

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ARRANJO ESPACIAL DO MILHO EM SISTEMA
INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

Renata Fernandes de Queiroz

Engenheira agrônoma

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ARRANJO ESPACIAL DO MILHO EM SISTEMA
INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA**

Discente: Renata Fernandes de Queiroz

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Carolina Fernandes

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

Q3a

Queiroz, Renata Fernandes de
Arranjo espacial do milho em sistema integração lavoura pecuária /
Renata Fernandes de Queiroz. -- Jaboticabal, 2019
54 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Coorientador: Carlos Alessandro Chioderoli

1. Energia e força. 2. Máquinas agrícolas. 3. Milho híbrido. 4.
Produtividade agrícola. 5. Semeadura. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

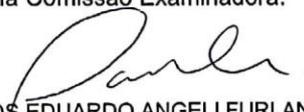


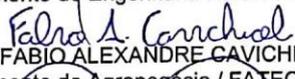
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: ARRANJO ESPACIAL DO MILHO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

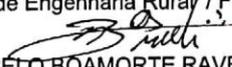
AUTORA: RENATA FERNANDES DE QUEIROZ
ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
COORIENTADOR: CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI
COORIENTADORA: CAROLINA FERNANDES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. FABIO ALEXANDRE CAVICHIOLI
Departamento de Agronegócio / FATEC - Taquaritinga/SP


Prof. Dr. AFONSO LOPES
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. MARCELO BOAMORTE RAVELLI
Centro de Administração e Tecnologia / UNIARA - Araraquara/SP


Prof. Dr. CRISTIANO ZERBATO
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 19 de novembro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Renata Fernandes de Queiroz, nascida em Fortaleza, Ceará, no dia 15 de maio de 1980, filha de André Luís de Queiroz e Marinilce Fernandes de Queiroz. Coursou o Ensino Fundamental e Médio na Escola São José, na cidade de Fortaleza – CE, com término em Dezembro de 1999. Ingressou no ensino superior em Agronomia no ano de 2000, na Universidade Federal do Ceará (UFC), campus de Fortaleza, com trabalho de graduação desenvolvido na área de sistemática vegetal. Durante a trajetória acadêmica foi bolsista de iniciação científica e monitora voluntária, ambos na área de sistemática vegetal. Estagiou na Fundação Deusmar Queirós nos anos de 2003 a 2006 com hortas em escolas públicas do Estado do Ceará. Em 2006 assumiu a coordenação dos Projetos “Minha horta meu alimento” (projeto que deu origem ao livro Minha horta ecológica) e “Moringa a semente da vida” até o ano de 2011. Em novembro de 2011 ingressou na Coopassat, atuando como agente de ATER (Assistência Técnica Rural) em assentamentos federais na região dos Inhamuns, Estado do Ceará, até o ano de 2012. No mesmo ano deu início ao trabalho na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE) no município de Maranguape, acompanhando, orientando e capacitando agricultores rurais em programas sociais do governo voltados para agricultura familiar. Em agosto de 2013 iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola (Engenharia de Sistemas Agrícolas) na Universidade Federal do Ceará, Câmpus do Pici, obtendo em julho de 2015 o título de Mestre em Engenharia Agrícola. No ano de 2016, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo), na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Hoje atua como professora do curso de Engenharia Agrônômica no Instituto Municipal de Ensino de Bebedouro Victório Cardassi, em Bebedouro/SP e na Universidade de Rio Preto, São José do rio Preto/SP.

A minha filha, Gabriela de Queiroz
Papetti, por fazer brotar em mim o amor
mais puro e genuíno que já senti, fonte de
toda minha força e perseverança.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani por sua orientação, atenção, generosidade, boa vontade, paciência, amizade e pelos ensinamentos durante a elaboração deste trabalho e durante todos os outros momentos que estive ao seu lado em minha jornada acadêmica, toda a minha estima.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Carlos Alessandro Chioderoli, pelo apoio, amizade, orientação, generosidade em todos os momentos de minha vida acadêmica que necessitei de sua ajuda, e foram muitos, meu muito obrigada.

A Minha coorientadora Professora Dr^a. Carolina Fernandes pelo apoio, receptividade e orientação na instalação do experimento e na elaboração desse trabalho, meu muito obrigada.

A Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), aos professores que compõem o quadro do programa e me propiciaram o aprimoramento dos meus conhecimentos.

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

Aos professores, Prof. Dr. Afonso Lopes, Prof. Dr. Cristiano Zerbato, Prof. Dr. Fábio Alexandre Cavichioli, Prof. Dr. Marcelo Boamorte Ravelli, que se mostraram solícitos desde o primeiro instante e aos quais eu tenho muito apreço.

Ao grupo de pesquisa, LAMMA (Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola) e todos que os compõem.

A meu pai, André Luís de Queiroz (*In Memoriam*), que com muito afeto e dedicação me ensinou a ser paciente, a tentar ser sempre verdadeira e honesta, a lutar pelos meus objetivos e a encarar a vida de forma leve, equilibrada e otimista, a ele todo meu amor e saudade.

A Minha mãe, Marinilce Fernandes de Queiroz, que me gerou, cuidou de mim e me ensinou muitos valores, mesmo em momentos antagônicos, com muito amor eu agradeço.

A minha filha, Gabriela de Queiroz Papetti, por todo amor, carinho, compreensão e paciência, por toda garra nos momentos difíceis, por me ensinar a

cada dia ser mais tolerante. Você é um espírito de luz, meu orgulho, meu maior presente, minha força. Com você ao meu lado tudo é melhor e mais fácil.

Aos meus irmãos, Andrea Fernandes de Queiroz e Igor Fernandes de Queiroz, e aos meus cunhados, Francisco Fernandes e Helosa Araújo, que mesmo distantes me apoiaram, me incentivaram, torceram por mim e me ajudaram indiretamente na elaboração desse trabalho. Minha família, meu porto seguro, meus amores.

Aos meus sobrinhos queridos, Lucas Fernandes de Queiroz, Leia Araújo de Queiroz e Moana, ainda por vir, que, mesmo distantes, alegam meus dias a cada foto, vídeo, ou áudio que recebo deles.

Ao Eduardo de Carvalho Machione, pelo companheirismo, amor, amizade, carinho e por fazer esses últimos anos de doutorado muito mais prazerosos, com todo meu amor.

A três mulheres guerreira e incríveis, Aline Luz de Oliveira e Ana Martins Teles e Sue Ellen Sirino Mathews que se uniram para me dar força, principalmente nos momentos iniciais do meu doutorado, a elas toda a minha amizade e admiração.

A Francisca Edcarla de Araújo Nicolau, Maria Albertina Monteiro dos Reis e Jean Lucas Pereira Oliveira, pela amizade, carinho, companheirismo e por compartilharem não somente a casa, mas suas vidas comigo. A eles todo meu carinho e amizade.

Aos meus amigos, Adão Felipe dos Santos, Aline Spaggiari Alcântara, Antonio Tassio Santana Ormond, Elizabeth Haruna Kazama, Franciele Morlin Carneiro, Lígia Negri Corrêa, Lucas Augusto da Silva Gírio, Patrícia Candida de Menezes e Rafael Henrique de Freitas Noronha, por toda ajuda e amizade.

A Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão da UNESP – Campus de Jaboticabal, em nome de todos seus funcionários, que me apoiaram, permitiram e foram fundamentais na elaboração desse trabalho.

A todos que não foram citados, mas que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Sistema Plantio Direto	2
2.2 Integração lavoura-pecuária (ILP)	3
2.3 Arranjo espacial do milho	5
2.4 Desempenho operacional na semeadura	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Descrição da área experimental	10
3.2 Análise Estatística dos dados	12
3.3 Variáveis analisadas	15
3.3.1 Delineamento experimental 1	15
3.3.2 Delineamento experimental 2	15
3.4 Material utilizado e métodos de avaliação	16
3.4.1 Teor de água no solo e resistência mecânica do solo a penetração (RMSP)	18
3.4.2 Velocidade de deslocamento, capacidade de campo operacional (CCO), patinagem dos rodados da semeadora	19
3.4.3 Força e potência na barra de tração	19
3.4.4 Consumo de combustível	20
3.4.5 Número de dias de emergência	20
3.4.6 Profundidade de adubo e profundidade de semente	21
3.4.7 Distribuição longitudinal de plantas de milho	21
3.4.8 População inicial e final de plantas de milho	22
3.4.9 Altura de planta, altura da inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo	22
3.4.10 Número de fileira por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga	24
3.4.11 Matéria seca do milho e da Urochloa	24
3.4.12 Produtividade do milho e massa de mil grãos	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Parâmetros físicos do solo	25

4.2 Desempenho operacional	28
4.2 Qualidade da semeadura	33
4.3 Parâmetros fitotécnicos do milho	35
4.4 Parâmetros produtivos do milho e forrageira	40
5 CONCLUSÕES	44
REFERENCIAS	45

ARRANJO ESPACIAL DO MILHO EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

RESUMO - O arranjo espacial do milho pode influenciar sua produtividade assim como o desempenho mecanizado na operação de semeadura e conferir alterações na demanda energética requerida. objetivou-se com o presente estudo avaliar o desempenho operacional do conjunto trator semeadora e o desempenho produtivo do milho em três arranjos espaciais em sistema integração lavoura pecuária. O experimento foi realizado em área agrícolas experimental em esquema de blocos casualizados com três espaçamentos entre fileiras de milho (45 cm; 45 x 90 cm; 90 cm) e fatorial 3 x 2, avaliando os três espaçamentos e duas épocas de semeadura de *Urochloa ruziziensis* (no dia da semeadura do milho e no estágio V4 do milho) com dez repetições e cinco repetições, respectivamente, totalizando 30 unidades experimentais, em ambos os delineamentos. Foram avaliados parâmetros de desempenho do conjunto mecanizado, qualidade da semeadura, parâmetros fitotécnicos e produtivos do milho e da forrageira. O espaçamento entre fileiras de milho de 90 cm em combinação com a modalidade de semeadura da *Urochloa* semeada momentos antes da semeadura do milho proporcionou menores gastos energéticos do conjunto mecanizado, aumentando da produtividade da forrageira, sem interferir na produtividade do milho.

Palavras-Chave: Braquiária, Consumo de combustível, Desempenho operacional de tratores, Espaçamento alternado, Sistema plantio direto

SPACE ARRANGEMENT OF CORN IN INTEGRATION CATTLE INTEGRATION SYSTEM

ABSTRACT - The spatial arrangement can influence both maize yield and the mechanized sowing operation, increasing the required energy demand. The objective of the present study was to evaluate the operational performance of the sower-tractor set and the productive performance of maize in three spatial arrangements in integrated crop-livestock system. The experiment was carried out in the experimental agricultural area in a randomized block design with three spaces between maize rows (0.45 cm; 0.45 x 0.90 cm; 0.90 cm), in a 3 x 2 factorial design, with three spacing and two sowing times of *Urochloa ruzizensis* (at maize sowing day and at maize V4 stage) with ten repetitions and five repetitions, respectively, totaling 30 experimental units, in both designs. Mechanized set performance parameters, sowing quality, and corn and forage agronomical parameters were evaluated. The row spacing of 0.90 cm in combination with the *Urochloa* sowing right before of corn sowing demanded lower energy of the mechanized set, increasing forage yield without interfering in corn production.

Keyword: Brachiaria, Fuel consumption, Tractor operating performance, Alternating spacing, No-tillage system

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise de variância para o delineamento 1 em blocos ao acaso.....	12
2	Análise de variância para o delineamento 2 em blocos ao acaso em esquema fatorial (3x2).....	13
3	Tratamentos avaliados.....	13
4	Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m; 0,20 – 0,30 m na área experimental (Jaboticabal, SP, 2016).....	16
5	Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m; 0,10 - 0,20 m; 0,20 – 0,30 m na área experimental (Jaboticabal, SP, 2017).....	17
6	Valores médios para teor de água no solo à 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade.....	26
7	Valores médios para resistência mecânica do solo a penetração à 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade.....	27
8	Valores médios para matéria seca, velocidade e capacidade de campo operacional.....	28
9	Valores médios para força e potência na barra de tração.....	29
10	Valores médios para matéria seca de cobertura do solo e patinagem dos rodados da semeadora.....	31
11	Valores médios para consumo hora e consumo por área de combustível.....	32
12	Valores médios para número de dias de emergência, profundidade de adubo e profundidade de sementes.....	33
13	Valores médios para espaçamento falho, normal e duplo entre plantas de milho.....	34
14	Valores médios para população inicial e população final de plantas.....	36
15	Valores médios para altura de planta, inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo.....	37
16	Valores médios para número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga.....	39
17	Valores médios de matéria seca do milho e da <i>Uruchloa ruziziensis</i>	41

18	Valores médios de produtividade do milho e massa de mil grãos.....	43
-----------	---	----

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Precipitação, médias de temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2016/2017. Fonte: Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal.....	11
2	Precipitação, médias de temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2017/2018. Fonte: Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal.....	11
3	Croqui da área experimental no delineamento 1.....	14
4	croqui da área experimental no delineamento 2.....	15
5	Trator utilizado na semeadura do experimento.....	17
6	Semeadora – adubadora utilizada no experimento.....	18
7	Avaliação de profundidade de adubo e semente.....	21
8	Avaliação de altura de planta e altura de inserção de primeira espiga.....	23
9	Avaliação do diâmetro do colmo.....	23
10	avaliação de número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga.....	24

1 INTRODUÇÃO

A realidade das lavouras agrícolas é a utilização crescente de máquinas agrícolas que agilizem, facilitem e otimizem a produção tornando o dia a dia do campo mais fácil e eficiente. No entanto essa mecanização intensa, se não adotada de forma planejada, pode trazer grandes gastos de recursos e dinheiro para o produtor, além de possíveis danos ao meio ambiente.

Com a modernização do meio rural e o apelo global por sistemas conservacionista de produção, como o Sistema Plantio Direto (SPD), adotou-se critérios para que a produção agrícola fosse verticalizada, aumentando a produção por área sem que fosse necessário o aumento de áreas de produção. Mas para que isso se torne realidade mais frequente é necessário a adoção de métodos, ferramentas e equipamentos que visem a sustentabilidade dos sistemas produtivos melhorando seus desempenhos, minimizando gastos e consumo de recursos.

O milho é cultura que está presente no dia a dia da população brasileira e faz parte tanto da alimentação humana quanto da alimentação animal. Tem grande importância na produção agrícola nacional, sendo uma das principais culturas produzidas no Brasil. É amplamente estudada no meio acadêmico a muitos anos, porém é inesgotável a necessidade de sempre haver novas pesquisas que visem e possibilitem a modernização, a otimização e a sustentabilidade do processo produtivo da cultura do milho.

O consorcio do milho com a forrageiras do gênero *Urochloa* é utilizado com frequência SPD trazendo benefícios para ambas as espécies e para o ambiente. No entanto, o sucesso da interação entre a espécie do milho e da *Urochloa* dependem do arranjo espacial da cultura do milho bem como da modalidade de semeadura da forrageira.

É cultura bem difundida em SPD com sua semeadura realizada de forma mecanizada. Muitos arranjos espaciais já foram adotados e estudados para a cultura do milho, porém novos arranjos espaciais, aliados a consórcio com forrageiras, e ao desempenho dos processos mecanizados devem continuar a serem estudados visando melhor resultado da interação desses processos.

Partindo do princípio que a semeadura do milho no Brasil é realizada, em sua maioria, no espaçamento de 45 cm (Chaleato, 2019), e que número de órgão ativos em contato com o solo no momento da semeadura podem apresentar desempenho energético diferentes, conseqüentemente influenciar os gastos de produção e os gastos com recursos, objetivou-se com o presente estudo avaliar o desempenho operacional do conjunto trator semeadora e o desempenho produtivo do milho em diferentes arranjos espaciais em sistema integração lavoura pecuária.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema Plantio Direto

O sistema plantio direto (SPD) representa manejo conservacionista que visa a manutenção de cobertura vegetal sobre o solo com a premissa de reduzir impactos ambientais, minimizando perdas de solo por erosão e trazendo sustentabilidade a produção agrícola (Thomazini, Azevedo e Mendonça, 2012). Estudo realizado em diversas áreas de SPD demonstram que o sistema é economicamente viável e que quando associados a Integração lavoura Pecuária e adubação orgânica torna-se ainda mais rentável, minimizando os custos de produção (Simione et al., 2017). Segundo Oliveira et al. (2012) é prática eficaz na conservação dos nutrientes, matéria orgânica e água do solo. 6 mil kg ha⁻¹ de palhada sobre o solo

O princípio para o sucesso do SPD, segundo Cruz et al. (2019), é a quantidade de cobertura vegetal sobre o solo, com valores de 80% da superfície do solo coberta, resultando em quantidade de palhada sobre o solo de 6 mil kg ha⁻¹.

Segundo Mateus e Santos (2012) as premissas do SPD vão além da cobertura do solo, para seu sucesso é indispensável a adoção de práticas como o consórcio, a rotação e a sucessão de culturas que permitam proporcionar o aumento do aporte de palha responsável pela conservação do solo. A manutenção dessa palhada e os benefícios oriundos dessa cobertura dependerá das espécies utilizadas, da capacidade de produção de fitomassa e da relação carbono e nitrogênio (C/N) de cada cultura implantada. Silva et al. (2011), afirmam que o consórcio de forrageiras

sucedendo a cultura de soja e antecedendo a cultura do milho proporcionam aporte contínuo de palha e redução na compactação do solo.

No entanto, o consórcio de espécies forrageiras com culturas produtoras de grãos pode, dependendo das espécies e modalidade de consórcio, não ser benéfico para ambas ou uma das espécies envolvidas. Garcia et al. (2012), avaliando diferentes tipos de consórcio de forrageiras com oito modalidades de cultivo do milho, observaram que os consórcios em nada interferiram na produtividade do milho sendo lucrativos, principalmente, quando as forrageiras foram semeadas simultaneamente ao milho.

Estudo com diferentes espaçamentos e consórcio de forrageiras com a cultura do milho evidenciam que o sistema plantio direto utilizando a cultura do milho é comprovado tanto para a produção de grãos como pelo desenvolvimento das culturas forrageiras. Borghi e Crusciol (2007), avaliando dois espaçamentos da cultura do milho e quatro modalidades de semeadura do milho com *Urochloa brizantha* cultivar Marandu, constataram que o consórcio não interferiu na absorção de nutrientes tanto pela cultura forrageira como pelo milho, no entanto no espaçamento de 0,45 m as produtividades de milho foram menores quando associado a semeadura da forrageira na fileira e entrefileira simultaneamente.

Já Araújo et al. (2018) avaliando espaçamentos do milho de 0,50 e 0,70 m consorciado com *Urochloa brizantha* e solteiro, observaram incremento na produtividade do milho quanto este estava solteiro e no espaçamento de 0,50 m. Queiroz et al. (2016) obtiveram melhores resultados de produtividade quando espaçaram o milho a 90 cm consorciado com *Urochloa ruziziensis* na fileira de semeadura. Estudos como estes demonstram que mesmo a SPD sendo viável e amplamente utilizado em diversas regiões, ainda são encontradas divergências para os diversos tipos de híbridos e/ou cultivares de milhos, as forrageiras empregadas nos consórcios e as condições edafoclimáticas que podem diferir na melhor forma de implantar o SPD no campo.

2.2 Integração lavoura-pecuária (ILP)

De acordo com Alvarenga e Noce (2005) a Integração Lavoura Pecuária (ILP) integra, em mesma unidade produtora, atividades agrícolas, como a produção de

lavouras de grãos, e atividade pecuárias, como a produção de forragem para o pasto e animais, de forma que ambas as atividades e o meio ambiente sejam beneficiados por essa interação. Possibilita exploração mais intensa e ao mesmo tempo menos agressiva ao meio ambiente. Tem como principais objetivos a recuperação de pastagens, a otimização das condições físicas, químicas e biológicas do solo, produção de alimento para os animais mesmo em períodos desfavoráveis do ano, diminuir a dependência de insumos externos e reduzir custos visando melhor aproveitamento dos recursos.

O sistema ILP traz benefícios biológicos e econômicos ao sistema agrícola e pecuário possibilitando a intensificação do uso da terra com ou sem o uso do sistema florestal interligado, proporciona ainda a utilização dos recursos por períodos indeterminados minimizando a necessidade de se explorarem novas áreas e melhora a vida do homem do campo e sua convivência com a natureza (Cordeiro et al., 2015).

A ILP tem papel importante na sustentabilidade da agropecuária proporcionando vantagens ambientais e econômicas maximizando os lucros da produção por meio da diminuição dos custos, no entanto princípios básicos como o consócio e a rotação de cultura no sistema plantio direto e a correção e manutenção da fertilidade do solo devem ser adotados para o sucesso da ILP (Nascimento e Carvalho, 2011).

Müller et al. (2017) relatam o balanço energético realizado em ILP com variação de diferentes sistemas de cobertura do solo como aveia preta (*Avena strigosa*) e ervilhaca (*Vicia sativa* L.). Afirmam que o desempenho é positivo com melhor balanço energético para SPD em comparação ao cultivo mínimo e para a cultura da aveia sem o pastejo.

Hentz et al., (2014) afirmam que a associação da ILP com o SPD favorece a formação de material vegetal no solo aumentando o estoque de Carbono (C) e nitrogênio (N) diferentemente dos sistemas que não adotam culturas forrageiras. As forrageiras utilizadas no sistema ILP apresentam características favoráveis possibilitando o aumento da produtividade animal e taxa de lotação (Kruzmann et al., 2014). Costa et al. (2015) avaliando sistema de ILP por três anos com forrageiras do tipo *Urochloa brizantha* e *Megathyrsus maximum* relatam efeito positivo de incremento

na microporosidade do solo e porosidade total indicando decréscimo da compactação do solo na área estudada.

Os atributos químicos e físicos do solo melhoram ao longo do tempo com o aumento do carbono total e aumento de porosidade do solo, favorecendo maior diversidade da fauna edáfica (Carvalho et al., 2016).

A produção consorciada de culturas de grãos, especialmente milho, sorgo, milheto e arroz, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa* caracteriza-se pelo Sistema Santa Fé. Os principais objetivos desse sistema são: a produção de grãos e forragem para a entressafra e produção de cobertura para o solo em quantidade e qualidade para manter o SPD (Borghi e Crusciol, 2007; Kluthcouski e Aidar, 2003).

2.3 Arranjo espacial do milho

O milho é a segunda maior cultura produzida no Brasil ficando atrás somente da soja. Na safra de verão e inverno de 2019 foram mais de 17 milhões de hectares de área cultivada representando incremento de 5,3% em relação à safra anterior. A produção estimada para a safra de 2018/2019 é de 100.046.300,00 toneladas de grãos representando aumento de 23,9% em relação a temporada passada (CONAB, 2019).

O milho é semeado consorciado, solteiro e em diversos arranjos espaciais de acordo com o híbrido e região de cultivo. Kunz et al. (2007) avaliando dois tipos de espaçamentos entre fileiras de milho, 40 e 80 cm observaram que o espaçamento reduzido entre fileiras proporcionou maior interceptação de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em comparação ao espaçamento de 80 cm. Estudo avaliando diferentes espaçamentos e populações de milho constatam que o incremento positivo na produtividade de grãos de milho por meio da redução do espaçamento entre fileiras de planta é influenciado de acordo com a população e híbrido adotado (Argenta et al, 2001).

De acordo com Amaral Filho et al. (2005) o arranjo espacial do milho é utilizado como ferramenta para atingir as melhores produtividades da cultura. Estes avaliando o milho em dois espaçamentos (60 e 80 m), três densidades de semeadura (40, 60 e

80 mil plantas ha⁻¹) e doses crescentes de nitrogênio (N) (0, 50, 100 e 150 kg de N ha⁻¹) observaram que a associação do espaçamento de 80 cm, da densidade de 80 mil plantas ha⁻¹ e da maior dose de N proporcionou maior produtividade da cultura.

Se o arranjo espacial do milho solteiro pode influenciar seu potencial produtivo esse fator pode se intensificar quando o milho é consorciado com outras culturas, principalmente quando se quer bons rendimentos para ambas. Ferreira et al. (2017), avaliando diferentes espaçamentos do milho para silagem (45 e 90 cm) consorciado com diferentes espécies de forrageira (*Urochloa brizantha* e *Magathyrus maximum*) obtiveram resultados que os espaçamentos estudados bem como os consórcios não provocaram perdas produtividade da silagem.

O arranjo espacial do milho juntamente com o consórcio de forrageiras é fator importante também no controle de plantas daninhas, problema corriqueiro nas lavouras de milho, principalmente em SPD. Cutti et al. (2016) afirmam que fatores como espaçamento milho, população do milho e tipo de forrageiras utilizado no consórcio interagem fazendo com que o controle de daninhas seja mais ou menos eficaz. Nem todas as cultivares de milho suportam altas pressões de semeadura com populações elevadas e espaçamentos entre fileiras de milho reduzidos (Foloni et al., 2014).

Araújo et al. (2018) obtiveram melhores resultados na produção de grãos de milho (Morgan 30A91 Power Core®) quando este estava solteiro espaçado a 0,50 m entre fileiras, porém com menor produtividade de matéria seca para manutenção da cobertura do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Andrade Júnior et al. (2017) com melhores valores de produtividade do milho quando este estava espaçado a 45 cm.

Os espaçamentos, a populações de milho e a modalidade de semeadura da forrageira podem determinar o potencial produtivo de ambas as espécies e beneficiar o desenvolvimento da cultura, assim como o consórcio com as forrageiras implantada (Borghetti, Ceccon e Crusciol, 2013). Pariz et al. (2011) avaliando o consórcio do milho com diferentes espécies de forrageira do gênero *Urochloa*, observaram que a forrageira semeada a lanço proporcionou menor produtividade de grãos de milho, porém proporcionou maior produção de massa seca. acima de 2.500 kg ha⁻¹, com exceção para da *Urochloa brizantha*. Já o consórcio do milho com *Urochloa ruziziensis*

estudado por Correia, Leite e Fuzita (2013), avaliando diferentes modalidades de semeadura proporcionam melhores resultados quando a forrageira foi semeada tanto na fileira como a lanço após 22 dias da semeadura do milho.

Para que produção de milho não seja afetada pelo consórcio com espécies forrageiras podem ser realizadas algumas práticas que possibilitem o melhor desempenho de ambas as espécies. Chioderoli et al. (2010a) estudando o consórcio de *Urochloa* com o milho, afirmam que se a finalidade do cultivo for a produção de grãos, a semeadura da forrageira deve ser realizada junto a adubação de cobertura. A forrageira deve ser semeada na fileira da cultura, ao lado do milho a profundidade de 0,10 m (Chioderoli et al., 2012).

Queiroz et al. (2016) avaliando consórcio do milho com forrageira *Urochloa ruziziensis* em diferentes modalidades de semeadura do milho espaçado a 45 cm e 90 cm afirmam que a produtividade de grãos de milho não foi afetada pela modalidade de semeadura da forrageira indicando a semeadura da mesma na modalidade a lanço antes da semeadura do milho, pois dessa forma as sementes da forrageira são mais facilmente incorporadas ao solo melhorando o processo de germinação da forrageira.

Muitos são os fatores que interferem na produtividade do milho como disponibilidade de água, adubação, condições do solo, população de plantas e época de semeadura (Sangoi, 2000). Cada sistema de produção tem determinada população que maximiza produtividade de grãos (Cruz et al, 2000).

A densidade de plantas possui grande interferência no número de grãos por plantas, número de grãos por fileira, diâmetro de espiga e na qualidade da espiga, onde alterações na população implicam em modificações expressivas na produtividade de grãos (Brachtvogel et al, 2009; Barbieri et al, 2005).

Na cultura do milho a fase que mais influencia a formação da espiga é por volta do estágio V8, onde são definidos o número de fileiras de grãos na espiga, e por volta do estágio V12 até o estágio V17 onde é definido o potencial número de grão por fileira. No estágio reprodutivo inicial R1, fase em que são emitidos os estilos e estigmas, é determinante para a produtividade da cultura, pois é nessa fase de “embonecamento” que ocorre a polinização, nestas fases são definidos, de fato, o número de grãos por fileira e o tamanho da espiga. O déficit hídrico nesses períodos

pode comprometer a formação das espigas e conseqüentemente a produtividade (Weismann, 2008).

Para aumentar a produtividade na cultura do milho, novos arranjos espaciais devem ser adotados, como o sistema de fileira gêmeas que consiste na distribuição alternadas entre fileiras de semeadura e plantas, visando aumentar a distância, promovendo distribuição mais equidistantes, sem afetar seu fenótipo, proporcionando menor competição na fileira (Balem, 2013).

Shakarami e Rafiee (2009), avaliando a produtividade do milho em função do arranjo espacial observaram que o milho semeado em fileiras alternadas ou duplas obtiveram os melhores resultados de grãos por espiga em comparação ao milho semeado de forma convencional em fileiras solteiras. Discordando dos resultados observados por Novacek et al. (2013) que não encontraram diferença na produtividade do milho semeado em fileiras alternadas ou simples.

Pellizzaro et al. (2019) obtiveram maiores produtividades do milho a medida que foi diminuindo os espaçamentos entre fileiras, com melhores resultados para o espaçamento de 25 cm com população de 70 mil plantas ha⁻¹.

No Brasil não foi observado, até o ano de 2011, registros de lavouras comerciais que utilizam o sistema de semeadura em fileiras alternadas, porém, nos Estados Unidos 0,2% das lavouras comerciais já eram plantas nesse sistema em 2009 (Thomas e Mahana, 2011).

2.4 Desempenho operacional na semeadura

Os espaçamentos entre fileiras de milho, além de influenciar os parâmetros produtivos, podem também influenciar o desempenho operacional do conjunto mecanizado trator semeadora devido ao número de órgão ativos da semeadora em contato com o solo, exigindo maior demanda de força, potência e consumo de combustível (Bertolini, 2012).

Segundo ASABE (2006) a potência requerida para tracionar uma semeadora deve ficar em torno de 3,4 kN por fileira de semeadura variando em 35 % para mais ou menos. A força e a potência exigida para tracionar uma semeadora é 53% maior quando o processo é realizado no SPD em comparação a semeadura em sistema

convencional e esse fato pode ser justificado devido a maior resistência dos órgãos ativos da semeadora no solo em área de semeadura direta (Furlani et al., 2007).

De acordo com Silva et al. (2012b) o sistema de cultivo interfere diretamente na resistência do solo a penetração devido ao tipo de raízes das culturas implantadas e como estas estão dispostas na área. O sistema de uso do solo por meio de diferentes culturas e sistemas de plantio interferem nos atributos físicos do solo como diâmetro e forma de agregados, volume de poros do solo, macro e microporosidade, além de resistência mecânica do solo a penetração (Soares et al., 2016).

De acordo com Gabriel Filho et al. (2010) as condições do solo interferem diretamente no desempenho no conjunto mecanizado, os autores afirmam que o desempenho é melhor em solo firme, seguido de solo mobilizado e solo com cobertura vegetal. Silva et al. (2012a), utilizando uma semeadora sobre a palhada de cinco diferentes culturas constataram que os níveis de massa seca influenciam diretamente a força requerida para tracionar o equipamento.

Além das condições inerentes ao solo e ao sistema de cultivo, Bertolini et al. (2012) afirmam que, o número de fileiras de semeadura utilizadas em uma semeadora-adubadora interfere diretamente na demanda tratoria do conjunto mecanizado, aumentando a força e a potência requerida pelo trator a medida em que o espaçamento entre fileiras diminuem e o número de unidades de semeadura aumentam.

O desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora pode ser influenciado pelo número de fileiras utilizadas na semeadora, quanto maior o número de fileiras maior será a força requerida para tracioná-la (Modolo et al., 2005). Chioderoli et al. (2010b) utilizando uma semeadora em três sistemas de preparo do solo (convencional, conservacionista e SPD) e dois espaçamentos da cultura do milho (45 e 90 cm) constataram que não houve diferença na força requerida para tracionar a semeadora nos dois espaçamentos.

Resultado semelhante para força na barra de tração também foram observados por Silva (2004), não apresentando diferença entre os espaçamentos de 45 e 90 cm, na semeadura do milho. No entanto o autor também constatou que os parâmetros tempo demandado, uso específico de energia e consumo médio de combustível por

área foram, respectivamente, 24,1%, 25,2% e 26% maiores no espaçamento 45 cm comparados ao 90 cm.

De acordo com Santos et al. (2008), as hastes sulcadoras para deposição de adubo demandam mais energia de tração em comparação ao disco desencontrado. Souza et al. (2015) afirmam que a demanda energética de um trator agrícola é dos fatores mais importante de gerenciamento das operações mecanizadas e que atuação dos órgãos ativos dos equipamentos quando mais profundos ao solo tendem a consumir mais combustível. Dados semelhantes foram constatados por Serrano (2007) que afirma maior demanda energética e de força na barra de tração de um trator agrícola quando há aumento na largura de trabalho ocasionado pelo equipamento.

Jasper e Silva (2015) afirmam que o custo da operação de semeadura utilizando de mecanismos sulcadores tipo haste são superiores quando comparados aos discos duplos desencontrados evidenciando a importância de se estudar novos arranjos espaciais que visem diminuir o contato dessas ferramentas com o solo e conseqüentemente diminuam o consumo energético do conjunto trator semeadora.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi realizado em área agrícola experimental no município de Jaboticabal/SP nos períodos de dezembro a abril dos anos de 2016/2017 e 2017/2018, próximas as coordenadas geodésicas de latitude 21°14' S e longitude 48°16' W, apresentando altitude local de 560 m com 4% de declividade média. A classificação climática para a região, segundo Köppen, é do tipo Cwa: clima mesotérmico de inverno seco, na qual a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês mais frio inferior a 18 °C. A precipitação média anual varia de 1.100 mm a 1.700 mm. Os dados de precipitação, temperaturas máximas, mínimas e temperatura média, registrados na Estação Meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/ Jaboticabal-SP no período de condução do experimento estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

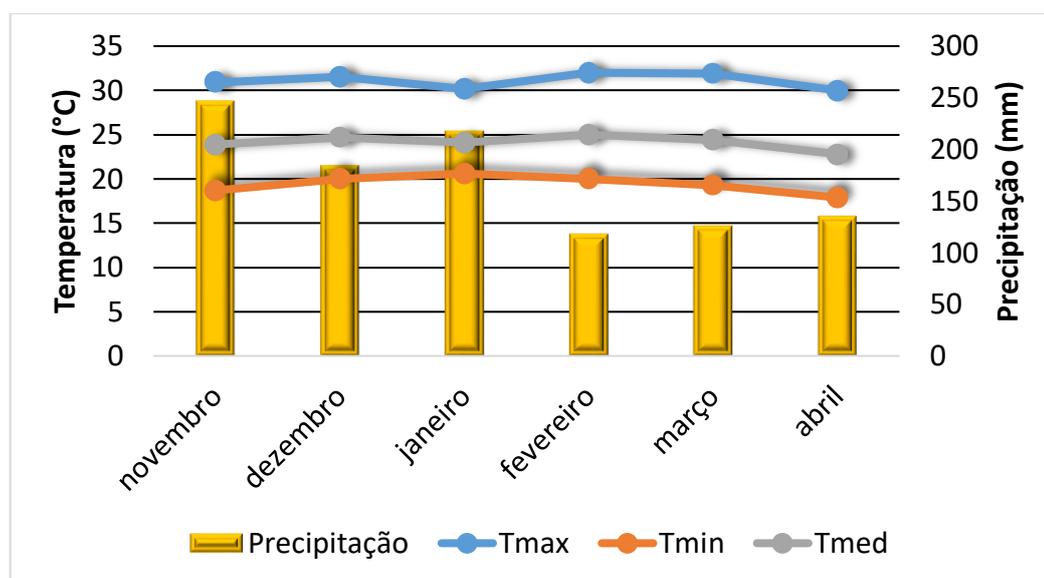


Figura 1. Precipitação, médias de temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2016/2017. **Fonte:** Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal.

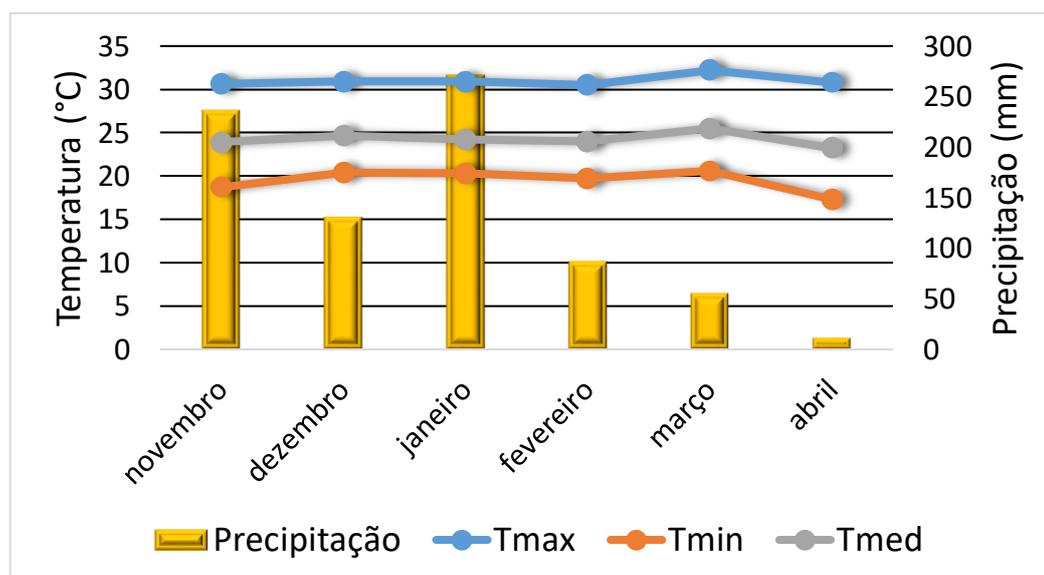


Figura 2. Precipitação, médias de temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2017/2018. **Fonte:** Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho eutroférico típico, textura argilosa, A moderado, caulínítico-oxídico (LVef) (Andrioli; Centurion, 1999) com distribuição de partículas (areia, 200 g.kg^{-1} ; silte, 290 g.kg^{-1} ; e argila, 510 g.kg^{-1}). A área do experimento é utilizada a mais de quinze anos em

sistema plantio direto e durante esse período vem sendo adotado o consórcio, a sucessão e rotação de diversas espécies, tanto para produção de grãos como para produção de palhada. As principais culturas cultivadas para a produção de grãos são o milho e a soja, e para produção de cobertura vegetal são culturas como mucuna preta, crotalária, milheto, mucuna cinza, feijão guandu e espécies do gênero *Urochloa*.

3.2 Análise Estatística dos dados

As análises foram realizadas em dois delineamentos distintos. O delineamento experimental 1 adotado para dados de parâmetros físicos do solo, desempenho operacional do conjunto trator semeadora e qualidade da sementeira foi em blocos ao acaso com três tratamentos e dez repetições sendo três espaçamentos entre fileiras de milho. O delineamento experimental 2 para parâmetros fitotécnicos e produtivos do milho e da forrageira o delineamento foi em blocos ao acaso com seis tratamentos em esquema 3x2, com cinco repetições, sendo três espaçamentos entre fileiras de milho e duas modalidades de sementeira de forrageira, totalizando trinta unidades experimentais (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Análise de variância para o delineamento 1 em blocos ao acaso.

FATORES DE VARIAÇÃO	G.L.
Espaçamento (E)	2
Blocos	9
Resíduo	18
Total	29

Tabela 2. Análise de variância para o delineamento 2 em blocos ao acaso em esquema fatorial (3x2).

FATORES DE VARIAÇÃO	G.L.
Espaçamento (E)	2
Modalidade (M)	1
E x M	2
Blocos	4
Resíduo	20
Total	29

Os tratamentos analisados estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos avaliados

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO
DELINEAMENTO 1	
E1	Milho semeado no espaçamento 45 cm
E2	Milho semeado no espaçamento 45 x 90 cm
E3	Milho no espaçamento 90 cm
DELIENAMENTO 2	
E1M1	Milho semeado no espaçamento 45 cm consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> semeada a lanço junto a semeadura do milho
E1M2	Milho semeado no espaçamento 45 cm consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> semeada a lanço no estágio V4 do milho
E2M1	Milho semeado no espaçamento 45 x 90 cm com <i>Urochloa ruziziensis</i> semeada a lanço junto a semeadura do milho
E2M2	Milho semeado no espaçamento 45 x 90 cm com <i>Urochloa ruziziensis</i> semeada a lanço no estágio V4 do milho;
E3M1	Milho no espaçamento 90 cm consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> semeada a lanço junto a semeadura do milho
E3M2	Milho semeado no espaçamento 90 cm consorciado com <i>Urochloa ruziziensis</i> semeada a lanço no estágio V4 do milho

As parcelas experimentais foram dimensionadas com 4,5 m de largura e 30,0 m de comprimento espaçadas por carregadores de 5 m. Foram implantadas 30 unidades experimentais, compostas por sete fileiras de milho para o espaçamento 45 cm, cinco fileiras de milho para o espaçamento intercalado de 45 x 90 cm e quatro fileiras de milho para o espaçamento 90 cm. A área útil da parcela para o espaçamento de 45 cm correspondeu a duas fileiras centrais com 5 m de comprimento cada, para o espaçamento de 45 x 90 foram adotadas duas fileiras centrais com 3,33 m de comprimento e para o espaçamento de 90 cm foi adotada fileira central com 5 m de comprimento (Figuras 3 e 4).

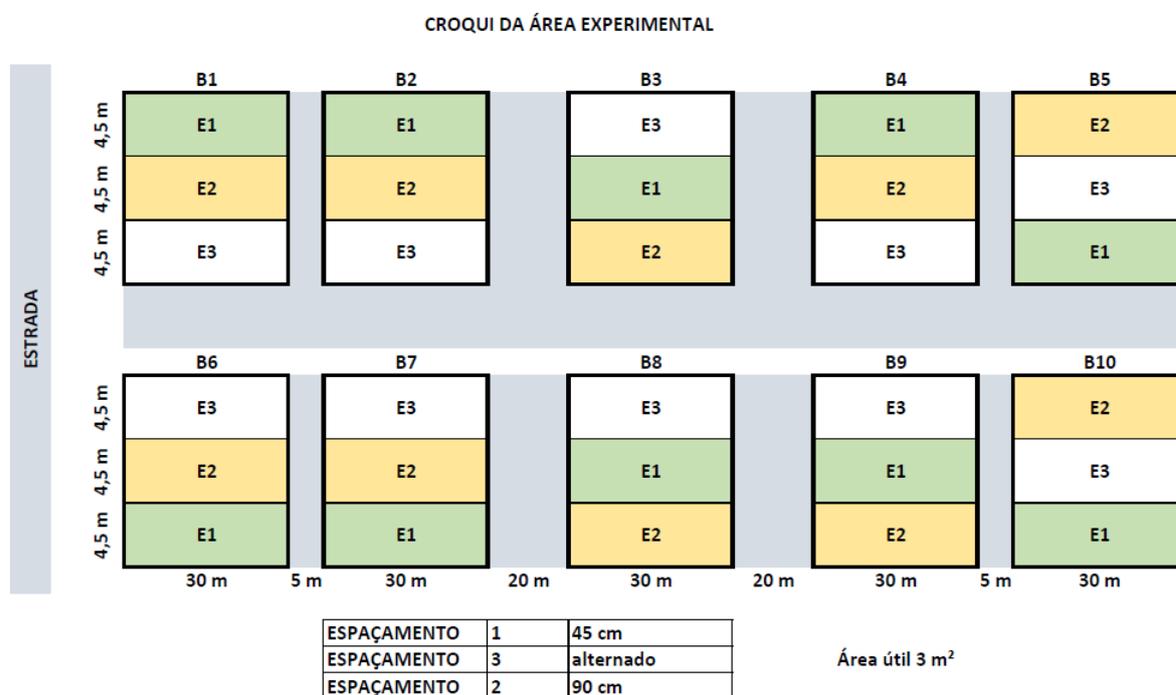


Figura 3. Croqui da área experimental no delineamento 1.

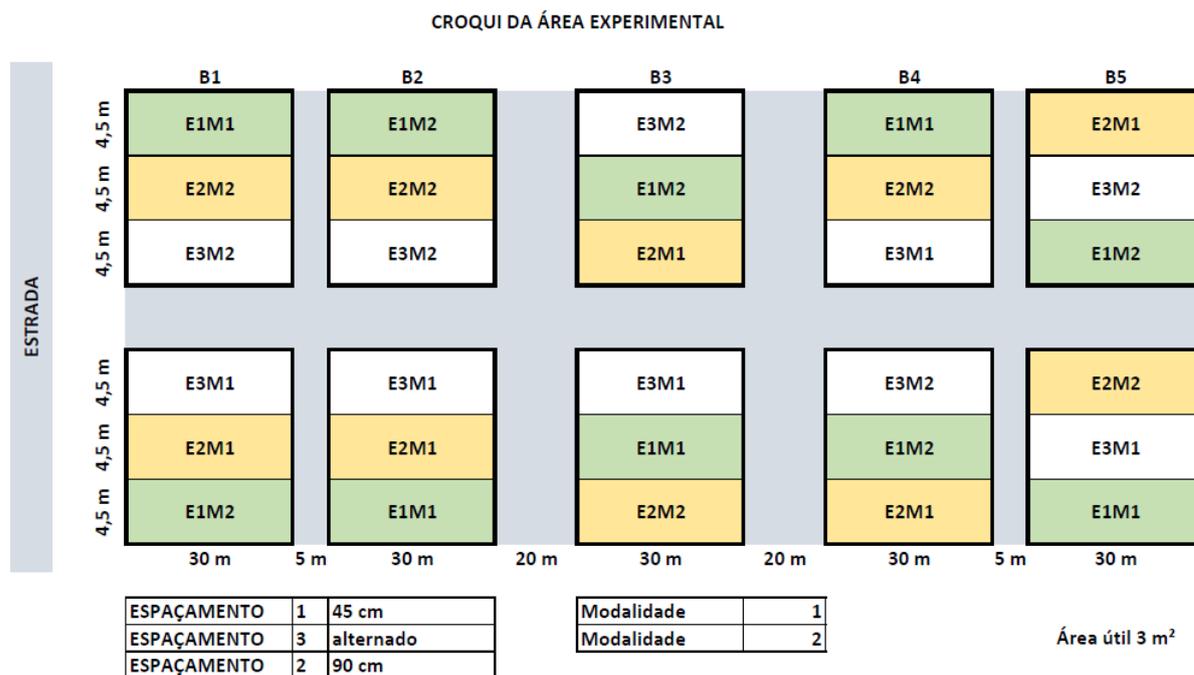


Figura 4. croqui da área experimental no delineamento 2.

Os dados foram submetidos ao Teste F e, quando necessário, foi aplicado o Teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias dos consórcios.

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1 Delineamento experimental 1

Teor de água no solo, resistência mecânica do solo a penetração, velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora, capacidade de campo operacional (CCO), matéria seca da cobertura vegetal antes da semeadura, patinagem dos rodados da semeadora, força e potência na barra de tração, consumo de combustível horário ($L h^{-1}$) e operacional ($L ha^{-1}$), número de dias de emergência do milho, profundidade de adubo, profundidade de semente.

3.3.2 Delineamento experimental 2

distribuição longitudinal de plantas de milho, população inicial e final de plantas de milho, altura de planta, altura da inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo,

número de fileira por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro de espiga, matéria seca do milho e da *Urochloa*, produtividade do milho e massa de mil grãos.

3.4 Material utilizado e métodos de avaliação

Para a semeadura foram utilizadas sementes de milho híbrido Pioneer cultivar P2830VYH visando população de 65 mil plantas ha^{-1} , com três espaçamentos entre fileiras, 45 cm, 45 x 90 cm e 90 cm. A densidade de semeadura correspondente foi de 2,7 sementes m^{-1} , 4,05 sementes m^{-1} e 5,4 sementes m^{-1} , respectivamente, levando em consideração o poder de germinação, pureza, vigor e patinação da semeadora (-4%). No consorcio foram utilizados 10 kg ha^{-1} , equivalente a 23 plantas m^2 (SILVA et al., 2015), de *Urochloa ruziziensis*, certificadas e com valor cultural de 76%, em duas modalidades: semeadas a lanço no dia da semeadura do milho e no estágio V4 do milho.

Antes da semeadura do milho, foi realizada a dessecação das plantas daninhas presentes na área experimental com 2,2 kg ha^{-1} de Glifosato (i.a) em área total. Para adubação de base do milho em consócio com a *Urochloa* foram empregados 250 kg ha^{-1} da fórmula comercial (8-28-16), para adubação complementar de cobertura no estágio V4 do milho foram utilizados 200 kg ha^{-1} do formulado 30-0-10 mais 178 kg ha^{-1} de uréia, conforme análise química do solo (Tabelas 4 e 5) e recomendação de adubação para a cultura do milho com produtividades acima de 8 Mg ha^{-1} (Embrapa 2012).

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0 - 10 cm; 10 - 20 m; 20 - 30 m na área experimental (Jaboticabal, SP, 2016).

Época	Profundidade cm	pH (Cal Cl_2)	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
			mg dm^{-3}				mmol dm^{-3}			%
Antes semeadura	0 - 10	5,6	65	5,5	53	30	26	78,5	104, 8	75
	10 - 20	5,5	59	4,3	32	13	32	49,3	80,4	61
	20 - 30	5,3	34	3,6	30	11	33	44,6	78	57

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0 - 10 m; 10 - 20 m; 20 – 30 m na área experimental (Jaboticabal, SP, 2017).

Época	Profundidade cm	pH (Cal Cl ₂)	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V %
			mg dm ⁻³				mmol dm ⁻³			
Antes semeadura	0 – 10	6,2	39	3,1	52	19	14	74,1	87,8	84
	10 – 20	6,1	32	2,9	50	19	13	71,9	84,6	85
	20 – 30	5,8	23	2,7	34	12	14	48,7	62,8	78

Para o processo mecanizado de semeadura do milho foi utilizado um trator (4x2 TDA), com potência máxima de 110,3 kW (150 cv) no motor e rotação de 1950 rpm, trabalhando na 3ª marcha reduzida, para realizar a semeadura do milho. Com distribuição de massa de 40% dianteira e 60% traseira de acordo com operações médias, com relação de 56 kg cv⁻¹, pneus dianteiros de 18.4-26 R1, pressão de inflação de 124 kPa (18 psi), pneus traseiros de 24.5-32 R1, pressão de inflação de 152 kPa (22 psi) (Figura 5).



Figura 5. Trator utilizado na semeadura do experimento.

Semeadora-adubadora de arrasto, com disco pneumático de dosagem de sementes e distribuidor helicoidal de fertilizante, configurada para semeadura direta com disco de corte frontal de 45,7 cm de diâmetro, sulcador do tipo haste trabalhando

na profundidade de 14 cm e regulado para deposição do adubo a 8 cm, discos duplos desencontrados de 38,1 cm de diâmetro para deposição das sementes a 5 cm de profundidade, e rodas compactadoras em “V” (Figura 6).



Figura 6. Semeadora – adubadora utilizada no experimento.

3.4.1 Teor de água no solo e resistência mecânica do solo a penetração (RMSP)

Os atributos físicos e químicos do solo foram determinados antes da implantação do experimento, em cada ano agrícola. O mesmo ocorreu para resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) que foi obtida por meio de penetrômetro eletrônico, modelo PNT-Titan da DLG Automação Industrial Ltda, construído conforme a norma ASAE S313.3 (ASAE, 1999), observando-se 10 amostras por parcela nas profundidades de 0,0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m.

O teor de água no solo foi determinado pelo método gravimétrico, de acordo com Embrapa (1997). As amostras de solo foram coletadas no mesmo dia da RMSP e nas mesmas camadas de solo. O solo foi coletado com uso de trado holandês, acondicionado em cápsulas de alumínio, vedadas com fita adesiva até a pesagem em balança digital de precisão de 0,01 g, e, em seguida, colocadas em estufa elétrica a 105°C de temperatura até massa constante, determinando-se a porcentagem de água evaporável, e calculando, por fim, o teor de água.

3.4.2 Velocidade de deslocamento, capacidade de campo operacional (CCO), patinagem dos rodados da semeadora.

A velocidade foi obtida em função do espaçamento percorrido em cada parcela sobre o tempo. A capacidade de campo operacional foi obtida em função da largura de trabalho da semeadora-adubadora e da velocidade de deslocamento equação 1, conforme Mialhe (1996).

$$CCO=LT \times V \times 0,36 \times 0,75 \quad (1)$$

Em que,

CCO – capacidade de campo operacional (ha h^{-1});

LT – largura útil de trabalho da semeadora-adubadora (m);

V – velocidade real de deslocamento (m s^{-1});

0,36 – fator de conversão de unidade;

0,75 – eficiência semeadora.

A patinagem dos rodados do trator foi determinada por meio do número de voltas dos rodados do trator com carga e sem carga. A patinagem dos rodados da semeadora foi em função do perímetro da roda e o percurso na parcela, ou seja, o número de voltas teóricas em relação ao número de voltas reais.

3.4.3 Força e potência na barra de tração

Os valores da força na barra de tração foram obtidos por meio de célula de carga M. SHIMIZU modelo TF400 para coletar dado de força na barra de tração com capacidade para 100 kN e precisão de 10 N com suporte de sustentação. Os dados e força foram armazenados em Micrologger CR23X da Campbell Scientific e seus valores médios coletados em kgf foram transformados para kN. O cálculo da demanda de potência média na barra de tração foi realizado de forma indireta em função da força e da velocidade.

3.4.4 Consumo de combustível

Para a medição do consumo horário de combustível, foram utilizados dois medidores de fluxo marca “Flowmate” oval, modelo Oval M-III LSF 42 com precisão de 0,1 mL instalados em série. O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (ml), e pela diferença entre os volumes de combustível determinados na entrada e no retorno da bomba injetora, obteve-se o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso.

3.4.5 Número de dias de emergência

Para a determinação do número médio de dias para emergência das plântulas de milho, foram feitas contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem, na área útil de cada parcela experimental. Considerou-se como plântula emergida aquela que possibilitou visualização de qualquer de suas partes, independentemente do local de observação.

Efetou-se o cálculo do número médio de dias para a emergência de plântulas de milho de acordo com a equação proposta por Edmond e Drapala (1958):

$$M = \frac{[(N1G1)+(N2G2)+\dots+(NnGn)]}{(G1+G2+\dots+Gn)} \quad (2)$$

Em que,

M = Número médio de dias para emergência das plântulas de milho;

N1 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G1 = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

N2 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a segunda contagem;

G2 = Número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

Nn = Número de dias decorridos entre a semeadura e a última contagem de plântulas; e

Gn = Número de plântulas emergidas entre a penúltima e última contagem.

3.4.6 Profundidade de adubo e profundidade de semente

Os dados referentes a profundidade do adubo foram coletados logo após a operação de semeadura. Foi removida toda a porção de solo que encontrava sobre o adubo com o auxílio de ferramentas para jardinagem em três pontos por parcela, por meio de régua graduada em centímetros foi mensurada a distância entre o ponto em que se encontrava o adubo até a superfície do solo limitada por uma outra régua (Figura 7A). Para a profundidade de semente foram coletadas três plântulas por parcela e aferida a distância da semente ainda presa a radícula ao colo da plântula (Figura 7B).

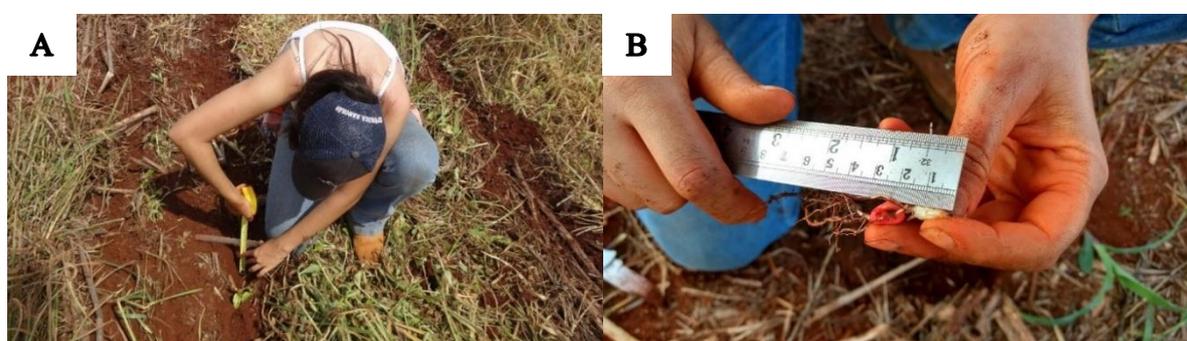


Figura 7. Avaliação de profundidade de adubo e semente.

3.4.7 Distribuição longitudinal de plantas de milho

A distribuição longitudinal na fileira de semeadura foi determinada logo após a estabilização da emergência, medindo-se a distância entre todas as plântulas de milho existentes na área útil de cada parcela experimental.

Os espaçamentos entre plântulas (X_i) foram avaliados conforme classificação adaptada de Kurachi et al. (1989), determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes normais ($0,5 X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$), múltiplos ($X_i \leq 0,5 X_{ref}$) e falhos ($X_i \geq 1,5 X_{ref}$), baseado em espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora. A semeadora foi regulada para distribuir 2,92 sementes m^{-1} no espaçamento de 45 cm, 4,38 sementes m^{-1} no espaçamento alternado de 45x90 cm e 5,80 sementes m^{-1} no espaçamento de 90 cm, sendo estes os espaçamentos de referência. Desta forma foram considerados para o espaçamento de 45 cm como normais o espaço entre plântulas de 0,17 a 0,51 m, duplos os valores

inferiores a 0,17 e falhos os acima de 0,51 m. Para o espaçamento alternado foram considerados como normais os espaçamentos entre plântulas de 0,11 a 0,34 m, duplos os valores abaixo de 0,11 m e falhos os valores acima de 0,34 m. Para o espaçamento de 90 cm foram considerados como normais os espaços entre plântulas que estavam entre 0,08 e 0,25 m, duplos os valores inferiores a 0,08 e falhos os acima de 0,25 m.

3.4.8 População inicial e final de plantas de milho

Para estas avaliações, foram contadas as plantas presentes na área útil da parcela. Os valores encontrados foram extrapolados para número de plantas ha^{-1} . Para população inicial foi considerada a população logo após a estabilização da emergência de plântulas e para a população final foi considerada a população de plantas no dia da colheita.

3.4.9 Altura de planta, altura da inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo

A altura média das plantas de milho foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, da distância entre o colo da planta até a inserção da folha bandeira. Foram tomadas medidas de três plantas da área útil da parcela no estádio reprodutivo do milho. A altura de inserção da espiga foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, medindo a distância entre o colo da planta até a base da primeira espiga, avaliada nas mesmas plantas citadas anteriormente. O diâmetro médio do colmo, situado acima do primeiro nó das raízes adventícias, foi mensurado por meio de paquímetro com precisão de 0,1 mm e, devido ao seu formato elíptico, foi calculado a média dos valores de maior e menor diâmetro, tomando como base as mesmas plantas, Figuras 8 e 9.



Figura 8. Avaliação de altura de planta e altura de inserção de primeira espiga.



Figura 9. Avaliação do diâmetro do colmo.

3.4.10 Número de fileira por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga

Para essas avaliações foram contados o número de fileiras, o número de grãos por fileira e o diâmetro, mensurado por meio de paquímetro com precisão de 0,1 mm, de cinco espigas em cada parcela, escolhidas aleatoriamente dentro da área útil, Figura 10.



Figura 10. avaliação de número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga.

3.4.11 Matéria seca do milho e da *Urochloa*

Foram pesadas duas plantas sem as espigas por parcela, obtendo-se assim o peso da massa de matéria verde da palhada. Foi retirada amostra e submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C até massa constante, determinando-se o teor de água, e, posteriormente, foi realizado o cálculo da produção de matéria seca de palhada por hectare.

Para determinação da matéria seca da *Urochloa* foi utilizada uma armação de ferro com área de 0,25 m², coletando-se duas sub-amostras aleatórias, por parcela. O material foi pesado e as amostras foram levadas à estufa com circulação forçada de ar, por 48 horas a 65°C até massa constante, para determinar a massa de matéria seca para o cálculo de produtividade (kg ha⁻¹), destacando-se que a matéria seca total da palhada foi obtida por meio da somatória da palhada de milho e forrageira.

3.4.12 Produtividade do milho e massa de mil grãos

Para esta avaliação, foram coletadas as espigas da área útil de cada parcela e as mesmas foram trilhadas com auxílio de uma trilhadora mecânica. Os grãos foram separados, pesados e os valores corrigidos para a base úmida de 13%, baseadas nas Regras de Análise de Sementes BRASIL (1992) pela equação 5:

$$P = I \times \frac{100-U}{100-13} \quad (3)$$

Em que,

P = massa de grãos a 13% de umidade, em kg

U = teor de água atual dos grãos, em %

I = massa inicial da amostra

Após transformar a massa dos grãos à base de 13%, a produção de grãos foi transformada para kg ha⁻¹.

Para determinar a massa de mil grãos foi feita a contagem ao acaso de oito repetições de cem grãos (BRASIL, 1992), que tiveram suas massas determinadas e ajustadas para 13% de teor de água.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros físicos do solo

Os teores de água no solo, apresentados na Tabela 6 indicaram semelhança em ambos os tratamentos nos dois anos estudados, com valores maiores de teor de água no solo no segundo ano.

Tabela 6. Valores médios para teor de água no solo à 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade.

Causas de Variação		2016 / 2017			2017 / 2018		
		Teor de água 0 – 10 cm (%)	Teor de água 10 – 20 cm (%)	Teor de água 20 – 30 cm (%)	Teor de água 0 – 10 cm (%)	Teor de água 10 – 20 cm (%)	Teor de água 20 – 30 cm (%)
Espaçamento milho (cm)	45	15,56	19,33	19,07	28,49	26,36	26,54
	45 x 90	14,75	17,56	19,54	28,71	26,56	26,82
	90	14,37	18,55	22,90	27,97	23,63	26,40
Valor de F		0,495 ^{NS}	0,586 ^{NS}	0,774 ^{NS}	1,064 ^{NS}	2,448 ^{NS}	0,503 ^{NS}
DMS		3,128	4,177	8,577	1,326	3,778	1,086
CV (%)		18,39	19,79	36,63	4,09	12,96	3,58

* ($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo) DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Os dados de teor de água no solo não influenciaram nos parâmetros operacionais da semeadura do milho de forma individualizada, em cada ano avaliado, por se apresentarem homogêneos para ambos os tratamentos e camadas analisadas. No entanto, a diferença de umidade encontrada nos diferentes anos, pode mudar a resistência mecânica do solo à penetração tendo ficado o solo mais coeso no primeiro ano, conforme indicado por Braida et al. (2007) que avaliando diferentes teores de água no solo afirma que a coesão do mesmo diminui de acordo com o aumento do teor de água. E de acordo com Silva e Carvalho (2007) quanto maior for o valor de coesão do solo maior é a resistência do solo a penetração. Assis et al. (2009) afirmam que o teor de água no solo quando elevados mantem as condições de baixa resistência mecânica do solo a penetração demonstrando a dependência desses dois fatores.

Os dados de resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) apresentam valores abaixo dos considerados críticos para o desenvolvimento das plantas nas camadas de 0 a 10 cm em ambos os anos, com valores ainda menores de RMSP para o segundo ano, resultado do teor de água do solo mais elevado neste último ano (Tabela 7). De acordo com Freddi et al. (2007) e Freddi et al (2008) valores de RMSP

acima de 1,65 MPa já foram suficientes para interferir na produtividade do milho, não impedindo seu enraizamento, mas provocando alteração na morfologia radicular do milho em Latossolo vermelho distrófico, diminuindo sua produtividade em até 38% quando a RMSP apresentou valores próximos de 5 MPa.

Tabela 7. Valores médios para resistência mecânica do solo a penetração à 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade.

		2016 / 2017			2017 / 2018		
		RMSP	RMSP	RMSP	RMSP	RMSP	RMSP
Causas de Variação		0 – 10	10 – 20	20 – 30	0 – 10	10 – 20	20 – 30
		cm	cm	cm	cm	cm	cm
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
Espaçamento milho (cm)	45	1,482	2,494	2,167	0,309	1,181	2,202
	45 x 90	1,348	2,325	2,161	0,241	0,992	2,233
	90	1,288	2,435	2,220	0,190	1,117	2,330
Valor de F		0,995 ^{NS}	0,882 ^{NS}	0,165 ^{NS}	2,627 ^{NS}	0,350 ^{NS}	0,048 ^{NS}
DMS		0,358	0,330	0,290	0,132	0,588	1,108
CV (%)		22,88	11,96	11,64	47,11	46,93	43,03

*($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo) RMSP- resistência mecânica do solo a penetração, DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Os valores de RMSP nas demais camadas, para ambos os anos, encontram-se com valores maiores, porém sem diferirem entre os tratamentos. No entanto para aspectos da semeadura, emergência do milho e o desempenho operacional do conjunto mecanizado trator semeadora, a camada de 0-10 cm é mais relevante devido a profundidade de semeadura e de atuação dos órgãos ativos da máquina, correspondendo as demais camadas (10-20 e 20-30 cm) com outras variáveis que sucedam os estádios iniciais da cultura.

A RMSP pode influenciar na emergência das plântulas de milho assim como nos aspectos de qualidade da semeadura e do desempenho das máquinas. Os valores encontrados no presente trabalho podem ser baixos para terem influenciado a germinação, mas devido a diferença entre os anos podem ter aspectos da qualidade

da semeadura e de desempenho das máquinas entre as safras. Os valores de RMSD são indicativos de possíveis camadas compactadas em um solo (Rossetti, 2015). No entanto esses valores estão interligados a dados de teores de água no solo, Dexter em 1987 afirmou que dados de RMSD a partir de 1 MPa em solos secos podem interferir no desenvolvimento das culturas, porém quando o teor de água do solo forem elevados, valores de 4 e até 5 MPa podem não interferir no crescimento radicular.

4.2 Desempenho operacional

Na Tabela 8 são apresentados os dados de velocidade de deslocamento e capacidade de campo operacional do conjunto trator semeadora para os anos de 2016 e 2017.

Tabela 8. Valores médios para velocidade de deslocamento e capacidade de campo operacional.

Causas de Variação	2016 / 2017		2017 / 2018		
	V (km h ⁻¹)	CCO (ha h ⁻¹)	V (km h ⁻¹)	CCO (ha h ⁻¹)	
Espaçamento milho (cm)	45	5,015 b	1,578 b	6,223	1,470
	45 x 90	4,662 b	1,577 b	6,571	1,551
	90	5,889 a	2,122 a	6,325	1,494
Valor de F	10,147*	21,270*	2,405 ^{NS}	2,412 ^{NS}	
DMS	0,716	0,246	0,416	0,0967	
CV (%)	12,09	12,25	5,72	5,63	

* ($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo), V – velocidade; CCO – capacidade de campo operacional; DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

A velocidade de deslocamento e a capacidade de campo operacional só obtiveram resultados significativos para o ano de 2016 em relação ao fator espaçamento do milho. Os valores maiores de velocidade de deslocamento e capacidade de campo operacional puderam ser observados no espaçamento de 90 cm entre fileiras de milho.

Valores maiores de deslocamento no ano de 2016 podem ser atribuídos a menor carga trativa requerida no espaçamento de 90 cm, favorecendo a maior velocidade de deslocamento e conseqüente maior capacidade de campo operacional, porém não é variável que possa ser influenciada somente por esse fator, pois em 2017, estando o conjunto mecanizado trator semeadora com as mesmas regulagens, essa alteração de velocidade e capacidade de campo operacional, não foram observadas devido as condições de teor de água no solo estarem diferentes.

Esses valores discordam de Queiroz et al. (2017) que, avaliando diferentes cargas no processo de semeadura em solo de textura arenosa, não observaram diferença de velocidade no deslocamento de um conjunto trator semeadora mesmo com aumento de força requerida na barra de tração de cerca de 1 kN a cada aumento realizado de 158 kg no depósito de fertilizante.

No entanto no presente experimento as cargas variaram mais que 2 kN entre os anos, podendo a força e, conseqüentemente, a velocidade de deslocamento serem influenciadas pelos teores de água no solo e a RMSP (Tabela 9). Mesmo não havendo diferença entre os tratamentos para a velocidade no ano de 2017 elas foram superiores aos do ano de 2016. O que pode ser observado é que os teores água no solo e a RMSP podem influenciar a velocidade de deslocamento do conjunto trator semeadora, diminuindo essa velocidade, principalmente quando os espaçamentos entre fileiras de semeadura forem menores que 90 cm.

Tabela 9. Valores médios para força e potência na barra de tração.

Causas de Variação		2016 / 2017		2017 / 2018	
		F (kN)	P (kW)	F (kN)	P (kW)
Espaçamento o milho (cm)	45	19,80 a	27,68 a	17,70 a	29,33 ab
	45 x 90	13,80 b	17,86 b	17,54 a	32,02 a
	90	9,55 c	15,36 c	14,038 b	24,63 b
Valor de F		56,434*	25,156*	6,721*	5,958*
DMS		2,476	4,68	2,885	5,532
CV (%)		15,08	20,22	15,38	16,90

* ($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo), F – força na barra de tração; P – potência na barra de tração; DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Observa-se que houve diferença ($P < 0,05$) para todas as variáveis nos tratamentos com diferentes espaçamentos entre fileiras de semeadura do milho em ambos os anos estudados.

As variáveis força na barra de tração e potência apresentaram valores menores para o espaçamento de 90 cm entre fileira de semeadura em ambos os anos. Para o tratamento de 45 cm os valores foram maiores em comparação aos demais tratamentos em ambos os anos. Para o espaçamento alternado de 45 x 90 cm houve variação entre os anos analisados. No ano de 2016 para a variável força na barra de tração o espaçamento em fileiras alternadas apresentou valores intermediários entre os espaçamentos, havendo uma demanda de força decrescente dos tratamentos 45 cm, 45 x 90 cm e 90 cm, afirmando a hipótese de haver aumento da demanda de força requeria conforme há aumento do número de órgãos ativos de um equipamento mecanizado em contato com o solo. Dados semelhantes são apresentados por Bertolini et al. (2012) que afirma o aumento da demanda de força, potência e consumo de combustível quando diminuiu o espaçamento entre fileiras de semeadura de 90 cm para 45 cm.

No entanto, no ano de 2017, os valores médios de força e potência foram semelhantes para os tratamentos de 45 cm e 45 x 90 cm entre fileiras de semeadura do milho. Demonstrando que outros fatores, ambientais como o teor de água no solo, podem ter interferido na demanda de força e potência requeridas do conjunto trator semeadora.

Cepik et al. (2010) observaram que a profundidade de atuação das hastes sulcadoras de uma semeadora-adubadora influenciou na demanda de força de tração, maiores profundidades ocasionaram aumento de força requerida pelo trator. O contrário ocorreu no presente estudo, em que profundidades maiores de atuação dos órgãos ativos da semeadora foram observadas no ano de 2017 e o contrário ocorreu para os valores de força entre os dois anos, esse fato pode ser explicado pelo fato de que a atuação em maior profundidade dos órgão ativos foi proporcionada pelo maior teor de água no solo que, conseqüentemente, diminuiu sua coesão, confirmando que o teor de água no solo foi mais determinante para influenciar a força na barra de tração do que a profundidade de atuação dos órgãos ativos.

A potência requerida na barra de tração apresentou valores em 2017 maiores que em 2016 decorrente do aumento de velocidade entre os anos. Demonstrando ainda que valores maiores de água no solo interferem na velocidade de deslocamento e conseqüentemente na potência do conjunto mecanizado.

Na tabela 10 são apresentados os dados de matéria seca de cobertura do solo e patinação dos rodados da semeadora. Para os dados de matéria seca de cobertura não foi observado diferença ($P < 0,05$) em nenhum dos anos estudados.

Tabela 10. Valores médios para matéria seca de cobertura do solo e patinação dos rodados da semeadora.

Causas de Variação		2016 / 2017		2017 / 2018	
		MS (Mg ha ⁻¹)	PS (%)	MS (Mg ha ⁻¹)	PS (%)
Espaçamento o milho (cm)	45	8,699	-7,58 a	7,209	-4,92 b
	45 x 90	9,270	-6,64 a	7,671	-7,46 a
	90	9,134	- 4,03 b	7,621	-6,58 ab
Valor de F		0,290 ^{NS}	7,010*	0,107 ^{NS}	5,689*
DMS		2,000	2,5082	2,801	1,950
CV (%)		19,39	36,06	32,70	27,01

* ($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo) MS- matéria seca, PS- patinação semeadora; DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

A patinação dos rodados da semeadora apresentou dados pouco acima dos 4% previstos para a quantidade de sementes calculadas visando população de 65 mil plantas ha⁻¹. O espaçamento entre fileiras de 90 cm apresentou os menores valores no ano de 2016, ocorrendo o inverso no ano de 2017 com valores menores para o espaçamento de 45 cm, corroborando com Queiroz et al. (2017) que avaliando diferentes cargas em uma semeadora afirmam maior patinação da semeadora quando estas demandam menos força na barra de tração do trator. No entanto se for observado a diferença, entre ambos os anos, o espaçamento de 90 cm apresentam

menores valores de patinagem em relação aos demais espaçamentos, o que é favorável para a distribuição de sementes ao solo.

Os valores médios de consumo horário e por área de combustível são apresentados na Tabela 11. E como pode ser observado o fator fileira de semeadura interferiu nas variáveis de consumo de combustível.

Tabela 11. Valores médios para consumo hora e consumo por área de combustível.

Causas de Variação		2016 / 2017		2017 / 2018	
		Consumo (L h ⁻¹)	Consumo (L ha ⁻¹)	Consumo (L h ⁻¹)	Consumo (L ha ⁻¹)
Espaçament o milho (cm)	45	16,522 a	10,568 a	12,875 a	8,773 a
	45 x 90	10,308 b	6,596 b	13,761 a	8,906 a
	90	6,613 c	3,240 c	11,418 b	7,654 b
Valor de F		40,858*	43,549*	11,682*	5,251 ^{NS}
DMS		2,828	2,007	1,249	1,083
CV (%)		22,22	25,85	8,63	11,24

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo), DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Os valores médios de consumo de combustível seguiram o padrão apresentado nas variáveis de força e potência. Indicando relação direta entre força e potência na barra de tração com o consumo de combustível. O consumo horário e o consumo por área de combustível apresentaram menores valores médios para o tratamento com 90 cm de espaçamento entre as fileiras de milho em ambos os anos.

Em trabalho realizado com diferentes escalonamentos de marchas e rotações do motor de um trator na operação de semeadora. Almeda, Silva & Silva (2010) observaram que as diferentes rotações e machas não influenciaram na demanda de força, mas influenciaram diretamente na velocidade de deslocamento e indiretamente na potência e no consumo de combustível, corroborando com o presente estudo e confirmando que a potência, produto de uma força com velocidade, interfere no consumo de combustível.

No presente trabalho os valores de consumo de combustível indicam que quando menos órgãos ativos da semeadora estiverem em contato com o solo menor

será o consumo de combustível, principalmente se esse fator estiver associado a baixos teores de água no solo, como apresentados no ano de 2016. De acordo com Compagnon et al. (2013) o consumo de combustível por conjunto mecanizado é influenciado pelo teor de água no solo com incremento desse consumo quando há decréscimo dos valores de água no solo.

4.2 Qualidade da semeadura

Para as variáveis número de dias de emergência, profundidade de adubo e profundidade de sementes, apenas os dados de profundidade de adubo apresentaram diferença entre os diferentes espaçamentos analisados, Tabela 12.

Tabela 12. Valores médios para número de dias de emergência, profundidade de adubo e profundidade de sementes.

Causas de Variação		2016			2017		
		Nº de dias de emergência	Profundidade de adubo (cm)	Profundidade de sementes (cm)	Nº de dias de emergência	Profundidade de adubo (cm)	Profundidade de sementes (cm)
Espaçamento milho (cm)	45	2,900	7,51 b	4,09	4,60	11,49 a	8,00
	45 x 90	2,700	8,51 a	4,93	5,40	10,70 ab	7,00
	90	1,900	8,081 ab	4,71	4,80	9,85 b	6,68
Valor de F		3,073 ^{NS}	3,598*	2,074 ^{NS}	0,626 ^{NS}	4,140*	2,316 ^{NS}
DMS		1,089	0,952	1,090	1,900	1,460	1,638
CV (%)		38,18	10,38	20,83	33,74	11,97	19,84

* ($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo), DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Para a variável profundidade de adubo foram observadas que as diferentes configurações de fileiras de semeadura influenciam nesta variável, no entanto essa profundidade sofre, possivelmente, interferência também por outros fatores, como teor

de água no solo. Isso pode ser observado devido aos contrastes entre os anos estudados. No ano de 2016 a profundidade no espaçamento de 45 cm foi menor em relação aos demais tratamentos e, no ano de 2017, esses valores se inverteram, com valores de profundidade de adubo maior para o espaçamento de 45 cm. Uma das hipóteses é que a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado alterada entre os anos, decorrente das condições do solo, podem ter influenciado na profundidade de deposição de adubo e semente. Garcia et al. (2011) e Vale et al. (2010) afirmam que a velocidade de deslocamento na operação de semeadura quando aumentada favorece ao aumento da profundidade de deposição de semente e adubo no solo.

Na tabela 13 são apresentados os valores para espaçamento falho, normal e duplos das plantas de milho. Observa-se que, em ambos os anos, os valores de espaçamentos normais entre plantas estão abaixo do que preconiza Coelho (1996) e Furlani et al (2008), com valores próximos a 80%.

Tabela 13. Valores médios para espaçamento falho, normal e duplo entre plantas de milho.

Causas de Variação		2016 / 2017			2017 / 2018		
		E falho (%)	E normal (%)	E duplo (%)	E falho (%)	E normal (%)	E duplo (%)
Espaçamento milho (cm)	45	12,680	72,483 a	14,837 b	28,468	50,916	20,617
	45 x 90	17,546	60,977 b	21,477 a	31,38	43,005	24,857
	90	15,189	71,111 a	13,700 b	30,754	43,046	26,201
Valor de F		2,365 ^{NS}	7,908*	7,203*	0,429 ^{NS}	2,996 ^{NS}	1,910 ^{NS}
DMS		5,714	8,069	5,651	8,46	9,504	7,614
CV (%)		33,05	10,36	29,69	24,53	18,23	27,91

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo), E – espaçamento; DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

No ano de 2016 os espaçamentos normais do tratamento de fileiras alternadas aprestaram valores ainda menores que dos espaçamentos de 45 cm e 90 cm, demonstrando alta variabilidade entre os espaçamentos falhos e duplos como observados no CV. No entanto essa variabilidade no espaçamentos falhos e duplos é indicativo de menor variabilidade dos espaçamentos normais, o que é algo desejável

para a qualidade da semeadura. Valores altos de CV para espaçamentos falhos e duplos na semeadura do milho também foram observados por Santos et al. (2011) e Arcoverde et al. (2016).

No ano de 2017 os valores de espaçamentos falhos, normais e duplos não apresentaram diferença entre os tratamentos e estão com valores de espaçamento normais bem abaixo do esperado para semeadoras pneumáticas que são em torno de 90%. Observa-se menor variação, CV menores, para espaçamentos falhos e duplos, indicando menores valores de espaçamentos normais. Esses fatores podem ser atribuídos as condições do solo no ano de 2017 que apresentaram maior teor de água, comparados a 2016 e, conseqüentemente, possibilitou que os discos duplos desencontrados para deposição de sementes aprofundassem mais no solo interferindo na distribuição longitudinal das sementes de milho, discordando de Bottega et al. (2014) que avaliando diferentes profundidades de semeadura do milho não encontraram diferenças na distribuição longitudinal de plantas.

Outro possível fator a influenciar a distribuição longitudinal entre os anos de 2016 e 2017 pode ser atribuído a velocidade de deslocamento que, mesmo utilizando mesma combinação de marchas e rotação no motor em ambos os anos, apresentaram-se diferentes em decorrência da resistência proporcionada pelas condições do solo. No ano de 2016, devido ao menor teor de água no solo os valores de velocidade de deslocamento também foram menores. O inverso ocorreu no ano de 2017 resultando em maiores velocidades de deslocamento e, interferindo também na velocidade periférica dos discos dosadores. Dados semelhantes foram observados por Mahl et al. (2004), Cortez et al. (2006) e Melo et al. (2013).

4.3 Parâmetros fitotécnicos do milho

Na tabela 14 são apresentados os valores de população inicial e população final de plantas. Observa-se que não houve diferença entre os tratamentos analisados com valores de população inicial e final bem próximos em ambos os anos avaliados.

Tabela 14. Valores médios para população inicial e população final de plantas.

Causas de Variação		2016 / 2017		2017 / 2018	
		População inicial (n° plantas h ⁻¹)	População final (n° plantas h ⁻¹)	População inicial (n° plantas h ⁻¹)	População final (n° plantas h ⁻¹)
Modalidade	Semeadura	68.444	62.714	65.481	59.407
semeadura	milho				
<i>Urochloa</i>	V4 milho	69.037	64.148	67.555	65.185
	45	70.666	65.849	65.111	59.777
Espaçamento	45 x 90	69.777	63.111	66.888	64.222
o milho	90	65.777	61.333	67.555	62.888
Valor de F	M	0,064 ^{NS}	0,354 ^{NS}	0,323 ^{NS}	2,395 ^{NS}
	E	1,647 ^{NS}	1,188 ^{NS}	0,160 ^{NS}	0,497 ^{NS}
	M*E	0,496 ^{NS}	0,104 ^{NS}	4,168 ^{NS}	0,510 ^{NS}
DMS	M	4.887	5.027	7.609	7.788
	E	7.263	7.471	11.308	11.574
CV (%)		9,33	10,41	15,02	16,41

* ($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo), DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Os valores de população inicial e final de plantas de milho não foram afetados mesmo sendo observado grande número de espaçamento entre plantas fora do recomendado. Estudos realizados por Sergio et al. (2002) demonstram que espaçamento diferentes podem interferir na população final de plantas e conseqüentemente em sua produtividade, estes, avaliando espaçamento de 45 cm, 0,70 m e 90 cm, observaram que a produtividade do milho e a população final de plantas foram influenciadas pelos arranjos adotados com maior incremento da população final para o espaçamento de 0,70 m.

Na prática, diferente espaçamento entre fileiras de plantas pode alterar o número de plantas na fileira e conseqüentemente a distribuição das sementes pelos mecanismos dosadores da semeadora. Quanto maior for o espaçamento entre fileiras maior será o número de plantas por metro e conseqüentemente maior será a

velocidade periférica dos dosadores de sementes, considerando populações iguais para ambos os espaçamentos. A maior velocidade periférica dos mecanismos dosadores pode afetar a distribuição longitudinal de plantas, principalmente quando esse fator estiver associado a populações elevadas, interferindo na população final. No entanto populações baixas ou médias são menos afetadas em seu estande final como no caso da presente pesquisa que tinha planejado população de milho de 65 mil plantas ha⁻¹.

Os dados de altura de planta, inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo demonstram que estes parâmetros não foram interferidos pelos tratamentos avaliados no presente estudo. Os valores do ano de 2016 são maiores comparados aos do ano de 2017, Tabela 15.

Tabela 15. Valores médios para altura de planta, inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo.

Causas de Variação		2016 / 2017			2017 / 2018		
		AP (m)	IP (m)	DC (mm)	AP (m)	IP (m)	DC (mm)
Modalidade semeadura	Semeadura a milho	2,03	1,01	18,93	1,67	0,87	21,82
	<i>Urochloa</i> V4 milho	2,07	1,03	19,41	1,64	0,85	21,86
Espaçamento milho (cm)	45	2,04	1,03	19,52	1,67	0,87	22,70
	45 x 90	2,02	0,99	18,73	1,65	0,87	21,50
	90	2,09	1,05	19,26	1,64	0,83	21,20
Valor de F	M	0,189 ^{NS}	0,157 ^{NS}	0,301 ^{NS}	0,620 ^{NS}	0,629 ^{NS}	0,002 ^{NS}
	E	0,336 ^{NS}	0,492 ^{NS}	0,279 ^{NS}	0,283 ^{NS}	1,497 ^{NS}	0,830 ^{NS}
	M*E	0,108 ^{NS}	0,099 ^{NS}	0,027 ^{NS}	3,217 ^{NS}	1,569 ^{NS}	0,815 ^{NS}
DMS	M	0,15	0,11	1,85	0,06	0,04	0,21
	E	0,22	0,16	2,75	0,09	0,06	0,31
CV (%)		9,78	14,18	12,71	5,17	6,49	12,85

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo), AP – altura de planta; IP – inserção de primeira espiga; DC – diâmetro de colmo; DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação, Números seguidos de mesma letra ou sem letra na coluna não diferem entre si.

Lavouras com espaçamento entre plantas muito reduzido aumentam a possibilidade de competição na fileira de semeadura. Silva et al. (2008), avaliando diferentes populações e espaçamentos de plantas de milho, observaram que o maior espaçamento avaliado (0,80 m) resultou em incremento na altura de plantas e na sanidade vegetal, pois diminuiu a severidade do ataque a doenças em comparação ao espaçamento de 0,50 e 0,60 m.

Os valores de altura de planta, altura da inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo podem ser interferidos devido a competição intraespecífica e interespecífica das plantas por nutrientes, água e luz. A competição pode ser influenciada pelos espaçamentos entre fileiras de semeadura e, conseqüentemente, pelo espaçamento entre plantas, pois estes espaçamentos determinam a forma como a cultura estará interagindo com os recursos do meio. De acordo com Dourado Neto (2003), avaliando dois arranjos espaciais na cultura do milho, espaçamento de 0,40 e 0,80 m e diferentes populações, 30, 60 e 90 mil plantas ha⁻¹, observaram que os espaçamentos de milho para três diferentes genótipos estudados não influenciaram na altura de plantas. Já o diâmetro do colmo foi influenciado de acordo a população adotada. Para a população de 60 mil plantas ha⁻¹, os valores de diâmetro de colmo diminuíram com a diminuição do espaçamento e o contrário ocorreu com a população mais elevada de 90 mil plantas ha⁻¹.

Os valores de altura de plantas, inserção de primeira espiga, no presente estudo, mesmo sem apresentarem diferença entre os tratamentos, estão abaixo dos valores médios indicados para o híbrido P2830VYH que são de 2,8 – 3,11 m e 1,20 – 1,30 m, respectivamente (Pereira Filho e Broghi, 2018). Esse fato pode ter sido influenciado pela competição ocasionada pelo consórcio do milho com a *Uruchloa*, mas, principalmente, pela presença de daninhas na área onde foi conduzido o experimento. Severino, Carvalho e Christoffoleti (2005) constataram que o milho consorciado com forrageiras sofrem interferência no seu desenvolvimento e produtividade, porém quando essa interação ocorre com daninhas os efeitos negativos no seu desenvolvimento são maiores.

Na tabela 16 são apresentados os dados de número de fileira por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga. Observa-se que para ambos os anos os parâmetros de espiga do milho não foram influenciados pelos tratamentos

avaliados. Nenhum dos fatores estudados, espaçamento entre fileiras de milho e modalidade de semeadura da forrageira, influenciaram no número de fileira, número de grãos e diâmetro de espiga.

Tabela 16. Valores médios para número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga.

Causas de Variação		2016 / 2017			2017 / 2018		
		Nº fileiras espiga	Nº grãos fileira	D espiga (cm)	Nº fileiras espiga	Nº grãos fileira	D espiga (cm)
Modalidade semeadura	Semeadura milho	15,506	25,006	2,53	16,813	28,573	3,71
	<i>Urochloa</i> V4 milho	15,013	23,580	2,52	16,000	28,800	3,67
Espaçament o milho	45	15,120	24,165	2,53	16,700	29,060	3,74
	45 x 90	15,440	24,265	2,51	16,520	29,960	3,71
	90	15,220	24,450	2,55	16,000	27,040	3,63
Valor de F	M	0,774 ^{NS}	1,110 ^{NS}	0,013 ^{NS}	5,919 ^{NS}	0,044 ^{NS}	0,334 ^{NS}
	E	0,114 ^{NS}	0,015 ^{NS}	0,174 ^{NS}	1,576 ^{NS}	2,560 ^{NS}	0,841 ^{NS}
	M*E	0,784 ^{NS}	0,156 ^{NS}	0,100 ^{NS}	0,173 ^{NS}	0,149 ^{NS}	3,779 ^{NS}
DMS	M	1,169	2,824	1,211	0,697	2,251	0,13
	E	1,738	4,198	1,799	1,036	3,345	0,207
CV (%)		10,07	15,27	6,28	5,58	10,30	4,95

* ($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo), D – diâmetro; DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

No presente experimento, essa fase ocorreu por volta de meados de janeiro até a primeira quinzena de fevereiro, em ambos os anos. Mesmo não tendo diferença entre os tratamentos analisados pode-se perceber variabilidade nos parâmetros da espiga nos diferentes anos. O número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e o diâmetro da espiga encontram-se maiores no segundo ano. Observando os valores de precipitação (Figuras 1 e 2) entre os dois anos estudados encontram-se maiores no segundo ano de safra em relação ao primeiro ano, principalmente nos estádios críticos de desenvolvimento citados anteriormente

Andrade et al. (2006) relatam que a quantidade de água adequada para a cultura do milho em toda a safra é em torno de 600 mm, variando conforme o híbrido e as condições ambientais e a fase fenológica da cultura, sendo necessário para o período reprodutivo cerca de 33% desse valor, podendo variar de acordo com a demanda evaporativa local. Observando os gráficos 1 e 2 esses valores hídricos totais para a cultura do milho foram atingidos durante todo o ciclo, porém com valores baixos de precipitação na fase em que a cultura mais necessita de água, fase reprodutiva, que no presente estudo ocorreu em meados de fevereiro em ambos os anos.

4.4 Parâmetros produtivos do milho e forrageira

Na tabela 17 são apresentados os valores médios de matéria seca do milho e matéria seca da *Urochloa ruziziensis*. Em ambos os anos estudados não foram apresentadas diferenças para matéria seca do milho com relação aos tratamentos avaliados.

Tabela 17. Valores médios de matéria seca do milho e da *Urochloa ruziziensis*.

Causas de Variação		2016 / 2017		2017 / 2018	
		Matéria seca Milho (Mg h ⁻¹)	Matéria seca <i>Urochloa</i> (Mg h ⁻¹)	Matéria seca Milho (Mg h ⁻¹)	Matéria seca Forrageira (Mg h ⁻¹)
Modalidade semeadura	Semeadura milho	11,373	3,786	3,554	3,227 a
	<i>Urochloa</i> V4 milho	10,796	4,067	3,478	0,542 b
Espaçament o milho	45	11,932	4,049	3,843	2,454
	45 x 90	9,571	3,837	3,540	1,820
	90	11,751	3,894	3,166	1,379
Valor de F	M	0,116 ^{NS}	0,293 ^{NS}	0,096 ^{NS}	42,860*
	E	0,804 ^{NS}	0,060 ^{NS}	2,603 ^{NS}	2,318 ^{NS}
	M*E	1,276 ^{NS}	0,406 ^{NS}	0,296 ^{NS}	0,049 ^{NS}
DMS	M	3,530	1,084	0,506	0,855
	E	5,246	1,612	0,752	1,271
CV (%)		41,81	36,26	18,91	59,57

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo), DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Os dados de matéria seca de *Urochloa* mesmo não apresentando diferença para o ano de 2016 demonstram que as quantidades de matéria seca da forrageira foram abaixo dos valores encontrados por Costa et al. (2012) que apresentam valores de matéria seca da *Urochloa ruziziensis* consorciada com o milho acima de 4.000 kg ha⁻¹. Silva et al. (2015) semeando várias densidades de *Urochloa* em consórcio com o milho obtiveram valores considerados satisfatório para o milho mesmo na maior população da forrageira que foi de 10 kg sementes ha⁻¹. Dados encontrados por Batista et al. (2011) avaliando a produção de matéria seca de diversas forrageira consorciadas com o milho em diferentes regiões do Estado de São Paulo apresentaram dos de produção de matéria seca de *Urochloa ruziziensis* próximos a 1.000 kg ha⁻¹.

Para o ano de 2017, foi possível coletar somente as plantas de *Urochloa* presentes na armação de 0,25 m², representando melhor o efeito dos tratamentos na

produção da forrageira. A forrageira semeada no estágio V4 da cultura do milho ficou com produtividade bem abaixo da forrageira semeada momentos antes da semeadura do milho. A passagem da semeadora, logo após a semeadura da forrageira a lanço, proporcionou melhor contato das sementes da forrageira com o solo, favorecendo sua germinação.

De acordo com Ceccon et al. (2015) o consórcio do milho com a *Urochloa ruziziensis* viabiliza o sistema plantio direto, proporcionando cobertura do solo adequado a manutenção do mesmo. Já Cruz et al. (2019) afirmam que a cobertura do solo adequada para manutenção do sistema plantio direto deve ser em torno de 6 mil kg ha⁻¹, ou seja 80% de cobertura do solo. No presente estudo se somados os valores de matéria seca do milho a matéria seca da forrageira os valores encontrados ficam bem acima do citado por Cruz et al. (2019) evidenciando resultados benéficos ao SPD pelo consórcio do milho com a forrageira *Urochloa ruziziensis*.

Os valores produtivos do milho, produtividade e massa de mil grãos são apresentados na tabela 18 e demonstram que para estas variáveis o espaçamento entre fileiras de semeadura e a modalidade de semeadura da forrageira em nada interferiram os parâmetros produtivos da cultura do milho.

Tabela 18. Valores médios de produtividade do milho e massa de mil grãos.

Causas de Variação		2016 / 2017		2017 / 2018	
		Produtividade Milho (Mg h ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)	Produtividade Milho (Mg h ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)
Modalidade semeadura	Semeadura milho	5,927	291	2,711	234
	<i>Urochloa</i> V4 milho	5,337	301	3,004	222
Espaçament o milho	45	6,442	293	2,971	240
	45 x 90	5,221	294	2,836	212
	90	5,235	302	2,765	234
Valor de F	M	1,252 ^{NS}	1,233 ^{NS}	2,021 ^{NS}	1,289 ^{NS}
	E	2,354 ^{NS}	0,385 ^{NS}	0,345 ^{NS}	2,502 ^{NS}
	M*E	1,089 ^{NS}	1,046 ^{NS}	1,918 ^{NS}	2,315 ^{NS}
DMS	M	1,100	18,022	0,429	22,456
	E	1,634	26,783	0,638	33,374
CV (%)		25,64	7,97	19,74	12,89

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo), DMS- diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação.

Mesmo não havendo diferença entre os tratamentos as produtividades de milho apresentadas estão baixas para o híbrido estudado e para o potencial da área que, em anos anteriores, obteve dados bem acima dos encontrados no presente trabalho. Queiroz et al. (2016) obteve dados de 12,037 Mg ha⁻¹ de milho espaçado a 90 cm e 9,921 Mg ha⁻¹ de milho espaçado a 45 cm. Esse fato pode ter sido influenciado pela presença de número elevado da população de daninhas, principalmente no primeiro ano, e pelo ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), no segundo ano de safra.

Pereira et al. (2018) observaram melhores valores de incremento produtivo de grãos de milhos para o espaçamento de 90 cm em comparação ao espaçamento de 45 cm em população semelhante ao do presente estudo. Richart et al. (2010) e Santos et al. (2017), estudando o consórcio do milho com diferentes tipos de forrageiras, inclusive a *Urochloa ruziziensis*, observaram que as forrageiras em nada interferiram

na produtividade do milho sendo viável e benéfico a utilização de forrageiras na produção de milho. Estudo econômico do consórcio do milho com a forrageira *Urochloa ruziziensis* foi apresentado por Garcia et al. (2012) afirmando que o consórcio entre as duas espécies é viável devido a forrageira não interferir na produtividade do milho e ainda ser economicamente mais acessível que outras espécies de forrageiras.

5 CONCLUSÕES

1. Para qualidade no processo de semeadura, o arranjo espacial do milho de 45 cm entre fileiras apresentou melhor desempenho com melhor distribuição longitudinal de plantas.
2. Os parâmetros fitotécnicos do milho não foram influenciados pelos arranjos espaciais bem como pelas modalidades de semeadura da *Urochloa ruziziensis*.
3. A melhor produtividade de *Urochloa ruziziensis* se deu pela semeadura a lanço antes da semeadura do milho, proporcionando maior quantidade de matéria seca.
4. O melhor arranjo espacial foi o espaçado do milho a 90 cm, associado a semeadura da forrageira pouco antes da sua semeadura. Esse arranjo espacial demonstrou ser mais vantajoso por não interferir na produtividade do milho, proporcionar menor gasto energético do conjunto mecanizado e maior produtividade da *Urochloa ruziziensis*.

REFERENCIAS

ALMEIDA, R. A. S; TAVARES-SILVA, C. A.; SILVA, S. L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor, **Agrarian**, v, 3, n, 7, p, 63-70, 2010.

ALVARENGA, Ramon Costa; NOCE, Marco Aurélio. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

AMARAL FILHO, J. P. R. D.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 467-473, 2005.

ANDRADE, C.; ALBUQUERQUE, P.; BRITO, R.; RESENDE, M. Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.

ANDRADE JUNIOR, O.; MARQUES, T. A.; SCATOLON, J. D.; DOS SANTOS BRUZATTI; D., ROTONTO; B. R.; GODINHO, A. M. M. Produção e desenvolvimento de milho da cultivar biogene-bg7049h e dekalb 330pro sob diferentes sistemas de manejo e espaçamentos. **Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN: 2236-9171)**, v. 7, n. 2, 2017.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. **Anais...** Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.1-4 CD ROM.

ARCOVERDE, S. N. S.; DE SOUZA, C. M. A.; CORTEZ, J. W.; GUAZINA, R. A.; MACIAK, P. A. G. Qualidade do processo de semeadura da cultura do milho de segunda safra. **Revista engenharia na agricultura-reveng**, v. 24, n. 5, p. 383-392, 2016.

ARAÚJO, L. S; SILVA BRANQUINHO, J. A.; DA SILVEIRA, P. M.; SILVA, L. G. B.; VALENTE, M. S.; DE SIQUEIRA, M. V. R.; CUNHA, P. C. R. Produtividade de milho solteiro e consorciado com *Urochloa brizantha* em dois espaçamentos de plantio no sudeste de Goiás. **Agrarian**, v. 11, n. 42, p. 307-318, 2018.

ARGENTA, G.; SILVA, P. D.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre fileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

ASAE - American Society Agricultural Engineering. **ASAE Standars: ASAE D497.2 Agricultural machinery management data**. St. Joseph, p. 332-339, 1999.

ASABE). ASAE D497.5: agricultural machinery management data. *In: _____*. *ASABE standards 2006*. St. Joseph: ASABE, 2006. p. 391-398.

ASSIS, R. L. D.; LAZARINI, G. D.; LANÇAS, K. P.; CARGNELUTTI FILHO, A. Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação do teor de água. **Engenharia Agrícola**, p. 558-568, 2009.

BALEM, Z, AVALIAÇÃO DE ESPAÇAMENTO CONVENCIONAL E FILEIRAS GÊMEAS SOB DENSIDADE POPULACIONAL PARA CULTURA DO MILHO, 2013, 77 f, **Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.**

BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; DE MARIA, I. C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1.154-1.160, 2011.

BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J; M; Q.; BRITO, C. D.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas, **Horticultura Brasileira**, v, 23, n, 3, p, 826-830, 2005.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A.; CUNHA SALATA, A.; PIFFER, C. R. Demanda energética da semeadura do milho em diferentes manejos do solo e espaçamentos entre fileiras, **Nucleus**, v, 9, n, 2, 2012.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BORGHI, E.; CECCON, G.; CRUSCIOL, C. A. C. Manejo de espécies forrageiras em consórcio com milho safrinha. *In: Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. *In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12. 2013, Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. Editado por: Germani Concenço, Gessi Ceccon. 1 CD-ROM., 2014.*

BOTTEGA, E. L.; BRAIDO, R.; VON LINSINGEN PIAZZETTA, H.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N. Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 2, p. 74-78, 2014.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. D. S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas, **Ciência Rural**, p, 2334-2339, 2009.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SOARES, J. M. D. Coesão e atrito interno associados aos teores de carbono orgânico e de água de um solo franco arenoso. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1646-1653, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/ DNPV/CLAV, 1992. 365p.

COMPAGNON, A. M.; FURLANI, C. E. A.; OSHIRO, K. A.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T. Desempenho de um conjunto trator-escarificador em dois teores de água do solo e duas profundidades de trabalho. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.21, n1, p.52-58, 2013.

CARVALHO, J. S.; KUNDE, R. J.; STÖCKER, C. M.; LIMA, A. C. R.; SILVA, J. L. S. Evolução de atributos físicos, químicos e biológicos em solo hidromórfico sob sistemas de integração lavoura-pecuária no bioma Pampa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1131-1139, 2016.

CECCON, G.; DA SILVA, J. F.; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido com populações de milho e de Brachiaria. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2015.

CEPIK, C. T.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semadoras-adubadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 561-566, 2010.

CHINELATO, G. Plantação de milho: 5 passos para maior produção e lucro. (2019). Disponível em <<https://blog.aegro.com.br/plantacao-de-milho/>> Acesso em: 12. Dez. 2019.

CHIODEROLI, C. A.; DE MELLO, L. M.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. D. R.; CESARIN, A. L. Consortium of pasture with fall corn in no tillage under center pivot. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010. a

CHIODEROLI, C. A.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. D.; GITTI, D. D. C.; KANEKO, F. H.; ROMAN, R. A. A. Desempenho de semeadora-adubadora em função do preparo de solo e espaçamento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 462-467, 2010. b

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; HOLANDA, H. V.; FURLANI, C. E.A.; GROGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R; CESARIN, A. L. Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1804-1810, 2012.

COELHO, J. L. D. Ensaio e certificação das máquinas para a semeadura. In: MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas: ensaios & certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 551-570.

COMPAGNON, A. M.; FURLANI, C. E. A.; OSHIRO, K. A.; DA SILVA, R. P.; CASSIA, M. T. Desempenho de um conjunto trator-escarificador em dois teores de água do solo

e duas profundidades de trabalho. **REVISTA ENGENHARIA NA AGRICULTURA-REVENG**, v. 21, n. 1, p. 52-58, 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos., v.7, n.3, p. 69-77, 2019.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JUNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Embrapa Cerrados-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B.; FUZITA, W. E.. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, 2013.

CORTEZ, J. W. et al. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, p. 502-510, 2006.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. D. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 852-863, 2015.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; SANTANA, D. P. **Plantio Direto**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html> Acesso em: 01 de set. 2019.

CUTTI, L.; AGUIAR, A. C. M.; LAMEGO, F. P.; KASPARY, T. E.; LIBERA, D. D.; CHAVES, G.; ULIANA, D. Infestação de plantas daninhas após diferentes coberturas invernais em espaçamentos e populações variados na cultura do milho. In: **Embrapa Pecuária Sul-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 30., 2016, Curitiba. Conhecimento e tecnologia a serviço do agricultor: anais. Curitiba: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2016.

DEXTER, A. R. **Mechanics of root growth**. *Plant soil*, 98: 303-312, 1987.

DOURADO NETO, D.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; PALHARES, M.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 03, 2010.

EDMOND, J.B. & DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 71, n. 5, p. 428-434. 1958.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. 212p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Fertilidade do Solo e Manejo da Adubação NPK para Alta Produtividade de Milho no Brasil Central. 1.ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 12p.

FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; PASCOALOTO, I. M.; COSTA, N. R.; AUGUSTO, J. G.; KANEKO, F. H. Espaçamento de cultivo de milho forrageiro consorciado com forrageiras tropicais para produção de silagens. **Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 133-141, 2017.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; CATUCHI, T. A.; BELLEGGIA, N. A.; TIRITAN, C. S.; BARBOSA, A. D. M. Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, p. 312-325, 2015.

FURLANI, C. E. A.; PAVAN J. R. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C.; CORTEZ, J. W. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**, p. 456-462. 2007.

FURLANI, C. E. A.; DA SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J. W.; GROTTA, D. C. C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 345-352, 2008.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; ARATANI, R. G. & LEONEL, C. L. Compactação do solo e no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 31: 627-636, 2007.

FREDDI, O. D. S.; CENTURION, J. F.; ARATANI, R. G.; BEUTLER, A. N. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo no crescimento da parte aérea e produtividade da cultura do milho. **Irriga**, p. 272-287, 2008.

HENTZ, P.; CARVALHO, N. L.; LUZ, L. V.; BARCELLOS, A. L. Ciclagem de Nitrogênio em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p. 653-666, 2014.

GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; ACOSTA, J. J.; JESUINO, P. R. Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 333-339, 2010.

GARCIA, R. F.; DO VALE, W. G.; DE OLIVEIRA, M. T. R.; PEREIRA, É. M.; AMIM, R. T.; BRAGA, T. C. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 3, p. 417-422, 2011.

GARCIA, C. M. D. P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LIMA, A. E. S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. **Ceres**, v. 59, n. 2, 2012.

JASPER, S. P.; SILVA, P. R. A. Comparação econômica de diferentes mecanismos sulcadores de semeadoras em plantio direto de milho. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p. 181-188. 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. **Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão**, p. 185-223, 2003.

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SANTOS, G. T.; LINO, D. A.; HORST, J. A., RIBEIRO, O. L. Produção animal, composição química e digestibilidade de forrageiras tropicais em sistema de integração lavoura-pecuária. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 491-501, 2014.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa agropecuaria brasileira: 1977. Vol. 42, n. 11 (nov. 2007), p. 1511-1520**, 2007.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**.v.48, n. 2, p.249-262, 1989.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E.; SILVA, A. R. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, p. 150-157, 2004.

MATEUS, G. P.; SANTOS, N. C. B. Sistema plantio direto e a conservação dos recursos naturais. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 2, Jul-Dez 2012. Disponível em: <<http://www.apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro-2/1222-sistema-plantio-direto-e-a-conservacao-dos-recursos-naturais/file.html>>. Acesso em: 13 de jun. 2019.

MELO, R. P.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 94-101, 2013.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio & certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996.

MODOLO, A. J.; GABRIEL FILHO, A.; SILVA, S. D. L.; GNOATTO, E. Força de tração necessária em função do número de fileiras de semeadura utilizadas por uma semeadora-adubadora de precisão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 465-473, 2005.

MÜLLER, J.; LEVIEN, R.; MAZURANA, M.; ALBA, D.; CONTE, O.; ZULPO, L. Balanço energético em integração lavoura pecuária leiteira sob manejos de solo e culturas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 12, n. 3, p. 348-353, 2017.

NASCIMENTO, R. S.; CARVALHO, N. L.. Integração lavoura-pecuária. **Revista Monografias Ambientais**, v. 4, n. 4, p. 828-847, 2011.

NOVACEK, MJ; MASON, SC; GALUSHA, TD; YASEEN, M, Twin Rows Minimally Impact Irrigated Maize Yield, Morphology, and Lodging, *Agronomy Journal*, Vol, 105 No, 1, p, 268-276, 2013.

OLIVEIRA, J. G. R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Boletim de Geografia**, v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. D.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

PELLIZZARO, E. C.; ALBRECHT, L. P.; KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, A. J. P.; MIGLIAVACCA, R. A. Redução no espaçamento do milho em solos de baixa altitude. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 492-501, 2019.

PEREIRA FILHO, I. A.; BROGHI, E. **Sementes de milho no Brasil: a dominância dos transgênicos**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2018.

PEREIRA, F.; RÔMULO, V.; CHIODEROLI, C. A.; ALBIERO, D.; SILVA, A. O.; NASCIMENTO, E. M. S.; SANTOS, P. R. A. Desempenho agrônomico da cultura do milho sob diferentes arranjos espaciais no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 12, n. 5, 2018.

QUEIROZ, R. F. D.; CHIODEROLI, C. A.; FURLANI, C. E. A.; HOLANDA, H. V. D.; ZERBATO, C. Maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 238-244, 2016.

QUEIROZ, R. F.; DA MOTA, W. A.; MACEDO, D. X. S.; COSTA, E.; CHIODEROLI, C. A. Cargas no depósito de fertilizante de uma semeadora-adubadora e desempenho operacional. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, n. 2, p. 271-277, 2017.

RICHART, A.; PASLAUSKI, T.; NOZAKI, M. D. H.; RODRIGUES, C. M.; FEY, R. Desempenho do milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 497-502, 2010.

ROSSETTI, K. V.; CENTURION, J. F. Ensaio de compactação em Latossolo cultivado com milho sob diferentes períodos de adoção de tipos de manejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.4, p.499-505, 2015.

SANGOI, L.; SALVADOR, R. J. Influence of plant height and leaf number on maize production at high plant densities, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.3, p.297-306, 1998.

SANTOS, A. P.; VOLPATO, C. E. S; TOURINO, M. C. C. Desempenho de três semeadoras-adubadoras de plantio direto para a cultura do milho Performance for three seeder-fertilizer no till machine for or the corn crop, **Ciência e Agrotecnologia**, v, 32, n, 2, p, 540-546, 2008.

SANTOS, A. J. M.; GAMERO, C. A.; OLIVEIRA, R. B.; VILLEN, A. C. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, p. 16-23, 2011.

SANTOS, P. R. A.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R.; ARAÚJO NICOLAU; F. E., OLIVEIRA, J. L. P.; QUEIROZ, R. F. Características morfológicas e produtivas do milho no consórcio com forrageiras em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 7, p. 2031, 2017.

SERGIO, G. R.; RENZO, G. V. P.; ANDRE, H. B. Alternativas para o arranjo de plantas na cultura do milho. (compact disc). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24. 2002, Florianópolis. Anais. Florianópolis: ABMS, 2002.

SERRANO, J. M. P. R. Desempenho de tratores agrícolas em tração. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 7, p. 1021-1027, 2007.

SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. I-implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). **Planta daninha**, v. 23, n. 4, p. 589-596, 2005.

SHAKARAMI, G.; RAFIEE, M. Response of corn (*Zea mays* L.) to planting pattern and density in Iran, **Agric, J, and Environment, Sci**, v, 5, n, 1, p, 69-73, 2009.

SILVA, A. R. B. D. Diferentes sistemas de manejo do solo e espaçamentos na cultura do milho (*Zea mays* L.). 147 f. 2004, **Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.**

SILVA, A. J. N.; CARVALHO, F. G. Coesão e resistência ao cisalhamento relacionadas a atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 853-862, 2007.

SILVA, A. D.; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. D.; IMOLES, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre fileiras nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 89-96, 2008.

SILVA, E. E.; POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; MENEZES, E.; RESENDE, A. L. S.; OLIVEIRA, F. D.; RIBEIRO, R. L. D. Sucessão entre cultivos orgânicos de milho e couve consorciados com leguminosas em plantio direto. **Hortic. bras**, v. 29, p. 57-62, 2011.

SILVA, P. R.; BENEZ, S. H.; JASPER, S. P.; SEKI, A. S.; MASIERO, F. C.; RIQUETTI, N. B. Semeadora-adubadora: mecanismos de corte de palha e cargas verticais aplicadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 1367-1373, 2012. a

SILVA, A. R. D.; SILVA, L. L. D.; FRAZÃO, J. J.; SALGADO, F. H. M.; SILVA, M. C. D.; CORRECHE, V. Resistência mecânica à penetração do solo com diferentes coberturas vegetais sob sistema. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.22, n.2, p.x-x, dez. 2012. b

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FREITAS, M. D.; SILVA, A. D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, v. 45, n. 8, p. 1394-1400, 2015.

SIMIONI, F. J.; BARTZ, M. L. C.; DO PRADO WILDNER, L.; SPAGNOLLO, E.; VEIGA, M.; BARETTA, D. Indicadores de eficiência técnica e econômica do milho cultivado em sistema plantio direto no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Ceres**, v. 64, n. 3, 2017.

SOARES, M. D. R.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, J. M.; SANTOS, L. A. C.; FONSECA, J. S.; SOUZA, Z. M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 1, p. 9-15, 2016.

SOUZA, L. H., RABELO, C. G., CABACINHA, C. D., PINTO, M. J. S.; MATOS, L. Consumo de combustível em trator agrícola em função da velocidade e profundidade de trabalho nas operações de aração e gradagem. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 1, p. 65, 2015.

THOMAS, Ev.; MAHANNA, Bill. Corn populations and row width deserve review, Hoarde's Dairyman – Crops & Forages, Iowa: v. 344, p.4, 2011, Disponível em: <<https://hoards.com/article-2394-corn-populations-and-row-width-deserve-review.html>>, Acesso em: 17 fev. 2019.

THOMAZINI, A.; AZEVEDO, H. C. A.; MENDONÇA, E. S. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas conservacionistas e convencionais de café no sul do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, 2012.

VALE, W. G.; GARCIA, R. F.; CORRÊA JÚNIOR, D.; GRAVINA, G. A.; KLAVER, P. P. C.; VASCONCELOS JÚNIOR, J. F. D. S. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora direta. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 3, 2010.

WEISMANN, M. **Fases de Desenvolvimento da Cultura do Milho. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno**. Maracají: Fundação MS, p. 31-38, 2008.