and soybean for glyphosate tolerance (RR - Roundup Ready) as a function of plant spatial arrangement, soybean variety, and sowing fertilization methods. Two intercropping arrangements of RR corn and RR soybeans were tested: alternate single rows of corn and soybeans and double corn rows for each soybean row. Treatments were randomized blocks with four replications, arranged in a 2x2+1 factorial scheme. The first factor was sowing fertilization method (2): only in corn rows or in total area. The second factor was soybean variety (2): medium- and late-cycle genotypes, and an additional treatment of corn monoculture. After harvest, forage material was analyzed for agronomic characteristics and then ensiled for 60 days. Thereafter, bromatological composition, fermentation profile, and losses were analyzed during silage fermentation process. No differences were observed among treatments for total silage production. Overall, silage from intercropping treatments showed higher levels of hemicellulose, total digestible nutrients, crude protein, and ether extract, thus improving silage quality. However, lower contents of dry matter, acid detergent fiber, and cellulose were also observed in silage from intercropped treatments. In short, adding soybeans to corn silage can improve final roughage, reducing protein and energy supplements costs.

Key words: GM crops. *Glycine max*. Silage quality. *Zea mays*.

3.1 Introdução

Consórcio é uma prática difundida nas propriedades agrícolas principalmente nas áreas de difícil mecanização ou nas pequenas propriedades em que há limitações de área para o cultivo. Em locais de integração lavoura-pecuária, o consórcio entre culturas anuais e espécies forrageiras visando à formação ou renovação de pastagens tem sido adotado (BALBINO et al., 2011; PARIZ et al., 2011). Entre as vantagens que o consórcio proporciona se destacam a maior eficiência do uso da terra, a diminuição dos riscos de perdas totais, a conservação do solo e a diversificação da dieta alimentar dos animais (BARCELLOS et al., 2008).

A alimentação do rebanho compõe a maior parcela dos custos da criação e muitos esforços têm sido empenhados na direção de se buscar alimentos de melhor qualidade, valor nutritivo e menor custo, objetivando aumentar a lucratividade dos agrossistemas. Uma opção promissora é a associação gramínea-leguminosa. Esta alternativa pode ser realizada através da produção de silagem de soja consorciada com forrageiras (GOBETTI et al., 2011).

A silagem é um dos métodos de conservação de forragem mais usado no mundo, pois tem contribuído para elevar a produtividade animal e a rentabilidade (VIEIRA et al., 2011). No Brasil, a cultura do milho é usada como silagem padrão pela facilidade de cultivo

e conservação, ao número de cultivares adaptados com as diferentes regiões do país e pela qualidade da silagem produzida, além de ser excelente para consumo animal, o que agrega desempenho significativo na produção de carne e leite (DEMINICIS et al., 2009). Porém, a silagem de milho apresenta baixo teor proteico, limitando a sua utilização exclusiva para animais de altas exigências nutricionais. Por outro lado, existem outras fontes alternativas de forrageiras leguminosas que se apresentam como opção, por aumentar o teor proteico da ração, como exemplo a soja (SILVA et al., 2015).

O consórcio entre gramíneas e soja não foi inserida na cadeia produtiva de maneira extensiva por questões relacionadas com as máquinas agrícolas, custos, cultivares e ao manejo de plantas daninhas. Com a adoção das culturas da soja e do milho geneticamente modificadas para a tolerância ao glifosato (Roundup Ready - RR) surgem novas possibilidades de otimização do consórcio entre milho e soja. O manejo das plantas daninhas nas culturas de milho RR e da soja RR tornou-se mais prático e eficiente, pois agrega vantagens como a facilidade no controle de plantas daninhas, a flexibilidade nas opções de manejo de culturas e vantagens econômicas (CORREA e DURIGAN, 2010).

O cerrado brasileiro se destaca no cenário nacional na produção das culturas de milho, soja e da pecuária (DOMINGUES e BERMAN, 2012). Com isto, observa-se entre os produtores rurais a dominância na produção de soja na safra e de milho, em sucessão a esta, na safrinha. Com a predominância dos cultivos de soja RR e milho RR, vislumbra-se a oportunidade de obter ganhos em biomassa ensilada, com acréscimo na qualidade da silagem pela inserção da soja como cultura acompanhante no sistema de produção de silagem de milho. No entanto, para validar esta tecnologia, várias demandas fitotécnicas são necessárias, como a definição do arranjo espacial entre plantas, o manejo da fertilização e das variedades, principalmente de soja, que devem ser adequadas ao consórcio.

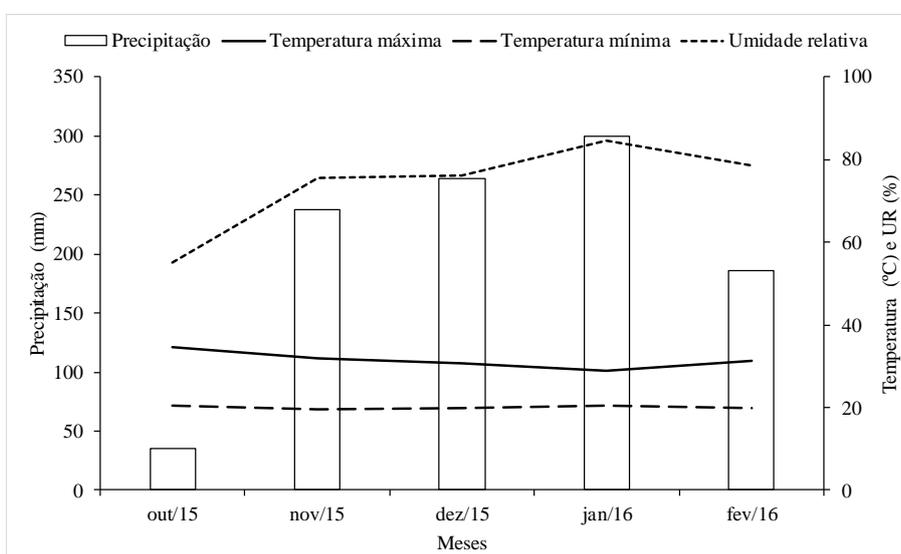
Desta forma, objetivou-se avaliar o desempenho de variedades de soja e a adubação de semeadura em diferentes arranjos espaciais no consórcio entre milho RR e soja RR para a produção e qualidade das silagens.

3.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida entre outubro de 2015 e fevereiro de 2016 Instituto Federal Goiano em Rio Verde, Goiás, sob as coordenadas 17°48'67" S e 50°54'18" W e altitude 754m. A análise química do Latossolo Vermelho na camada de 0-20 cm, feita antes da implantação dos ensaios, apresentou: pH (em CaCl₂) = 5,30; P = 13,1 mg dm⁻³; K = 181

mg dm⁻³; Ca = 4,64 cmol_c dm⁻³ e Mg = 2,50 cmol_c dm⁻³ e Al = 0,04 cmol_c dm⁻³, com Ca, Mg, Al, P e K determinados conforme EMBRAPA (1997), sendo o Ca, Mg e Al extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e o P e K pelo HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ (Mehlich⁻¹). Os teores de MO = 3,20 g dm⁻³; V% = 62,80; Cu = 2,3 mg dm⁻³; Fe = 13 mg dm⁻³; Mn = 59,7 mg dm⁻³; Zn = 4,5 mg dm⁻³; CTC = 12,1 cmol_c dm⁻³ (EMBRAPA, 1997) e granulometria de 645, 100 e 255 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. Os dados climatológicos do período de condução da pesquisa são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Médias mensais de precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar (UR), durante o período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016, em Rio Verde – GO.



Foram conduzidos dois ensaios simultaneamente, sendo: Ensaio (1) caracterizado pelo arranjo de uma linha de milho intercalada com uma linha de soja, com o milho espaçado 1m entre fileiras com 6 plantas por metro linear e a soja com 20 plantas por metro linear. Ensaio (2) caracterizado pelo arranjo de duas linhas de milho (fileiras duplas) intercalado com uma linha de soja, com população de plantas de milho com 3,75 plantas por metro linear e com 20 plantas por metro linear de soja, em espaçamento único de 0,50 m entre fileiras.

O delineamento utilizado em ambos os ensaios foi de blocos ao acaso, com tratamentos arranjados no esquema fatorial 2x2+1, com quatro repetições. O primeiro fator constou de duas modalidades de adubação de semeadura na linha das plantas consorciadas: somente no milho (AM), omitindo a soja; e em área total (AT). O segundo fator correspondeu a duas variedades de soja usadas no consórcio: de ciclo médio de 105 dias

(M7110 IPRO, Monsoy®) grupo de maturação 6.8 (VM); e de ciclo tardio de 117 dias (M7739 IPRO, Monsoy®) grupo de maturação 7.7 (VT). O monocultivo do milho (MT) (testemunha) foi o tratamento adicional. Cada unidade experimental continha seis metros de largura e seis metros de comprimentos. Foram desprezadas as linhas laterais, bem como 0,50 m de ambos os lados. Entre blocos e parcelas houve separação de 1m.

Foi utilizado o híbrido de milho 30F53YHR (Pionner®) com população de 60.000 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura foi de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, de 70 kg ha⁻¹ de K₂O e de 20 kg ha⁻¹ de N (SOUSA e LOBATO, 2004). Em cobertura no milho solteiro e consorciado foi usado 120 kg ha⁻¹ de N aplicado em linha no estágio V5 (SOUSA e LOBATO, 2004). As variedades de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium* spp e tratadas com imidacloprido + tiodicarbe (CropStar®), seguindo a recomendação do fabricante. Em ambos os ensaios o controle de plantas daninhas foi feito com glifosato (Roundup 480®) aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho na dose de 2,0 L do p.c ha⁻¹. Também foram realizadas as aplicações dos inseticidas chlorpirifós (Lorsban 480 BR®) na dose de 600 mL do p.c ha⁻¹ aos 30 DAE e de lambdacialotrina (Karate 50 EC®) na dose de 150 mL do p.c ha⁻¹ aos 47 DAE para controle de lagarta e percevejo, da mistura pronta dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol (Opera®) na dose de 600 mL do p.c ha⁻¹ aos 55 DAE para o controle da ferrugem.

O ponto de corte foi considerado quando o milho atingiu a linha de leite na metade do grão. As plantas de milho e soja foram colhidas na área útil, determinadas a massa fresca, sendo posteriormente picadas em ensiladeira estacionária. A massa ensilada foi armazenada em silos experimentais, confeccionados em PVC com dimensão de 0,4 m de comprimento e 0,1 m de diâmetro. Dentro de cada silo foi colocado 500 gramas de areia seca em estufa de ventilação forçada para retirar toda umidade, para quantificar as perdas por efluentes. As amostras das plantas de soja e de milho dos diversos tratamentos foram picadas em partículas de tamanho médio de aproximadamente 2 cm, sendo a forragem picada colocada em silos em lâminas de 10 cm e compactadas.

Os silos foram fechados, vedados e armazenados por 60 dias. Após a fermentação, os silos foram abertos e o material retirado foi homogeneizado. De cada silo foi separada uma alíquota de 500 g, que foi para a estufa de ventilação forçada a 55±5°C, para determinação da massa seca. Após a secagem estas foram trituradas em moinhos tipo Willey e determinou-se a composição bromatológica.

As variáveis bromatológicas (Tabela 1) mensuradas foram: lignina pelo método

Van Soest e Robertson (1985), fibra em detergente neutro (FDN) pelo método de (MERTENS, 2002), matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), material mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e a variável de fermentação pH, foram feitas conforme procedimentos descritos pelo método (AOAC, 1990). As análises para perdas por efluentes (PE) e perdas por gases (PG), foram realizadas de acordo com a metodologia de (JOBIM, 2007).

Tabela 1. Análise bromatológica da massa triturada que foi ensilada referente as variáveis matéria seca (MS), fibra e detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), material mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e digestibilidade da matéria seca (DIVMS) em função dos tratamentos em ambos os ensaios.

Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho RR e soja RR								
Tratamentos*	MS	FDS	FDN	LIG	MM	PB	EE	DIVMS
	----- % -----							
AM – VM	28,19	28,12	51,18	10,49	5,23	9,21	5,20	59,44
AM – VT	30,31	25,22	54,02	9,85	5,09	8,38	6,68	61,12
AT – VM	29,93	26,55	48,25	9,93	4,98	10,08	6,25	61,31
AT – VT	30,52	25,81	50,43	9,64	6,05	9,99	5,74	56,87
MT	36,24	30,01	49,80	8,78	3,42	8,15	3,02	57,65
Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho RR alternada com a soja RRsoybean								
AM – VM	29,16	29,45	56,12	10,71	6,55	9,93	4,06	57,14
AM – VT	29,98	27,42	56,23	12,46	6,31	11,05	5,05	59,42
AT – VM	31,23	26,98	49,95	11,32	5,42	11,47	4,99	59,11
AT – VT	31,47	27,82	57,38	9,44	6,17	10,81	6,08	58,73
MT	38,35	31,18	54,09	9,23	4,28	7,88	2,96	59,96

*AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio; MT – monocultivo de milho.

Para a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi utilizada a metodologia descrita por (TILLEY e TERRY, 1963), modificada para o fermentador ruminal DAISY II, seguindo-se a metodologia apresentada no manual de utilização do equipamento ANKOM® Technology, fornecida pelo fabricante. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos via equação $[NDT, \% = 87,84 - (0,70 \times FDA)]$ sugerida por (BOLSEN, et al., 1996).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e de Dunnett, quando necessário. A testemunha comparativa para o teste de Dunnett foi a silagem oriunda do monocultivo de milho. A taxa de significância adotada foi de 5%. As análises estatísticas foram realizadas por meio do software ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

3.3 Resultados e Discussão

A inserção da soja como cultura acompanhante ao milho não incrementou a produção total de massa fresca ensilada (Tabela 2). Independente das variedades de soja e da adubação de semeadura, exclusiva no milho ou em área total, quando as plantas de milho foram arranjadas no consórcio no sistema de fileiras simples alternadas com uma fileira de soja (ensaio 1) os incrementos médios na produção total de massa fresca foram de 5,1% devido à soja e 94,9% ao milho. No ensaio 2, em que o consórcio foi feito no sistema de fileiras duplas de milho alternado com uma fileira de soja, os incrementos médios foram de 3,6% devido à soja e 96,4% ao milho.

Tabela 2. Produção de massas frescas total (PT), de milho (PM) e de soja (PS) consorciadas e do monocultivo (MT) em função dos tratamentos: AM – adubação somente no milho; AT – adubação de semeadura no milho e na soja; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.

Tratamentos	1/ Ensaio 1			Ensaio 2		
	VM	VT	Média	VM	VT	Média
PT (kg ha ⁻¹) ^{ns}						
AM	44.699,66	42.055,20	43.377,43	36.188,53	37.044,09	36.616,31
AT	36.944,09	30.666,31	33.805,20	41.282,98	43.282,98	42.282,98
Média	40.821,88	36.360,76	--	38.735,76	40.163,54	--
MT	42.371,86		--	35.549,65		--
CV (%)	23,84			9,92		
PM (kg ha ⁻¹) ^{ns}						
AM	42.400,22	39.795,22	32.118,74	34.820,10	35.391,58	35.105,84
AT	35.239,24	28.998,25	41.097,72	39.882,71	42.096,71	40.989,71
Média	38.819,73	34.396,73	--	37.351,40	38.744,14	--
MT	41.937,97		--	34.879,78		--
CV (%)	24,65			10,39		
PS (kg ha ⁻¹) ^{ns}						
AM	2.299,43	2.259,97	2.279,70	1.368,42	1.652,50	1.510,46
AT	1.704,84	1.668,06	1.686,45	1.400,27	1.186,27	1.293,27
Média	2.002,13	1.964,01	--	1.277,34	1.526,38	--
CV (%)	24,19			32,05		

MT – monocultivo de milho. ns – não significativo pelo teste de Tukey (p<0,05). 1/ Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho RR e soja RR. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho RR alternada com a soja RR.

Em pesquisa realizada por Lempp et al. (2000) avaliando variedades de soja (Doko, Ocepar, Dourados e Cristalina) consorciadas com milho em diferentes arranjos de plantas (uma linha de milho + uma linha de soja e uma linha de milho + duas linhas de soja) os autores encontraram diferença na produção de silagem somente no segundo ano da pesquisa, sendo que nos tratamentos intercalados com uma linha de milho + uma linha de soja e uma

linha de milho + duas linhas de soja com o variedade Doko, o aumento da participação da leguminosa no consórcio reduziu o rendimento total da silagem em relação do milho solteiro. No primeiro ano os autores não observaram diferenças entre tratamentos e os resultados assemelharam-se aos obtidos nesta pesquisa. O fato de ser uma planta C₄ e de maior porte o milho possui maior capacidade competitiva e de ocupação do espaço em relação à soja. Também pode ter ocorrido o benefício da fixação biológica de nitrogênio (FBN) da soja para o milho. O uso de leguminosas em consórcios pode contribuir para a quantidade de forragem produzida em função da FBN (ZIMMER et al., 2012).

A adição de soja na massa ensilada promoveu alterações na qualidade bromatológica da silagem obtida (Tabela 3). A adição de soja na silagem de milho resultou na diminuição nos teores de FDA, quando comparada com a silagem exclusiva de milho. Não se observou interação entre variedades de soja e formas de adubação de semeadura do consórcio e os valores encontrados situaram-se abaixo de 30%, abaixo dos valores considerados desejáveis (<32%) de FDA em silagens (NEUMANN et al., 2014).

Em ambos os ensaios foi observada interação entre as formas de adubação e variedades de soja para FDN, e especificamente no tratamento em que foi realizada a adubação de semeadura em área total, na soja e no milho, para a soja de ciclo médio menores valores de FDN foram observados (Tabela 3). No arranjo de fileiras simples alternadas entre milho e soja, os valores encontrados foram inferiores ao monocultivo de milho (Tabela 2). Quanto menor o valor de FDN, principalmente em valores abaixo de 50%, melhor será a qualidade da silagem e maior será o consumo de MS (MORAES, 2007); contudo nesta pesquisa independente dos tratamentos foram observados valores superiores a 50% (Tabela 3).

Não se observou interação significativa entre os fatores testados para os teores de lignina, contudo a adição de soja nos tratamentos testados no arranjo de plantas em sistema de fileiras simples (ensaio 1) elevou os teores desta variável em relação a silagem padrão de milho (Tabela 3). O tegumento que reveste a semente da soja é rico em lignina, e isso pode ter acarretado o aumento da lignina nas silagens com presença da soja (REIS et al., 2015), uma vez que no ensaio 1 foi observado maior participação da soja na massa ensilada em relação ao ensaio 2 (Tabela 2).

Para os teores de hemicelulose, observou-se interação significativa da adubação de semeadura usada no consórcio e as variedades de soja em ambos os ensaios (Tabela 3). Especificamente houve incrementos nos teores desta variável com a inserção da soja, exceto

quando a adubação foi realizada em área total e para variedade de ciclo médio consorciada com milho que apresentou os menores valores para esta variável, inclusive semelhante ao monocultivo de milho (Tabela 3). Independente da adubação de semeadura feita no consórcio o uso de variedade tardia de soja promoveu melhoria na qualidade da silagem com o aumento proporcionado no teor de hemicelose. A hemicelulose é uma fibra altamente digestível, sendo degradada rapidamente e transformada em ácidos graxos essenciais para a manutenção dos ruminantes (GOMES et al., 2007).

Em ambos arranjos propostos o acréscimo da soja reduziu os teores de celulose das silagens, sendo observados menores valores em relação à silagem exclusiva de milho (Tabela 3). Sendo assim, os menores valores de celulose nas silagens é um ponto positivo, pois propicia melhor digestibilidade da mesma. Não foi observado efeito da interação entre variedades nas formas de adubação para os consórcios desta variável (Tabela 3).

Para as variáveis perdas por efluentes, por gases, pH e digestibilidade *in vitro* da matéria seca não foram observadas interações significativas entre tratamentos (Tabela 4). Na silagem proveniente do consórcio arranjado no sistema de fileiras simples e alternadas entre milho e soja foi verificado maior número de tratamentos que apresentaram perdas por efluentes superiores ao monocultivo de milho, se comparado ao arranjo de plantas de duas fileiras de milho alternado com uma de soja (ensaio 2). Neste ensaio somente a soja de variedade de ciclo médio consorciada, cuja adubação ocorreu somente no milho a perda por efluentes foi superior ao monocultivo de milho. Este comportamento pode estar associado a maior participação da soja na massa fresca total dos tratamentos do ensaio 1 (Tabela 2), que pode ter contribuído para maiores teores de umidade da silagem. Maiores teores de umidade presente na silagem de soja implicam riscos de fermentação indesejáveis de microrganismos como fungos e leveduras (SANTOS, 2008).

Considerando ambos os ensaios, as perdas por gases na silagem foram superiores em relação a silagem exclusiva de milho quando a adubação do consórcio foi exclusivamente no milho e a variedade de soja utilizada foi de ciclo médio (Tabela 4). Estes valores estão intimamente ligados ao teor de MS deste tratamento, que obtiveram menores teores e pH mais elevados (Tabela 4).

Para o pH da silagem não foi observado efeito significativos para a interação entre variedades de soja e formas de adubação (Tabela 4). Todavia, no arranjo de plantas de milho e soja referentes ao ensaio 1, quando a adubação de semeadura foi feita somente no milho, independente da variedade de soja utilizada, foram observados maiores valores de pH.

Contudo, os valores encontrados em todos os tratamentos situaram-se na faixa de pH considerada adequada (3,8 a 4,2), em silagens quando os valores de pH são elevados, é indicativo de maior produção de ácido butírico e acético, resultado fermentações indesejáveis (VAN SOEST, 1994).

Tabela 3. Porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.

Tratamentos	^{1/} Ensaio 1			Ensaio 2		
	VM	VT	Média	VM	VT	Média
	FDA (%)					
AT	25,53-	24,79-	25,16	25,93-	26,89-	26,41
AM	24,44-	24,24-	24,34	26,41-	25,84-	25,67
Média	24,98	24,51	--	26,17	26,41	--
MT	28,19		--	29,61		--
CV (%)	3,65			4,62		
	FDN (%)					
AT	55,49aA	55,15aA	55,32	57,39aA	58,48aA	57,93
AM	49,92bB-	54,04aA	51,98	52,36bB	58,54aA	55,45
Média	52,70	54,59	--	54,87	58,51	--
MT	53,52		--	55,44		--
CV (%)	2,07			3,16		
	LIG (%)					
AT	8,62+	8,18+	8,40	7,92	8,38+	8,15
AM	9,09+	8,95+	9,02	7,53	7,58	7,55
Média	8,85	8,56	--	7,72	7,98	--
MT	5,63		--	6,94		--
CV (%)	3,86			13,32		
	HEM (%)					
AT	29,96aA+	30,36aA+	30,16	31,45aA+	31,59aA+	31,52
AM	24,58bB	29,80aA+	27,19	25,95bB	32,62aA+	29,28
Média	27,27	30,08	--	28,70	32,10	--
MT	25,33		--	25,82		--
CV (%)	5,86			5,00		
	CEL (%)					
AT	16,91-	16,60-	16,75	18,01-	18,50-	18,25
AM	15,35-	15,29-	15,32	18,88-	18,34-	18,61
Média	16,13	15,94	--	18,44	18,42	--
MT	22,55		--	22,67		--
CV (%)	6,13			6,01		

* MT – monocultivo de milho. + ou – representa média superior ou inferior, respectivamente, à testemunha comparativa (MT) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). 1/ Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho RR e soja RR. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho RR alternada com a soja RR.

Tabela 4. Perdas por efluentes (PE), perdas por gases (PG), pH e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.

Tratamentos	1/ Ensaio 1			Ensaio 2		
	MCV	LCV	Média	MCV	LCV	Média
	PE %					
AT	6,73+	6,42+	6,57	5,77+	5,07	5,42
AM	5,71	6,36+	6,03	4,52	4,96	4,74
Média	6,22	6,39	--	5,14	5,01	--
MT	5,22		--	4,00		--
CV (%)	16,70			13,86		
	PG%					
AT	4,58+	4,18	4,38	4,62+	4,21	4,34
AM	4,22	4,33	4,27	4,08	4,47	4,27
Média	4,40	4,25	--	4,33	4,29	--
MT	3,61		--	3,71		--
CV (%)	10,27			14,89		
	pH					
AT	4,14+	4,21+	4,22	4,01	3,89	3,95
AM	3,66	3,96	3,81	3,80	3,99	3,89
Média	3,90	4,13	--	3,90	3,94	--
MT	3,54		--	3,55		--
CV (%)	3,96			3,88		
	DIVMS					
AT	57,07+	59,13+	58,1	52,55	52,39	52,69
AM	56,83	54,37	55,60	55,62	53,21	54,41
Média	56,95	56,75	--	54,08	52,80	--
MT	53,43		--	55,28		--
CV (%)	6,12			6,38		

* MT – monocultivo de milho. + ou - média superior ou inferior, respectivamente, à testemunha comparativa (MT) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). 1/ Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho RR e soja RR. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho RR alternada com a soja RR.

Comportamento semelhante observado para o pH em relação aos tratamentos em ambos os ensaios foi observado para a DIVMS (Tabela 4). A soja é um alimento com alta taxa de digestibilidade, melhorando o perfil digestivo da silagem consorciada (VASCONCELOS et al., 2016), o que se pode observar no ensaio 1, os consórcios obtiveram valores mais elevados que a testemunha do milho

Foram observadas interações significativas para os teores de MM e MS entre as formas de adubação de semeadura do consórcio e as variedades de soja somente quando o milho foi arranjado em fileiras simples e alternadas com a soja (Ensaio 1). Quanto ao teor de MM, entre os tratamentos consorciados observou-se a redução dos valores no tratamento

quando a adubação foi realizada somente no milho na variedade de soja de ciclo tardio e quando a adubação foi realizada em área total no consórcio do milho com a soja de ciclo médio. De forma geral, com a adição da soja como cultura acompanhante ao milho não houve incrementos no rendimento total de forragem, mas aumento no teor de MM à silagem produzida. Comparando os tratamentos consorciados com a silagem de milho solteiro houve acréscimos no teor de MM no consórcio feito no sistema de fileiras simples quando a adubação foi feita em área total e o milho consorciado com a soja de ciclo tardio e no de fileiras duplas quando realizado a adubação no milho e consórcio com a variedade de soja de ciclo médio (Tabela 5).

A silagem exclusiva de milho apresentou maiores teores de MS em relação às silagens consorciadas em ambos os ensaios (Tabela 5). No ensaio 1, observou-se interação significativa entre as formas de adubação e as variedades de soja e menor valor foi observado no consórcio em que a adubação foi realizada somente no milho consorciado com variedade de soja de ciclo médio. Lempp et al. (2000), avaliando variedades de soja (Doko, Ocepar, Dourados e Cristalina) consorciadas com milho em diferentes arranjos de plantas (uma linha de milho + uma linha de soja e uma linha de milho + duas linhas de soja) e milho exclusivo não encontraram diferenças significativas nos teores de MS entre tratamentos é a média encontrada para esta variável foi de 27,02 e 26,87%, respectivamente, no primeiro e no segundo ano de condução da pesquisa. Nussio et al. (2001) afirmaram que uma boa silagem deve conter aproximadamente 30% de matéria seca, e neste caso, os valores inferiores de MS observados no consórcio podem estar relacionados com os teores de umidade das plantas de soja no momento da colheita do consórcio e as perdas ocorridas durante o processo de fermentação, como as perdas por gases e efluentes.

A soja sendo um alimento proteico elevou os teores da PB nos consórcios em comparação ao milho solteiro (Tabela 5). Especificamente, no ensaio 1 maior teor de PB foi observado no milho consorciado com variedade de soja tardia em que a adubação de sementeira foi feita no milho e na soja e no ensaio 2 a elevação dos teores de PB ocorreu em todos tratamentos consorciados (Tabela 5). Todos os tratamentos proporcionaram teores de PB superior a 7%, considerado o limite mínimo para o crescimento apropriado de bactérias do rúmen. Teores de PB na MS abaixo de 7% afetam negativamente o consumo e a digestibilidade de nutrientes pela deficiência de N no rúmen. Com base nesse critério todas as silagens produzidas podem ser consideradas como adequadas, já que os teores de PB variaram de 7,07 a 9,60% (Tabela 5). Aumentos nos teores de PB de silagens de milho e soja

também foram obtidos por Fichtner et al. (1989); Obeid et al. (1992); Eichelberger et al. (1997) e Lempp et al. (2000). Assim, a utilização da soja em consórcio com a silagem de milho pode reduzir o uso de suplementação proteica, reduzindo os custos com a aquisição dos concentrados comerciais (ANDRADE JÚNIOR e MARTINS, 2013).

Tabela 5. Teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria seca (MS) e valor do nutriente digestível total (NDT) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; VM – variedade de soja de ciclo médio; VT – variedade de soja de ciclo tardio nos dois ensaios.

Tratamentos	^{1/} Ensaio 1			Ensaio 2		
	MCV	LCV	Média	MCV	LCV	Média
MM %						
AT	4,41aA	3,12bB	3,76	4,75+	4,29	4,52
AM	4,10aB	5,02aA+	4,56	4,26	4,25	4,25
Média	4,25	4,07	--	4,50	4,27	--
MT	3,90		--	3,98		--
CV (%)	11,50			8,62		
DM %						
AT	23,74bB-	29,42aA-	26,58	27,23-	28,89-	28,06
AM	29,16aA-	29,97aA-	29,56	31,42-	29,91-	30,66
Média	26,45	29,69	--	29,32	29,40	--
MT	35,87		--	35,93		--
CV (%)	7,51			7,50		
PB %						
AT	8,96	7,97	8,46	9,51+	9,60+	9,55
AM	9,07	9,51+	9,29	9,59+	9,30+	9,44
Média	9,01	8,74	--	9,55	9,45	--
MT	7,50		--	7,07		--
CV (%)	10,29			3,47		
EE %						
AT	4,93	5,05+	4,99	3,76	4,22	3,99
AM	5,16+	4,27	4,71	4,02	5,19+	4,60
Média	5,04	4,66	--	3,89	4,70	--
MT	2,09		--	2,26		--
CV (%)	8,09			7,14		
NDT (%)						
AT	69,97	70,49+	70,23	69,69+	69,02	69,35
AM	70,74+	70,88+	70,81	69,36	69,76+	69,56
Média	70,35	70,68	--	69,52	69,39	--
MT	68,11		--	67,12		--
CV (%)	15,83			13,05		

* MT – monocultivo de milho. + ou - média superior ou inferior, respectivamente, à testemunha comparativa (MT) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). 1/ Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho RR e soja RR. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho RR alternada com a soja RR.

A adição da soja na silagem também elevou os teores de EE nos tratamentos

consorciados principalmente para o consórcio do milho com variedade de soja de ciclo médio com adubação feita em área total e para o consórcio com variedade tardia em que a adubação foi feita somente no milho (Ensaio 1) e para o consórcio com variedade tardia adubada em área total (Ensaio 2) (Tabela 5). Valores elevados de EE nas plantas de soja em monocultivo podem atingir 23% na MS por causa da maior quantidade de óleo nas sementes (GOBETTI et al., 2011), porém em consórcio a presença do milho diluiu estes teores, sendo que os valores encontrados se situaram entre 3,76 a 5,19%. Na silagem exclusiva de milho os valores encontrados coincidem com os encontrados por Pinto et al. (2010) que se situaram entre 2,0 a 2,20%.

O NDT é um indicativo do conteúdo energético dos alimentos e sua determinação em silagens é imperativa para o balanceamento de dietas. Segundo Neumann et al. (2014), silagens de boa qualidade devem ter mais que 65 % de NDT. O valor de NDT estimado nas silagens oriundas do consórcio entre milho e soja, independente dos tratamentos, bem como dos monocultivos de milho em ambos os ensaios foram superiores em relação a este valor (Tabela 5). No ensaio 1, exceto os valores de NDT do tratamento de milho consorciado com soja de ciclo médio adubado somente no milho todos os demais tratamentos apresentaram valores superiores à testemunha, enquanto no ensaio 2 foram estatisticamente superiores as silagens de milho consorciado com soja de ciclo médio com adubação realizada no milho e do milho com soja de variedade tardia fertilizada em área total (Tabela 5).

3.4 Conclusões

O rendimento da silagem foi semelhante entre o consórcio milho-soja e a monocultura de milho, independentemente do arranjo das plantas, variedades de soja e adubação de sementeira. No entanto, a adição de soja, independentemente do tratamento, contribui para a redução do teor de FDA e celulose; e aumentar o teor de PB, NDT e hemicelulose, de acordo com o arranjo das plantas, variedades de soja e adubação de sementeira.

Embora tenha melhorado certos parâmetros bromatológicos, a silagem proveniente do consórcio milho-soja contribui para o aumento de perdas durante o processo de fermentação, reduzindo o teor de matéria seca da massa ensilada. Por esse motivo, são necessárias mais pesquisas para aumentar a matéria seca na silagem mista entre milho e soja.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano pelo apoio financeiro.

3.5 Referências

ANDRADE JÚNIOR, P. P.; MARTINS, C. A. Biodiesel and its strategic role in the Brazilian energy matrix: a literature review. *Engineering Research*, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2013. DOI: 10.32426/engresv5n1-001

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA: AOAC International, 1990.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1-12, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000001

BARCELLOS, A. D. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, suplemento especial, p. 51-67, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008001300008

BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives-review. *Asian-Australasian Journal Animal Science*, Bet Dagan, v. 9, n. 5, p. 483-493, 1996. DOI: 10.5713/ajas.1996.483

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; VILELA REIS, L.; FERREIRA, F. T. Mn foliar sobre a qualidade sanitária e lignina de sementes de soja convencional e resistente ao glifosato. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 46, n. 1, p. 135-143, 2015. DOI: v46n1/0045-6888-rca-46-01-0135

CORREIA, N.; DURIGAN, C. J. Controle de plantas daninhas na cultura de soja resistente ao glyphosate. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 2, p. 319-327, 2010. DOI: 10.1590/S0006-87052010000200009

DEMINICIS, B.; VIEIRA, H. D.; JARDIM, J. G.; ARAÚJO, S. A. C.; CHAMBELA NETO, A.; CORRÊA, O.; LIMA, E. D. Silagem de milho-características agronômicas e considerações. *Revista Electrónica de Veterinaria*, Málaga, v. 10, n. 1, p. 1-18, 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617120003>. Acesso em: 2 fev. 2018.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. *Ambiente & sociedade*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012. DOI: 10.1590/S1414-753X2012000200002

EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos da inclusão de níveis crescentes de forragem de soja e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho.

Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 867-874, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solo. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

FICHTNER, S. S.; ELEUTÉRIO, A.; MONTEIRO, P. M. Efeito da associação milho-soja na produção e composição química da silagem. *Anais da Escola de Agronomia e Veterinária*, Goiânia, v. 19, n. 1, p. 87-96, 1989.

GOBETTI, S. T. C.; NEUMANN, M.; OLIVEIRA, M. R.; OLIBONI, R. Produção e utilização da silagem de planta inteira de soja (*Glycine max*) para ruminantes. *Ambiência*, Guarapuava, v. 7, n. 3, p. 603-616, 2011. DOI: 10.5777/ambiencia. 2011.03.02rb

GOMES, J. D.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C.; UTIYAMA, C. E.; LOTUFO OETTING, L.; SOUZA, L. W. O.; LIMA, C. G. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 28, n. 3, p. 483-492, 2007. DOI: 10.5433/1679-0359.2007v28n3p483

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, p. 101-119, 2007. Suplemento Especial. DOI: 10.1590/S1516-35982007001000013

LEMPP, B.; MORAIS, M. G.; SOUZA, L. C. F. Produção de milho em cultivo exclusivo ou consorciado com soja e qualidade de suas silagens. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 52, n. 3, p. 243-249, 2000. DOI: 10.1590/S0102-09352000000300013

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, Rockville, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MORAES, G. J.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R.; OLIVEIRA, K.; FACTORI, M. A.; ROSALES, L. A.; SANTOS, T. A. B. Produtividade e valor nutritivo das plantas de milho de textura dentada ou dura em três estádios de colheita para silagem. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 65, n. 2, p. 155-166, 2008. Disponível em: <http://iz.agricultura.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1135>. Acessado em: 2 fev. 2018.

NEUMANN, M.; FIGUEIRA JUNIOR, D. N.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; UENO, R. K.; LEÃO, G. F. M. Ensilagem: estratégias visando maior produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RUMINANTES LEITEIROS, UDILEITE, 1., 2014, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2014. p. 130-166.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. *Anais...* Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 127-145.

OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; CRUZ, M. E. Silagem consorciada de milho (*Zea mays*) com leguminosas: produção e composição bromatológica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 33-38, 1992. DOI:

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; RONALDO, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011000500023

PINTO, A. P.; LANÇANOVA, J. A. C.; LUGÃO, S. M. B.; ROQUE, A. P.; ABRAHÃO, J. J. S.; OLIVEIRA, J. S.; LEME, M. C. J.; MIZUBUTI, I. Y. Avaliação de doze cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010. DOI: 10.5433/1679-0359.2010v31n4p1071

SANTOS, E.; ZANINE, A. M.; DANTAS, P. A. S.; DOREA, J. R. R.; SILVA, T. C.; PEREIRA, O. G. LANA, R. P. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-elefante com níveis de jaca desidratada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 9, n. 1, p. 71-80, 2008.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

SILVA, M. D.; CARNEIRO, M. S.; PINTO, A. P.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, D. S.; COUTINHO, M. J. F.; FONTENELE, R. M. Evaluation of the chemical composition of woody forage silages of the Brazilian semiarid. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n. 1, p. 571-578, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n1p571

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, Hoboken, v. 18, n. 1, p. 104-111, 1963. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2th ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. *Analysis of forages and fibrous foods*. Ithaca: Cornell University, 1985. 202 p.

VASCONCELOS, A. M. D.; DIAS, M.; NASCIMENTO, V. A.; ROGÉRIO, M. C. P.; FAÇANHA, D. A. E. Ruminal degradability and intestinal digestibility of raw and roasted soy beans in dairy cows. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 17, n. 4, p. 744-752, 2016. DOI: 10.1590/s1519-99402016000400017

VIEIRA, V. C.; MORO, V.; FARINACIO, D.; MARTIN, T. N.; MENEZES, L. F. G. Caracterização da silagem de milho, produzida em propriedades rurais do sudoeste do Paraná. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 58, n. 4, p. 462-469, 2011. DOI: 10.1590/S0034-737X2011000400009

ZIMMER, A.; MACEDO, M.; KICHEL, A.; ALMEIDA, R. D. *Degradação, recuperação e renovação de pastagens*. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2012. 42 p. (Documentos, 189).

4 CAPÍTULO II

PERFIL AGRONÔMICO, FERMENTATIVO E BROMATOLÓGICO DA SILAGEM OBTIDA DO CONSÓRCIO ENTRE MILHO E SOJA

AGRONOMIC, FERMENTATIVE AND BROMATOLOGICAL PROFILE OF SILAGE FROM INTERCROPPING BETWEEN CORN AND SOYBEAN

(Normas de acordo com a revista Semina: Ciências Agrárias)

Resumo: O consórcio tem se tornado opção vantajosa, beneficiando a agricultura e a pecuária, proporcionando ganhos mútuos ao produtor. Assim, esta pesquisa se propôs a avaliar aspectos agronômicos das culturas consorciadas milho+soja, perfil fermentativo e bromatológico da silagem do consórcio, em função do arranjo espacial das plantas e tipos de adubação. Foram realizados dois ensaios; ensaio 1: sendo em arranjo simples (uma linha de milho alternada com uma linha de soja); ensaio 2: em arranjo duplo (duas linhas de milho alternada com uma linha de soja). O delineamento foi em blocos ao acaso em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído de duas modalidades de adubação de semeadura na linha: somente no milho, e em área total; o segundo fator: 100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O e 150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O. O tratamento adicional correspondeu ao monocultivo de milho. Após a colheita as características agronômicas foram analisadas, e o material foi ensilado por 60 dias e realizadas as análises bromatológicas e fermentativas. Foram verificados aumento na produção de vagens de soja e qualidade da silagem em doses maiores de adubação. Os resultados mostram que a adição de soja na silagem de milho ocasiona maiores perdas durante o processo de fermentação, mas em contrapartida eleva os teores de proteína e extrato etéreo e digestibilidade. Ressaltando que um volumoso com essas características pode vir a suprir suplementação proteica em dietas de ruminantes.

Palavras-Chave: adubação de semeadura, fósforo, potássio, volumoso.

Abstract: The intercropping has become an advantageous option, benefiting agriculture and livestock, providing mutual gains to the producer. Thus, this research aimed to evaluate the

agronomic aspects of intercropped corn + soybean, fermentative and bromatological profile of the intercropping silage, in function of the plant spatial arrangement, and types of fertilization. Two tests were performed; test 1: being in simple arrangement (a corn line alternated with a soybean line); test (2) in double arrangement (two corn lines alternated with a soybean line). The experimental design was a randomized block design in a $2 \times 2 + 1$ factorial scheme, with four replications. The first factor was constituted of two sowing fertilization modalities in the line: only in corn, and in total area; the second factor, were the seeding fertilization types: 100 and 70 kg ha⁻¹ P₂O₅ and K₂O, respectively (Dose1) and 150 and 95 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and K₂O, respectively (Dose2). The additional treatment corresponded to corn monoculture. After the harvest the agronomic characteristics were analyzed, and the material was ensiled for 60 days and the bromatological and fermentative analyzes were carried out. Increased soybean pod production and silage quality were observed at higher fertilization rates. The results show that the soybean addition in corn silage causes greater losses during the fermentation process, but in contrast increases the protein and etereo extract contents and digestibility. Pointing out that a roughage with these characteristics may supply protein supplementation in ruminant diets.

Keywords: seeding fertilizer, phosphorus, potassium, bulky.

4.1 Introdução

Consórcio é o cultivo simultâneo de mais de uma espécie na mesma área (BROOKER et al., 2015). O principal conceito de consórcio é obter maior produtividade total por unidade de área e tempo (LIU et al., 2017). Um dos aspectos mais alusivos ao cultivo consorciado e, praticamente, tem sido pouco estudado é a adubação das culturas envolvidas. A exigência nutricional das espécies consortes pode ser modificada, como resultado da interação.

De acordo com Cunha et al. (2014), na maioria dos estudos, são utilizadas como adubação de plantio do consórcio, doses de nutrientes recomendadas para a monocultura. No consórcio, a soja fornece nitrogênio através da fixação biológica de nitrogênio, que atende a sua própria exigência, serve como um meio viável e de baixo custo para a melhoria da fertilidade do solo (IJOYAH et al., 2012). Além do nitrogênio atmosférico fixado pela leguminosa favorecendo as culturas consorciadas, existe a necessidade de adubações com fontes fosfatadas e potássicas.

O fósforo apresenta funções essenciais no desenvolvimento vegetal, participando da fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular e principalmente, no fornecimento de energia, resultando no maior crescimento e desenvolvimento inicial, é um importante nutriente, especialmente em solos do cerrado, pois a disponibilidade desse elemento, em situações naturais, é muito baixa (VIEIRA et al., 2014; SOUSA e LOBATO, 2004). Já o potássio está ligado a maior resistência das plantas quando submetidas a condições adversas, como baixa disponibilidade de água e temperaturas extremas (MALAVOLTA et al., 1997).

Amparados nutricionalmente, os consórcios respondem com maiores índices de produção, e rendimentos das culturas, podendo ser destinado para alimentação animal. Uma alternativa viável para o uso do consórcio entre milho e soja, é a produção de silagem. A adoção da silagem como estratégia alimentar é cada vez mais empregada em sistemas intensivos de produção de carne e leite, uma vez que permite a armazenagem de grandes quantidades de alimento volumoso para o fornecimento aos animais, principalmente em períodos em que a forragem é escassa ou de baixa qualidade (KLEIN et al., 2018).

As silagens de gramíneas, apresentam baixo teor de proteína, limitando o seu uso, portanto, um recurso para melhorar o valor nutritivo do material ensilado é a inclusão de plantas mais proteicas (STELLA et al., 2016). A utilização da soja para produção de silagem é uma alternativa viável, por apresentar alto teor proteico e apresenta características favoráveis para a produção de silagem, como capacidade de produção em diferentes climas, porte ereto que facilita a mecanização na colheita, alta concentração de minerais e alta produtividade (RIGEUEIRA et al., 2015).

O seu uso na silagem para alimentação de ruminantes pode ser opção em reduzir os custos com o concentrado proteico, mantendo a dieta balanceada para melhor resposta animal. Portanto, a soja consorciada com milho pode ser uma alternativa para aumentar a produtividade das culturas e melhorar a qualidade da silagem. Assim, esta pesquisa se propôs a avaliar aspectos agrônômicos das culturas consorciadas milho e soja, perfil fermentativo e bromatológico da silagem em função do arranjo espacial das plantas, e tipos de adubação de semeadura.

4.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida entre outubro de 2015 a junho de 2016 no Instituto Federal Goiano em Rio Verde, Goiás, sob as coordenadas 17°48'67" S e 50°54'18" W e altitude 754m. A análise química do Latossolo Vermelho na camada de 0-20 cm, feita antes da implantação dos ensaios, apresentou: pH (em CaCl₂) = 5,30; P = 13,1 mg dm⁻³; K = 181 mg dm⁻³; Ca = 4,64 cmol_c dm⁻³; Mg = 2,50 cmol_c dm⁻³; Al = 0,04 cmol_c dm⁻³; MO = 3,20 g dm⁻³; V% = 62,80; Cu = 2,3 mg dm⁻³; Fe = 13 mg dm⁻³; Mn = 59,7 mg dm⁻³; Zn = 4,5 mg dm⁻³; CTC = 12,1 cmol_c dm⁻³ e granulometria de 645, 100 e 255 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. Os dados climatológicos do período de condução da pesquisa são apresentados na Figura 1.

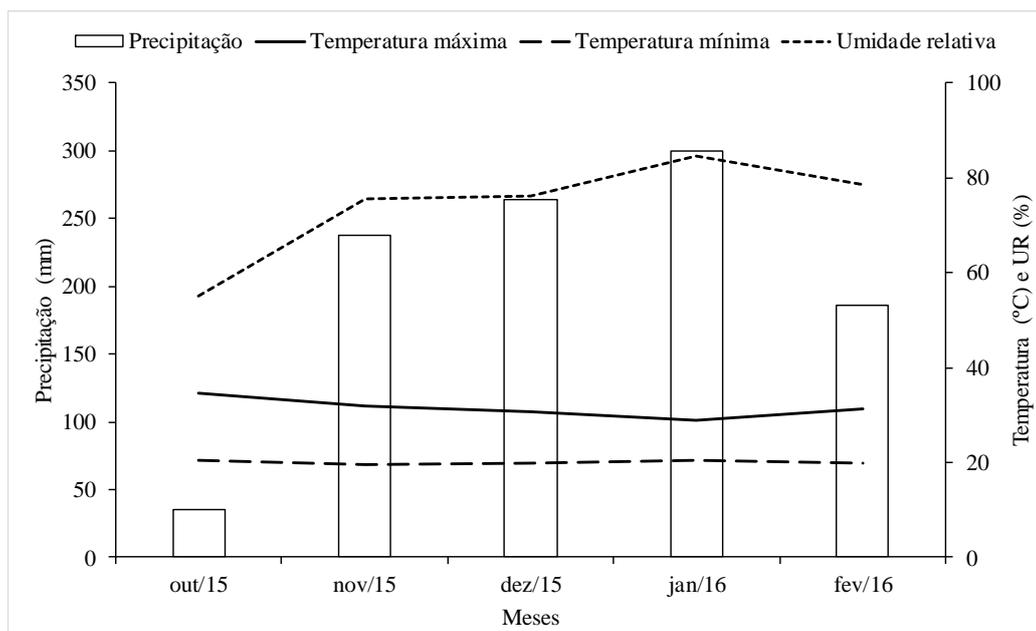


Figura 1. Médias mensais de precipitação, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar (UR), durante o período de outubro de 2015 a fevereiro de 2016, em Rio Verde – GO.

Foram realizados dois ensaios: Ensaio 1: consórcio no arranjo de uma linha de milho intercalada com uma linha de soja, com o milho espaçado 1m entre fileiras com 6 plantas por metro linear e a soja com 20 plantas por metro linear. Ensaio 2: consórcio no arranjo de duas linhas de milho (fileiras duplas) intercalado com uma linha de soja, com população de plantas de milho com 4,5 plantas por metro linear e com 20 plantas por metro linear de soja, em espaçamento único de 0,50 m entre fileiras.

O delineamento utilizado no ensaio foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por duas doses da formulação do adubo relativos a P_2O_5 e K_2O usados no consórcio: 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 70 kg ha^{-1} de K_2O ; e 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 95 kg ha^{-1} de K_2O , usando como fonte superfosfato simples e cloreto de potásio, respectivamente. O segundo fator foi constituído por duas modalidades de adubação de semeadura na linha: somente no milho, omitindo a soja; e em área total. O monocultivo do milho foi o tratamento adicional. Cada unidade experimental continha seis metros de largura e seis metros de comprimento. Foram desprezadas as linhas laterais, bem como 0,50 m de ambos os lados. Entre blocos e parcelas houve separação de 1m.

Foi utilizado o híbrido de milho 30F53YHR (Pionner®) e a cultivar de soja M7110 IPRO (Monsoy®). A adubação de semeadura no monocultivo de milho foi de 100 kg ha^{-1}

de P_2O_5 , de 70 kg ha^{-1} de K_2O e de 20 kg ha^{-1} de N. Em cobertura no milho solteiro e consorciado foi usado 120 kg ha^{-1} de N aplicado na forma de ureia em linha no estágio V5. A variedade de soja foi inoculada com *Bradyrhizobium* spp e tratada com imidacloprido + tiodicarbe (CropStar®), seguindo a recomendação do fabricante.

Em ambos os ensaios o controle de plantas daninhas foi feito com glifosato (Roundup 480®) aos 20 dias após a emergência (DAE) do milho na dose de $2,0 \text{ L do p.c ha}^{-1}$. Também foram realizadas as aplicações dos inseticidas chlorpirifós (Lorsban 480 BR®) na dose de $600 \text{ mL do p.c ha}^{-1}$ aos 30 DAE e de lambdacialotrina (Karate 50 EC®) na dose de $150 \text{ mL do p.c ha}^{-1}$ aos 47 DAE para controle de lagarta e percevejo, da mistura pronta dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol (Opera®) na dose de $600 \text{ mL do p.c ha}^{-1}$ aos 55 DAE para o controle da ferrugem asiática.

O ponto de corte foi considerado quando o milho atingiu metade da linha de leite do grão no estágio farináceo-duro. Na área útil, dez plantas de soja e três de milho foram tomadas, e separadas, para fracionar as diferentes partes (folhas, caules e estruturas reprodutivas) e pesadas separadamente para obtenção do peso verde.

As plantas de milho e soja foram colhidas na área útil, determinadas a massa fresca total, sendo posteriormente picadas em ensiladeira estacionária. A massa ensilada foi armazenada em silos experimentais, confeccionados em PVC com dimensão de $0,4 \text{ m}$ de comprimento e $0,1 \text{ m}$ de diâmetro. Dentro de cada silo foi colocado 500 gramas de areia seca em estufa de ventilação forçada para retirar toda umidade, para quantificar as perdas por efluentes. As amostras das plantas de soja e de milho dos diversos tratamentos foram picadas em partículas de tamanho médio de aproximadamente 2 cm , sendo a forragem picada colocada em silos em lâminas de 10 cm e compactadas.

Os silos foram fechados, vedados e armazenados por 60 dias. Após a fermentação, os silos foram abertos e o material retirado foi homogeneizado. De cada silo foi separada uma alíquota de 500 g , que foi para a estufa de ventilação forçada a 65°C , para determinação da massa seca. Após a secagem estas foram trituradas em moinhos tipo Willey e determinou-se a composição bromatológica.

As variáveis bromatológicas mensuradas foram: lignina pelo método de (VAN SOEST e ROBERTSON, 1985), fibra em detergente neutro (FDN) pelo método de (MERTENS, 2002), matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), material mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e a variável de fermentação pH, foram feitas conforme procedimentos descritos pelo método (AOAC, 1990). As análises para perdas por

efluentes (PE) e perdas por gases (PG), foram realizadas de acordo com a metodologia adaptada por (JOBIM et al., 2007).

Tabela 1. Análise bromatológica da massa triturada que foi ensilada referente as variáveis matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etereo (EE) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em função dos tratamentos em ambos os ensaios.

Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja								
Tratamentos*	MS	FDA	FDN	LIG	MM	PB	EE	DIVMS
	----- % -----							
AM – Dose1	30,03	28,17	51,99	832,	10,46	12,93	5,22	59,92
AM – Dose2	30,16	28,20	54,12	8,11	11,28	14,05	6,15	60,11
AT – Dose1	31,02	27,88	51,36	9,13	11,16	13,58	6,26	60,28
AT – Dose2	30,87	29,09	60,92	8,64	10,46	14,29	5,94	62,26
MT	33,95	29,53	47,28	6,86	4,38	8,27	3,28	53,14
Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja								
AM – Dose1	30,36	28,73	56,50	8,03	9,43	11,89	4,84	57,82
AM – Dose2	30,94	27,81	56,91	7,85	9,31	12,19	5,90	58,98
AT – Dose1	31,55	28,92	57,26	7,79	9,20	12,21	4,77	58,11
AT – Dose2	31,29	27,64	57,89	8,18	10,84	13,48	5,17	60,85
MT	34,59	30,02	50,15	6,27	4,12	7,99	2,82	53,09

AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente) Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja.

Para a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi utilizada a metodologia descrita por TILLEY e TERRY (1963), modificada para o Fermentador Ruminal DAISY II, seguindo-se a metodologia apresentada no manual de utilização do equipamento ANKOM® Technology, fornecida pelo fabricante. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos via equação sugerida por BOLSEN et al. (1996). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos via equação sugerida por MERTENS (2002). Ácido butírico (BUT), foi determinado por cromatografia gasosa.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Dunnett, quando necessário. A testemunha comparativa para o

teste de Dunnett foi o monocultivo de milho. A taxa de significância adotada foi de 5%. As análises estatísticas foram realizadas por meio do software ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Análise bromatológica das plantas antes da ensilagem nos dois ensaios são apresentados na Tabela 1.

4.3 Resultados e Discussão

Considerando a produção de massa fresca total do milho e de seus componentes estruturais quando consorciado com a soja não foram observadas interações significativas entre as modalidades de adubação e as doses de adubos usados na semeadura, bem como efeitos dos tratamentos consorciados em relação à testemunha solteira, em ambos os ensaios (Tabela 2).

A ausência de efeitos dos tratamentos consorciados em relação ao monocultivo de milho demonstra a vantagem da produtividade do milho quando consorciado com a soja, pela menor competição exercida pela soja. Por ser uma planta de metabolismo C4 e de maior porte, o milho exerceu maior capacidade competitiva no consórcio, principalmente por luz. Além de menor competição imposta pela soja, pode ter ocorrido também o benefício da fixação biológica de nitrogênio (FBN) da soja para o milho, como enfatizado por Zimmer et al. (2012). Segundo os autores o uso de leguminosas nesses sistemas de consórcio pode contribuir para a quantidade de forragem produzida, em função da FBN.

Estes resultados corroboram com Batista et al. (2019) que testando vários arranjos de plantas de milho e soja para a produção de silagem, não encontraram diferenças estatísticas quando testaram uma fileira de milho alternada com uma fileira de soja ou duas fileiras de milho alternadas com uma fileira de soja para a produção de biomassa de milho, apenas menor produção de biomassa de soja, quando testaram o sistema de duplas fileiras de milho com uma de soja, sem, diminuir o rendimento de biomassa total ensilada (milho + soja).

As massas frescas dos componentes estruturais das plantas de soja consorciada com milho são apresentadas na Tabela 3. Não se observou interação significativa entre modalidades de adubação na semeadura e doses de fertilizantes para a massa fresca de folhas e hastes de soja em ambos os ensaios e para a massa fresca de vagens no ensaio 2. Foi observado apenas efeitos significativos para doses de adubo sobre a produção de vagens no ensaio de milho alternada com soja em sistemas de fileiras simples, em que a maior dose de fertilizante proporcionou maior a produção de vagens (Tabela 3).

Tabela 2. Produção de massa fresca total (PT) e dos componentes morfológicos folhas (PF), colmo (PC), espigas (PES) e pendão (PP) de plantas de milho consorciadas com soja e em monocultivo (MT) em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente).

Tratamentos	Ensaio 1			Ensaio 2		
	Dose1	Dose2	Média	Dose1	Dose2	Média
PT (kg ha ⁻¹)						
AM	30.821,86	42.527,42	36.674,64	26.249,66	29.999,63	28.124,65
AT	30.783,00	34.155,18	32.469,09	27.327,44	30.277,40	28.802,42
Média	30.802,43	38.341,30	--	26.788,55	30.138,52	--
MT	36.732,94		--	24.344,08		--
CV (%)	19,66			13,23		
PF (kg ha ⁻¹)						
AM	4.067,73	5.999,96	5.033,85	3.716,49	4.228,66	3.972,58
AT	3.625,98	5.601,77	4.613,88	4.482,73	6387,59	5.435,16
Média	3.846,86	5.800,87	--	4.099,61	5.308,13	--
MT	5.361,13		--	4.977,33		--
CV (%)	34,43			38,70		
PC (kg ha ⁻¹)						
AM	13.105,59	17.561,06	15.333,33	11.910,24	11.290,33	11.600,29
AT	12.099,16	14.012,68	13.055,92	10.486,13	12.295,06	11.390,60
Média	12.602,38	15.786,87	--	11.198,19	11.792,70	--
MT	16.308,06		--	11.935,70		--
CV (%)	21,11			17,70		
PES (kg ha ⁻¹) ^{ns}						
AM	11.722,45	16.102,24	13.912,35	9.008,80	12.581,50	10.795,15
AT	13.363,04	12.431,05	12.897,05	10.390,19	10.032,11	10.211,15
Média	12.542,75	14.266,65	--	9.699,50	11.306,81	--
MT	16.308,06		--	11.935,70		--
CV (%)	21,04			18,47		
PP (kg ha ⁻¹)						
AM	148,99	197,53	173,26	136,12	132,25	134,19
AT	138,08	169,94	154,01	112,83	129,11	120,97
Média	143,54	183,74	--	124,48	130,68	--
MT	153,15		--	117,63		--
CV (%)	31,71			46,86		

MT – monocultivo de milho. Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja.

As frações fibrosas da silagem de acordo com a Tabela 4, não tiveram interações significativas entre os fatores para FDA, FDN e LIG em ambos os ensaios e para HEM no ensaio 1. Interações significativas foram observadas para HEM no ensaio 2 e para CEL para os dois ensaios. Para FDA, a adubação de semeadura feita somente no milho com as doses

de 100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente, proporcionou menor valor desta variável, quando comparado ao monocultivo de milho (Tabela 4). FDN é uma importante fonte de nutrientes para ruminantes, pois estimula a ruminação e, conseqüentemente, a saúde do rúmen, os teores não devem ser elevados, já que esta é constituída por lignina de porção indigestível, celulose parcialmente digestível e hemicelulose (NEUMANN et al., 2017).

Tabela 3. Produção de massa fresca de folhas (PF), de hastes (PH) e de vagens (PV) de plantas de soja consorciadas com milho em função dos tratamentos: AT – adubação de sementeira no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente).

Tratamentos	Ensaio 1			Ensaio 2		
	Dose1	Dose2	Média	Dose1	Dose2	Média
PF (kg ha ⁻¹)						
AM	428,75	453,99	441,37	380,67	425,70	403,18
AT	379,31	452,21	415,76	425,26	254,24	339,75
Média	404,03	453,10	--	402,965	339,97	--
CV (%)	66,41			56,10		
PH (kg ha ⁻¹)						
AM	1.089,47	1.155,26	1122,37	887,33	752,84	820,08
AT	908,54	833,70	871,12	959,83	829,32	894,57
Média	999,01	994,48	--	923,58	791,08	--
CV (%)	44,38			33,92		
PV (kg ha ⁻¹)						
AM	258,89	1.057,38	658,14	210,02	588,35	399,185
AT	268,89	653,82	461,36	470,47	381,67	426,07
Média	263,89 B	855,60 A	--	340,245	485,01	--
CV (%)	41,77			49,93		

Médias seguidas por diferentes letras nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste F (p<0,05). Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja.

Todos os tratamentos dos consórcios tiveram valores superiores de FDN quando comparados ao monocultivo de milho (Tabela 4), e provavelmente este efeito deve-se a presença da soja na silagem mista. São preconizados valores em torno de 45%, de FDN (OLIVEIRA et al., 2019), a mesma que está intimamente ligada com o consumo animal.

Na média geral, os valores de FDN foram semelhantes aos encontrados por Neumann et al. (2018), avaliando diferentes tipos de híbridos de milho para silagem. Segundo Van Soest (1994), os níveis adequados de FDN e FDA para o consumo animal devem ser respectivamente abaixo de 60% e 40%, enquadrando as silagens de todos os tratamentos avaliados nesse experimento.

Tabela 4. Porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente).

Tratamentos	Ensaio 1			Ensaio 2		
	Dose1	Dose2	Média	Dose1	Dose2	Média
FDA (%)						
AM	26,32-	27,84	27,08	26,15	26,87	26,51
AT	27,08	28,12	27,60	26,99	27,58	27,28
Média	26,70	27,98	--	26,57	27,22	--
MT	29,56		--	27,98		--
CV (%)	5,75			6,20		
FDN (%)						
AM	51,72+	50,33+	51,02	55,47+	56,72+	56,09
AT	50,43+	50,99+	50,71	55,38+	57,80+	56,59
Média	51,07	50,66	--	55,42	57,26	--
MT	45,83		--	48,35		--
CV (%)	3,95			4,58		
LIG (%)						
AM	6,41+	6,26+	6,33	6,96+	5,83+	6,39
AT	6,16+	5,07+	5,61	5,34+	5,41+	5,87
Média	6,28	5,66	--	6,15	5,62	--
MT	4,59		--	4,26		--
CV (%)	4,10			4,76		
HEM (%)						
AM	25,40+	22,49+	23,94	29,32aA+	29,85aA+	29,58
AT	23,35+	22,87+	23,11	28,39bB+	30,22aA+	29,30
Média	24,37	22,68	--	28,85	30,03	--
MT	16,27		--	20,37		--
CV (%)	4,78			4,32		
CEL (%)						
AM	19,91bA-	21,58aA-	20,74	19,19bB-	21,04aA-	20,11
AT	20,92bA-	23,05aA	21,98	21,65bA-	22,17aA	21,91
Média	20,41	22,31	--	20,42	21,60	--
MT	24,97		--	23,72		--
CV (%)	5,45			4,86		

MT – monocultivo de milho. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p < 0,05$). + ou - média superior ou inferior, respectivamente, à testemunha comparativa (MT) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja.

O incremento da soja elevou o teor de lignina em todos os tratamentos consorciados em relação a testemunha, o alto teor de lignina desfavorece a qualidade nutricional da

silagem. Stella et al. (2016), avaliando silagem de milho com inclusão de soja com 50% de plantas de soja e 50% de plantas de milho, obteve valores semelhantes para lignina quando comparados a esse trabalho, com aproximadamente 6%. A presença de lignina contribui para aumentar a fração indigerível, reduzindo, assim, a fração potencialmente digerível (MIZUBITI et al., 2011).

A busca por elevados teores de hemicelulose, é interessante uma vez que os ruminantes desdobram esses componentes por meio de sua flora bacteriana em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente acético, propiônico e butírico, os quais representam a maior fonte de energia quando a alimentação desses animais é a base de forragem (FERREIRA et al., 2017). Quando os tratamentos foram implementados no sistema consorciado de fileiras duplas de milho alternado com soja (Ensaio 2) foi observado maior valor de HEM quando foi disponibilizado maior quantidade de P_2O_5 e K_2O às plantas, independente da modalidade de adubação (Tabela 4), evidenciando que o aumento da adubação contribuiu para a qualidade da silagem. Por outro lado, quando foi usado a menor dose de adubação de semeadura (100 e 70 kg ha⁻¹ de P_2O_5 e K_2O , respectivamente), o incremento na HEM foi observado somente quando a adubação foi realizada conjuntamente nas culturas consorciadas (Tabela 4).

O teor de celulose (CEL) em ambos os ensaios, obteve valores superiores quando foram utilizadas as maiores doses de fertilizante, independente da modalidade de fornecimento deste adubo (Tabela 4), os consórcios tiveram valores menores quando comparados com o monocultivo do milho, maiores valores de CEL são observados quando a adubação é feita em área total. Mesmo comportamento foi observado em silagens de milho em diferentes alturas de corte e uso de inoculantes (MARQUARDT et al., 2017). De modo geral, o conteúdo de fibras é um dos principais fatores que limitam o valor nutritivo da silagem (KRAKOWSKY et al., 2006).

Quanto às variáveis fermentativas do processo de ensilagem foi observada interação significativa para a perda por gases (PG) no ensaio 2 e para o teor de ácido butírico (BUT) no ensaio 1 (Tabela 5). Não foram observados efeitos para a interação ou efeitos isolados para perdas por efluentes (PE) e pH em ambos os ensaios e PG no ensaio 1 e BUT no ensaio 2 (Tabela 5). Especificamente, menor valor de PG foi observado no ensaio 2, com o uso da maior dose do fertilizante fornecida somente no milho (Tabela 5).

Tabela 5. Perdas por efluentes, perdas por gases, pH e ácido butírico (BUT) da silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente).

Tratamentos	Ensaio 1			Ensaio 2		
	Dose1	Dose2	Média	Dose1	Dose2	Média
PG (%)						
AM	8,36+	7,34+	7,85	8,03aA+	5,62bA+	6,82
AT	7,94+	6,95+	7,44	7,89aA+	6,56aA+	7,22
Média	8,15	7,14	--	7,96	6,09	--
MT	4,57		--	3,38		--
CV (%)	12,40			10,29		
PE (%)						
AM	6,37+	5,25+	5,81	6,02+	5,38-	5,70
AT	5,83+	5,54+	5,68	5,94+	5,66+	5,80
Média	6,10	5,39	--	5,98	5,84	--
MT	4,05		--	3,78		--
CV (%)	8,44			9,12		
pH						
AM	4,96+	5,89+	5,42	4,15+	4,39+	4,27
AT	4,77+	4,90+	4,83	4,28+	3,91+	4,09
Média	4,86	5,39	--	4,21	4,15	--
MT	3,57		--	3,33		--
CV (%)	4,65			5,36		
BUT (%)						
AM	0,30aA+	0,28aA+	0,29	0,17+	0,17+	0,17
AT	0,25bB+	0,28aA+	0,27	0,19+	0,15+	0,17
Média	0,27	0,28	--	0,18	0,16	--
MT	0,05		--	0,04		--
CV (%)	17,74			19,20		

MT – monocultivo de milho. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p < 0,05$). + ou - média superior ou inferior, respectivamente, à testemunha comparativa (MT) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja.

Comparativamente à testemunha, os tratamentos consorciados tiveram maiores valores de PG, PE e pH. No momento da ensilagem observou-se que a silagem com incremento de soja tende a ficar mais úmida, houve maior porcentagem de perdas por efluentes e gases quando comparado a testemunha do milho. Senger et al. (2005), também observaram características semelhantes em silagens úmidas, maiores perdas por gases e efluentes. Mas em diversas pesquisas são relatadas que perdas durante o processo de ensilagens são inevitáveis, mas podem ser monitoradas.

Valor de pH está disposto na Tabela 5. Silagens exclusivamente de leguminosas tendem a ter pH elevado, e pode comprometer o produto, pois propiciam a presença de microrganismos indesejáveis e alto teor de ácido butírico, isso ocorre porque silagens de leguminosas geralmente estabilizam com pH mais elevado. Este comportamento é por causa de um conjunto de fatores, como maior teor de umidade no momento da ensilagem, menor teor de carboidratos altamente fermentáveis, os quais são importantes para o crescimento das bactérias lácticas responsáveis pela diminuição do pH (STELLA et al., 2016). Valores de pH abaixo de 4 indicam que o processo fermentativo foi satisfatório (QUEIROZ et al., 2012).

A adição de soja na silagem promoveu maiores teores de BUT em relação a silagem exclusiva de milho (Tabela 5). Para o ensaio 1, a menor concentração de BUT foi observado quando se utilizou a menor dose do fertilizante em área total em relação aos demais tratamentos. O butirato encontrado na silagem indica a presença de microrganismos indesejáveis, portanto níveis elevados comprometem a qualidade da silagem, a concentração desse ácido na MS da silagem deve ser inferior a 0,2% (NEGRÃO et al., 2016).

Tabela 6 são apresentados os valores de MM, PB e EE e observa-se que houve interação significativa somente para EE no ensaio 1. Menor valor de EE foi observado na menor dose de adubo utilizada e quando foi realizada somente no milho. Valores de EE devem estar em torno de 5%, maiores que isso limita o consumo animal (MARTIN et al., 2012), valores elevados de EE causam problemas de faunação ruminal devido ao poder deletério dos ácidos graxos insaturados (XIN, 2013). Mas, teores equilibrados podem auxiliar na mitigação de metano entérico pelos ruminantes (MORGAVI et al., 2012).

Dos três parâmetros avaliados, observa-se que os valores dos tratamentos consorciados foram superiores quando comparado ao tratamento do milho solteiro. Melhorando a qualidade nutricional da silagem, uma vez que silagens somente de milho, apresentam baixo teor de matéria mineral e proteína. Enfatizando que tanto a soja quanto o tipo de adubação beneficiaram a massa ensilada. Segundo Lima et al. (2013), em estudo de um silo de superfície com capacidade de 40 toneladas de silagem na matéria natural, a cada tonelada de planta de soja adicionado na silagem de sorgo é possível aumentar em 2% o teor de PB. No ensaio 1, a adubação na linha do milho em dose cheia, e a inclusão da soja beneficiou a silagem produzida, com 11,37% de MM. Uma vez que a planta de soja é rica em minerais (principalmente cálcio e fósforo) (STELLA et al., 2016).

Tabela 6. Teores de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente).

Tratamentos	Ensaio 1			Ensaio 2		
	Dose1	Dose2	Média	Dose1	Dose2	Média
MM (%)						
AM	9,65+	10,37+	10,01	7,93+	8,05+	7,99
AT	9,49+	9,98+	9,73	8,18+	8,99+	8,58
Média	9,57	10,17	--	8,05	8,52	--
MT	3,84		--	3,12		--
CV (%)	8,49			9,17		
PB (%)						
AM	12,53+	13,86+	13,19	11,27+	11,09+	11,18
AT	11,64+	13,91+	12,77	11,06+	10,57+	10,81
Média	12,08	13,88	--	11,16	10,83	--
MT	6,99		--	6,24		--
CV (%)	9,18			9,39		
EE (%)						
AM	4,15bB+	5,11aA+	4,63	4,25+	5,00+	4,62
AT	5,03aA+	5,23aA+	5,13	4,65+	4,89+	4,82
Média	4,59	5,17	--	4,45	4,94	--
MT	2,86		--	1,99		--
CV (%)	8,26			9,47		

MT – monocultivo de milho. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p < 0,05$). + ou - média superior ou inferior, respectivamente, à testemunha comparativa (MT) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja.

De acordo com Carvalho et al. (2015), avaliaram-se diversos híbridos de milho destinado a produção de silagem e as médias para MM, PB e EE foram inferiores a encontradas nesse trabalho com 4,07; 7,82 e 2,66 respectivamente. Segundo Assad et al. (2015), o teor proteico na fermentação microbiana efetiva no rúmen requer uma quantidade mínima de 7% de proteína bruta no alimento, sendo então a silagem mista de milho+soja, uma opção de volumoso de qualidade proteica.

Na (Tabela 7) os teores de MS, NDT e CNF, não tiveram interações significativas, em ambos os ensaios. Para DIVMS no ensaio 2 não houve interações significativas, já a DIVMS no ensaio 1 houve interação significativa. Pode-se notar que a inclusão da soja não alterou os resultados de MS e NDT em relação a silagem exclusiva de milho. A MS é uma variável fundamental para avaliar a qualidade da silagem. Nussio et al. (2001) afirmam que uma boa silagem deve conter aproximadamente 30% de matéria seca. Martin et al. (2012),

avaliando silagens de milho com diferentes tipos de irrigação encontrou resultados semelhantes à desta pesquisa 27,35% de MS.

Tabela 7. Teores de matéria seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não fibrosos (CNF) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de silagem de soja e milho consorciados e da silagem de milho, em função dos tratamentos: AT – adubação de semeadura no milho e na soja; AM – adubação somente no milho; Dose1 – (100 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente); Dose2 – (150 e 95 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente).

Tratamentos	Ensaio 1			Ensaio 2		
	Dose1	Dose2	Média	Dose1	Dose2	Média
MS (%)						
AM	28,90	29,48	29,19	29,37	30,19	29,78
AT	29,55	28,16	28,85	30,46	30,99	30,72
Média	29,22	28,82	--	29,91	30,59	--
MT	32,16		--	32,83		--
CV (%)	8,92			8,51		
NDT (%)						
AM	69,42	68,36	68,89	69,54	69,04	69,29
AT	68,89	68,16	68,52	68,95	68,54	68,74
Média	69,15	68,26	--	69,24	68,79	--
MT	67,15		--	68,26		--
CV (%)	9,21			8,03		
CNF (%)						
AM	21,95-	20,33-	21,14	21,08-	19,14-	20,11
AT	23,41-	19,89-	21,65	20,73-	17,75-	19,24
Média	22,68	20,11	--	20,90	18,44	--
MT	40,48		--	39,85		--
CV (%)	8,29			12,35		
DIVMS (%)						
AM	56,32bB	58,03aA+	57,17	55,18	56,47+	55,82
AT	57,55bA+	59,10aA+	58,32	56,95+	57,21+	57,08
Média	56,93	58,56	--	56,06	56,84	--
MT	51,36		--	50,48		--
CV (%)	5,70			4,92		

MT – monocultivo de milho. Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste F ($p < 0,05$). + ou - média superior ou inferior, respectivamente, à testemunha comparativa (MT) pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). Ensaio 1: Consórcio no sistema de fileiras simples alternadas entre milho e soja. Ensaio 2: Consórcio no sistema de fileiras duplas do milho alternada com a soja.

NDT é um componente muito importante a ser observado nas dietas para animais de produção, uma vez que a energia e proteína são frequentemente os fatores mais limitantes para ruminantes (OLIVEIRA et al., 2019). Segundo Keplin (1992), para adequado teor energético, a silagem deve apresentar entre 64 a 70% de NDT e, portanto, a silagens

apresentadas nesse estudo estão na faixa adequada. Ao analisar pesquisa com silagem de planta inteira de milho, Rabelo et al. (2013), observaram valores de NDT de (57% e 49%, respectivamente) que são valores inferiores encontrados para silagem do presente trabalho (68,16% a 69,54%).

Existem componentes que determinam o valor energético dos alimentos utilizados nas dietas de ruminantes como os CNF (CAMPOS et al., 2015). Neste trabalho, pode-se observar na (Tabela 7) que a inclusão da soja reduziu os teores de CNF, quando se compara com a silagem do milho, isso deve a menor participação de grão de milho na silagem. Cabral et al. (2002), avaliando a participação de porcentagens de milho em silagem, obtiveram valores inferiores ao presente estudo (15,35%), quando foi acrescentado a porcentagem de mínima de grãos de milho.

Os maiores valores de DIVMS no ensaio 1, foi na adubação quando se utilizou a maior dose de fertilizante (Tabela 7). No ensaio 2 não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, o que também foi observado por Eichelberger et al. (1997), na DIVMS quando incluíram até 50% de planta de soja na ensilagem de milho, e atribuíram o fato para a possibilidade de maior teor de FDA na silagem com a inclusão de planta de soja.

4.4 Conclusões

Milho alternado com soja em sistemas de fileiras simples e maior dose de fertilizante proporcionou a maior produção de vagens de soja consorciada com milho. A adição de planta de soja na ensilagem de milho aumenta consideravelmente os níveis proteicos. Sob o ponto de vista da composição química, a planta de soja pode ser adicionada na ensilagem de milho, trazendo melhorias ao produto final. Aceitabilidade e o desempenho dos animais com a inclusão de planta de soja na ensilagem de forrageiras tropicais e fatores econômicos devem ser avaliados, para comprovar o seu uso como alternativa na alimentação de ruminantes.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano pelo apoio financeiro.

4.5 Referências

ASSAD, L. V. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K.; SILVA-MARQUES, R. P.; KOSCHECK, J. F. W.; MICHELETTI, M. V. Proteína degradável no rúmen e frequência de suplementação para recria de novilhos

em pastejo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, p. 2119-2130, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2119

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA: AOAC International, 1990.

BATISTA, V. V.; ADAMI, P. F.; MORAES, P. V. D.; OLIGINI, K. F.; GIACOMEL, C. L.; LINK, L. Row Arrangements of Maize and Soybean Intercrop on Silage Quality and Grain Yield. *Journal of Agricultural Science*; Canada, v. 11, n. 2; 2019. DOI: 10.5539/jas.v11n2p286

BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives-review. *Asian-Australasian Journal Animal Science*, Bet Dagan, v. 9, n. 5, p. 483-493, 1996. DOI: 10.5713/ajas.1996.483

BROOKER, R. W.; BENNETT, A. E.; CONG, W. F.; DANIELL, T. J.; GEORGE, T. S.; HALLETT, P. D.; HAWES, C.; IANNETTA, P. P. M.; JONES, H. G.; KARLEY, A. J.; LI, L.; MCKENZIE, B. M.; PAKEMAN, R. J.; PATERSON, E.; SCHÖB, C.; SHEN, J.; SQUIRE, G.; WATSON, C. A.; ZHANG, C.; ZHANG, F. Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, Tahoe City, v. 206, p. 107–117, 2015. DOI: /10.1111/nph.13132

CABRAL, L. S.; VALADARES, F. S. D. C.; EDENIO, D.; TILEMAHOS, Z. J.; GOMES, P. O.; RAFAEL, G. V.; SALES, P. E. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2332-2339, 2002. DOI: 10.1590/S1516-35982002000900023

CAMPOS, P. R. D. S. S.; CAMPOS, V. F.; DETMANN, E.; CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; LUCCHI, B. B.; PEREIRA, O. G. Consumo, digestibilidade e estimativa do valor energético de alguns volumosos por meio da composição química. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n. 1, 2015. DOI: 10.1590/s0034-737x2010000100014

CARVALHO, A. F. G.; MARTIN, T. N.; SANTOS, S.; MÜLLER, T. M.; PIRAN FILHO, F. A. Perfil agrônomo e bromatológico de silagem de milho no sudoeste do Paraná. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Santa Rosa, v. 114, n.21, p. 49-159, 2015.

CUNHA, D. A.; TEIXEIRA, I. R.; JESUS, F. F.; GUIMARÃES, R. T.; SILVA TEIXEIRA, G. C. Adubação fosfatada e produção de feijão-comum e mamona em consórcio. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 5, 2014. DOI: biosciencejournal/article/view/18212

EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos da inclusão de níveis crescentes de forragem de soja e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 867-874, 1997.

FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I. M.; COSTA, N. R.; AUGUSTO, J. G. Qualidade da silagem de milho consorciado com gramíneas tropicais em diferentes espaçamentos. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 74, n. 3, p. 237-245, 2017. DOI: 10.17523/bia.v74n3p237

IJOYAH, M. O.; FANEN, F. T. Effects of different cropping pattern on performance of maize-soybean mixture in Makurdi, Nigeria. *Scientific Journal of crop science*, Ithaca, v. 1, n. 2, p. 39-47, 2012.

KEPLIN, L. A. S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. *Revista Batavo*, Carambeí, n. 8, p. 16-19, 1992.

KLEIN, J. L., VIANA, A. F. P., MARTINI, P. M., ADAMS, S. M., GUSATTO, C., BONA, R. A., BRONDANI, I. L. Desempenho produtivo de híbridos de milho para produção de silagem de planta inteira. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas*, v. 17, p. 101-110, 2018. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p101-110

KRAKOWSKY, M. D.; LEE, M.; COORS, J.G. Quantitative trait loci for cell wall components in recombinant inbred lines of maize (*Zea mays L.*) II: leaf sheath tissue. *Theoretical Applied Genetics*, Hoisington, v. 112, p. 717–726, 2006. DOI: 10.1007/s00122-005-0175-0

LIMA, J. A.; GAVIOLI, I. L. C.; BARBOSA, C. M. P.; BERNDT, A.; GIMENES, F. M. A.; PAZ, C. C. P.; CUNHA, E. A. Soybean silage and sugarcane tops silage on lamb performance. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, p. 1478-1484, 2013. DOI: 10.1590/50103-84782013005000098

LIU, X.; RAHMAN, T.; YANG, F.; SONG, C.; YONG, T.; LIU, J.; YANG, W. PAR interception and utilization in different maize and soybean intercropping patterns. *PLoS One*, San Francisco, v. 12, n. 1, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0169218

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, p. 101-119, 2007. Suplemento Especial. DOI: 10.1590/S1516-35982007001000013

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARQUARDT, F. I.; JOBIM, C. C.; BUENO, A. V. I.; RIBEIRO, M. G. Altura de corte e adição de inoculante enzimo-bacteriano na composição químico-bromatológica e digestibilidade de silagens de milho avaliada em ovinos. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 18, 2017. DOI: 10.1590/1089-6891v18e-42888

MARTIN, T. N.; VIEIRA, V. C.; MENEZES, L. F. G.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; STORCK, L. Bromatological characterization of maize genotypes for silage. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 34, p. 363- 370, 2012. DOI: 10.4025/actascianimsci.v34i4.15271

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, Rockville, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. D. A.; PEREIRA, E. S. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns coprodutos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. *Ciência Agrária de Londrina*, Londrina, v. 32, p. 2021-2028, 2011. DOI:

10.5433/1679-0359.2011v32Suplp2021

MORGAVI, D. P.; MARTIN, C.; JOUANY, J. P.; RANILLA, M. J. Rumen protozoa and methanogenesis: not a simple cause–effect relationship. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 107, p. 388-397, 2012. DOI: 10.1017/S0007114511002935

NEGRÃO, F. D. M.; ZANINE, A. D. M.; SOUZA, A. L. D.; CABRAL, L. D. S.; FERREIRA, D. D. J.; DANTAS, C. C. O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim " *Brachiaria decumbens*" com inclusão de farelo de arroz. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Ondina, v. 17, n. 1, 2016. DOI: /10.1590/S1519-99402016000100002

NEUMANN, M.; HORST, E. H.; DOCHWAT, A.; VENANCIO, B. J.; VIGNE, G. L. D.; JÚNIOR, E. S. S. Desempenho e características da carcaça de novilhos alimentados com silagem de diferentes híbridos de milho. *Agrarian*, Dourados, v. 11, n. 39, p. 50-58, 2018. DOI: 10.30012/agrarian.v11i39.6693

NEUMANN, M.; LEÃO, G. F. M.; COELHO, M. G.; FIGUEIRA, D. N.; SPADA, C. A. PERUSSOLO, L. F. Aspectos produtivos, nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 66, p. 51-58, 2017. DOI: 10.21071/az.v66i253.2125

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. *Anais...* Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 127-145.

OLIVEIRA, L. B. D.; PIRES, A. J. V. U.; CARVALHO, G. G. P. D.; RIBEIRO, L. S. O. U.; ALMEIDA, V. V. D.; PEIXOTO, C. A. D. M. U. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000100008

QUEIROZ, O. C. M.; KIM, S. C; ADESOGAN, A. T. Effect of treatment with a mixture of bacteria and fibrolytic enzymes on the quality and safety of corn silage infested with different levels of rust. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 95, n. 9, p. 5285-5291, 2012. DOI: 10.3168/jds.2012-5431

RABELO, F. H. S.; REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; AMORIM, F. A. Características agronômicas e bromatológicas do milho submetido a adubações com potássio na produção de silagem. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 44, p. 635-643, 2013. DOI: 10.1590/s1806-66902013000300028

RIGUEIRA, J.P.S.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C., RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; CEZÁRIO, A.S. Soybean silage in the diet for beef cattle. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v.37, p.61-65, 2015. DOI: 10.4025/actascianimsci.v37i1.25182

SENGER, C. C. D.; MUHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; NETTO, D. P.; LIMA, L. D. D. Composição química e digestibilidade ' *in vitro* ' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 6, 2005. DOI: 10.1590/s0103-84782005000600026

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

STELLA, L. A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, Ê. R.; BARCELLOS, J. O. J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. *Boletim de Indústria Animal*, v. 73, n. 1, p. 73-79, 2016. DOI: 10.17523/bia.v73n1p73

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crope. *Journal of the British Grassland Society*, Hoboken, v. 18, n. 1, p. 104-111, 1963. DOI: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2th ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. *Analysis of forages and fibrous foods*. Ithaca: Cornell University, 1985. 202 p.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S; SCARAMUZZA, J. F. Saturação por bases e doses de P no crescimento e nutrição de mudas de cerejeira (*Amburana Acreana* Ducke). *Nativa*, Sinop, v. 3, n. 1, p.01-09, 2015. DOI: 10.14583/2318-7670.v03n01a01

XIN, H.; YU, P. Chemical Profile, Energy Values, and Protein Molecular Structure Characteristics of Biofuel/Bio-oil Co-products (*Carinata Meal*) in Comparison with Canola Meal. *Journal of agricultural and food chemistry*, Cambridge, v.61, p.3926-3933, 2013. DOI: 10.1021/jf400028n

ZIMMER, A.; MACEDO, M.; KICHEL, A.; ALMEIDA, R. D. *Degradação, recuperação e renovação de pastagens*. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2012. 42 p. (Documentos, 189).

5 CONCLUSÃO GERAL

Os resultados dos experimentos mostraram que os consórcios mais a adubação melhoraram: parâmetros nutricionais, maiores rendimentos das colheitas e os parâmetros de crescimento em comparação com suas culturas únicas.

Com base no rendimento e na vantagem de produtividade e qualidade da silagem obtida a partir do consórcio, merece uma investigação mais aprofundada, utilizando diferentes estádios fenológicos de maturação da soja, para avaliar qual melhor fase para ensilagem mostrando ser compatível com o híbrido de milho avaliado, para diminuir as perdas durante o processo de fermentação.

Com o aumento do nível proteico e energético da ensilagem estudos avaliando a aceitabilidade e o desempenho dos animais devem ser realizados, para comprovar o seu uso como alternativa na alimentação de ruminantes.