



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**RENATA FERNANDES DE QUEIROZ**

**CONSÓRCIO DE MILHO COM *Urochloa ruziziensis* EM DOIS ESPAÇAMENTOS E  
MODALIDADES DE SEMEADURA**

**FORTALEZA**

**2015**

**RENATA FERNANDES DE QUEIROZ**

**CONSÓRCIO DE MILHO COM *Urochloa ruziziensis* EM DOIS ESPAÇAMENTOS E  
MODALIDADES DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli.

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani.

**FORTALEZA**

**2015**

---

Q47c

Queiroz, Renata Fernandes de.

Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* em dois espaçamentos e modalidades de semeadura / Renata Fernandes de Queiroz. – 2015.

87 f.: il., color., enc.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2015.

Área de Concentração: Máquinas e mecanização agrícola.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli.

Coorientação: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani.

1. Plantio (Cultivo de plantas). 2. Sistema Plantio Direto. 3. Lavoura. I.  
Título.

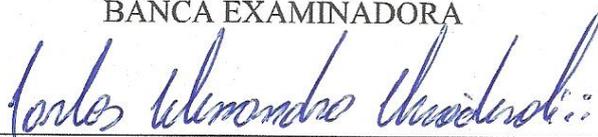
RENATA FERNANDES DE QUEIROZ

CONSÓRCIO DE MILHO COM *Urochloa ruziziensis* EM DOSI ESPAÇAMENTOS E  
MODALIDADES DE SEMEADURA

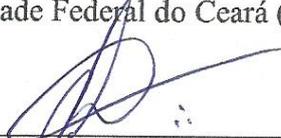
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: 31/07/2015.

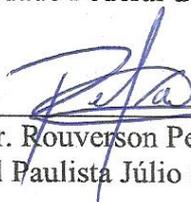
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

Ao meu pai, André Luis de Queiroz, “*In  
Memorian*”, pelo exemplo de homem e por  
todo amor dedicado a família.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu a vida, a saúde, a inteligência e a graça do conhecimento.

Ao meu orientador Professor Dr. Carlos Alessandro Chioderoli por sua 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 Eduardo Angeli Furlani, pelo apoio, receptividade e orientação na instalação do experimento e na elaboração desse trabalho, meu muito obrigada. A minha filha, Gabriela de Queiroz Papetti, por todo amor, carinho, compreensão e paciência, você é a minha força, com você ao meu lado tudo é melhor e mais fácil.

A meu pai, André Luis de Queiroz, que com muito afeto e dedicação me ensinou a ser paciente, a lutar pelos meus objetivos e a encarar a vida de forma leve, equilibrada e otimista, a ele todo meu amor e saudade.

Aos meus irmãos, Andrea Fernandes de Queiroz e Igor Fernandes de Queiroz, e aos meus cunhados, Francisco Fernandes e Helosa Araújo, que me apoiaram, me incentivaram, torceram por mim e me ajudaram indiretamente na elaboração desse trabalho.

Ao pequeno Lucas Fernandes de Queiroz, meu sobrinho querido, que tem alegrado meus dias, principalmente nessa etapa final, amenizando a saudade de ter a minha filha longe.

Ao Gabriel Papetti e seus pais, Iracema Papetti e Ademir Papetti, por todo apoio, carinho e por estarem cuidando tão bem do tesouro mais precioso, nossa filha.

A Universidade Federal do Ceará, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola e aos professores que compõem o quadro do programa e me propiciaram o aprimoramento dos meus conhecimentos.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

A Universidade Estadual Paulista – UNESP, pela concessão da área experimental, insumos e equipamentos.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro e Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, que se mostraram solícitos desde o primeiro instante e aos quais eu tenho muito apreço.

Aos grupos de pesquisa, NIMPA (Núcleo Integrado de Mecanização e Projetos Agrícolas), LIMA (Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas), LAMMA (Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola) e todos que os compõem.

A todos os meu amigos do curso, em especial a Francisca Nivanda de Lima Estevam, e Enio Costa, pela amizade, contribuição e por todos os momentos juntos.

As minhas amigas Aline Luz e Ana Teles que foram como irmãs em muitos momentos, me ajudando, apoiando e incentivando, as duas eu a atribuo a felicidade de saber o que é ter verdadeiras amizades.

A todos que de alguma forma contribuíram positivamente, dando força e coragem para que eu chegasse ao final, comemorando a conquista de mais uma vitória em minha vida.

## RESUMO

QUEIROZ, Renata Fernandes de, Universidade Federal do Ceará. Julho de 2015. **Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* em dois espaçamentos e modalidades de semeadura.** Orientador: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli. Conselheiros: Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro, Rouverson Pereira da Silva.

O sistema plantio direto (SPD) é uma prática conservacionista que visa maior sustentabilidade do sistema produtivo e é capaz de ser reproduzida em grandes extensões de área. O milho cultivado em SPD relata a compatibilidade da cultura em consórcio com forrageiras, principalmente com forrageiras do táxon genérico *Urochloa* que possuem grande potencial para produção de palhada sem interferir na produção de grãos. O objetivo do presente trabalho foi identificar o arranjo espacial adequado para a cultura do milho em consórcio com a *Urochloa ruziziensis* levando em consideração aspectos produtivos de grãos, palhada e operacionais do sistema mecanizado de semeadura. O experimento foi instalado área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal-SP, em Latossolo Vermelho eutroférico típico, textura argilosa, no período de janeiro a julho do ano de 2014 com delineamento experimental em blocos casualizados com 8 tratamentos em esquema fatorial 2x3+2, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois espaçamentos da cultura do milho (0,45 e 0,90 m) e três modalidades de consórcio da *Urochloa ruziziensis* com o milho (*Urochloa* semeada na linha; *Urochloa* semeada a lanço junto à semeadura do milho, *Urochloa* semeada a lanço no estágio V<sub>4</sub> do milho) + Testemunha (milho solteiro): E1M1- milho no espaçamento 0,45 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada na linha junto a semeadura do milho; E1M2 – milho semeado no espaçamento 0,45 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço junto a semeadura do milho; E1M3 - milho semeado no espaçamento 0,45 m com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço no estágio V<sub>4</sub> do milho; E2M1- milho no espaçamento 0,90 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada na linha junto a semeadura do milho; E2M2 – milho semeado no espaçamento 0,90 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço junto a semeadura do milho; E2M3 - milho semeado no espaçamento 0,90 m com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço no estágio V<sub>4</sub> do milho; T1- milho solteiro semeado no espaçamento de 0,45 m; T2 – milho solteiro semeado no espaçamento de 0,90 m. Os resultados demonstraram que a consorciação do milho a 0,90 m com *Urochloa ruziziensis* na linha de semeadura proporcionaram melhores resultados de

produção de grãos sem interferir na produção de matéria seca vegetal da *Urochloa* e obtendo melhores resultados para as condições mecanizadas operacionais de semeadura.

**Palavras-chave:** Arranjo espacial. Braquiária. Integração lavoura pecuária. Sistema plantio direto. *Zea mays* L..

## ABSTRACT

QUEIROZ, Renata Fernandes de, Federal University of Ceara. July 2015. **Consortium of maize with *Urochloa ruziziensis* in two spaces and modalities sowing**. Advisor: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli. Committee members: Prof. Dr. Leonardo de Almeida Monteiro, Rouverson Pereira da Silva.

The no tillage system (SPD) is a conservation practice that aims to more sustainable production system and is able to be reproduced in large areas of land. The maize grown in SPD says the culture of compatibility in consortium with forage, mainly with fodder generic taxon *Urochloa* that have great potential for the production of straw without interfering in grain production. The objective of this study was to identify the appropriate spatial arrangement for the maize crop in consortium with *Urochloa ruziziensis* taking into account productive aspects of grain, straw and operating the mechanized sowing system. The experiment was conducted experimental area of the Laboratory of Machines and Agricultural Mechanization of UNESP / Jaboticabal-SP, in Rhodic Eutrudox, clayey in the period from January to July of 2014 with experimental design randomized blocks with eight treatments in scheme factorial  $2 \times 3 + 2$ , with four repetitions. The treatments consisted of two spacings of maize (0.45 and 0.90 m) and three types of *Urochloa ruziziensis* consortium with corn (*Urochloa* sown at line; *Urochloa* throwing sowing at the sowing of maize, *Urochloa* throwing sowing at V4 stage of maize) + Witness (single maize): E1M1- maize spaced 0.45 m intercropped with *Urochloa ruziziensis* sown at maize line; E1M2 - sown maize on 0.45 m spacing intercropped with *Urochloa ruziziensis* throwing sowing at sowing of maize; E1M3 - maize sown in 0.45 m spacing with *Urochloa ruziziensis* sown by broadcasting at V4 stage of maize; E2M1- maize spaced 0.90 m intercropped with *Urochloa ruziziensis* sown at maize line; E2M2 - sown maize on 0.45 m spacing intercropped with *Urochloa ruziziensis* throwing sowing at sowing of maize; E2M3 - maize sown in 0.90 m spacing with *Urochloa ruziziensis* sown by broadcasting at V4 stage of maize; T1 - single maize sown in the spacing of 0.45 m; T2 - single maize sown in the spacing of 0.90 m. The results showed that intercropping maize to 0.90 m with *Urochloa ruziziensis* at sowing line provided better grain production results without interfering with the production of plant dry matter of *Urochloa* and getting better results for the operating conditions of mechanized sowing.

**Keywords:** Spatial arrangement. Brachiaria. Integrating livestock farming. No tillage system.  
*Zea mays* L..

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trato utilizado na semeadura.....	28
Figura 2 – Semeadora adubadora.....	29
Figura 3 – Célula de carga M. SHIMIZU modelo TF400.....	30
Figura 4 – Sistema de aquisição de dados.....	30
Figura 5 – Penetrômetro eletrônico automático acoplado a um quadriciclo.....	31
Figura 6 – Distribuição das parcelas na área experimental.....	34

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Precipitação (mm), médias de temperatura máxima, mínima e média (°C) durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2014..... 26
- Gráfico 2 – Assimetria dos dados de resistência mecânica a penetração, matéria seca inicial, patinamento dos rodados dianteiro e traseiro do trator, velocidade, força, potência, capacidade de campo operacional, profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo para esquema fatorial 2x3..... 41
- Gráfico 3 – Curtose dos dados de resistência mecânica a penetração, matéria seca inicial, patinamento dos rodados dianteiro e traseiro do trator, velocidade, força, potência, capacidade de campo operacional, profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo para esquema fatorial 2x3..... 42
- Gráfico 4 – Assimetria dos dados de altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho, matéria seca da *Urochloa*, matéria seca total para esquema fatorial 2x3..... 43
- Gráfico 5 – Curtose dos dados de altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho, matéria seca da *Urochloa*, matéria seca total para esquema fatorial 2x3..... 43
- Gráfico 6 – Assimetria dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,45 m..... 44
- Gráfico 7 – Curtose dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,45 m..... 45
- Gráfico 8 – Assimetria dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,90 m..... 45
- Gráfico 9 – Curtose dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,90 m..... 46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Análise de variância para o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial (2x3) .....	32
Tabela 2 –	Análise de variância para delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial (2x3) + 1.....	32
Tabela 3 –	Valores médios obtidos para Resistência do solo a penetração (RSP) nas camadas de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 30 cm; matéria seca inicial.....	47
Tabela 4 –	Valores médios obtidos para patinamento dos rodados dianteiro e traseiros do trator, velocidade de deslocamento, Força na barra de tração, Potência e Capacidade de campo operacional.....	49
Tabela 5 –	Valores médios obtidos para o desdobramento da Força média na barra de tração.....	50
Tabela 6 –	Valores médios obtidos para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho....	51
Tabela 7 –	Valores médios obtidos para o desdobramento dos espaçamentos falhos de plantas de milho.....	52
Tabela 8 –	Valores médios obtidos para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.....	53
Tabela 9 –	Valores médios obtidos para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.....	54
Tabela 10 –	– Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira.....	55
Tabela 11 –	Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.....	56
Tabela 12 –	Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.....	57
Tabela 13 –	Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos.....	58
Tabela 14 –	Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.....	60
Tabela 15 –	Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.....	61
Tabela 16 –	Valores médios obtidos para matéria seca de milho e matéria seca de <i>Urochloa ruziziensis</i> .....	62
Tabela 17 –	Valores médios obtidos para matéria seca de milho e matéria seca de <i>Urochloa ruziziensis</i> em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.....	63

Tabela 18 –	Valores médios obtidos para matéria seca de milho e matéria seca de <i>Urochloa ruziziensis</i> em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.....	64
-------------	--	----

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1 Sistema Plantio Direto .....	15
2.2 Integração Lavoura Pecuária .....	15
2.3 Produção Milho .....	19
2.3.1 <i>Distribuição espacial da cultura do milho em consórcio com Urochloa</i> .....	19
2.4 Desempenho Operacional.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Descrição da área experimental.....	25
3.1.1 <i>Clima e dados de precipitação</i> .....	25
3.1.2 <i>Solo e histórico da área</i> .....	26
3.2 Material.....	27
3.2.1 <i>Insumos</i> .....	27
3.2.2 <i>Máquinas e equipamentos</i> .....	28
3.3 Métodos .....	31
3.3.1 <i>Análise Estatística dos dados</i> .....	31
3.3.2 <i>Descrição dos tratamentos</i> .....	33
3.3.3 <i>Caracterização da área</i> .....	35
3.3.4 <i>Desempenho operacional do conjunto-trator-semeadora</i> .....	35
3.3.5 <i>Avaliações fitotécnicas e componentes de produção na cultura do milho</i> .....	38
3.3.6 <i>Características agronômicas da Urochloa</i> .....	40
4. RESULTADOS .....	41
4.1 Resistência mecânica do solo a penetração e matéria seca inicial do solo.....	47
4.2 Desempenho operacional.....	48
4.3 Qualidade no processo de semeadura do milho.....	50
4.4 Aspectos fitotécnicos e produção de milho .....	55
4.5 Matéria Seca .....	62
5. CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS .....	66
APÊNDICE A - TABELAS DE ANÁLISE DESCRITIVA.....	74

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) pode ser considerada uma prática agrícola que visa maior sustentabilidade do sistema produtivo capaz de ser reproduzida em grandes extensões de área. Por muitos, é adotado como um sistema conservacionista, pois ao longo do tempo consegue mostrar-se estável e/ou melhorar as condições ambientais do meio, diferindo do sistema convencional, que consiste no preparo do solo utilizando arado e grade, reduzindo o acúmulo de material orgânico no solo. Apesar de ter se demonstrado bastante vantajosa em relação à agricultura convencional, ainda são necessários estudos para que novas tecnologias possam ser adotadas e implementadas a fim de torná-la mais popular. Possibilitando aos produtores mais informações sobre a distribuição espacial de plantas das culturas de interesse econômico dentro do sistema plantio direto, manejo da palhada em sistemas rotacionados, conservação do solo e utilização adequada dos equipamentos.

O SPD tem como processo principal a semeadura direta que consiste no corte da palha, a abertura do sulco, a deposição da semente e fertilizante em profundidades adequadas, fechamento e compactação do sulco permitindo o perfeito contato da semente com o solo. Para manutenção da longevidade e sustentabilidade do SPD, são necessárias práticas que permitam o aumento de material vegetal na superfície, tais como, adoção de sistemas consorciados, rotação e sucessão de culturas e correta adequação e manejo de equipamentos mecanizados. Hoje, o SPD pode ser considerado uma das melhores, se não a melhor alternativa para obter altos níveis de produtividade minimizando os impactos causados ao meio.

A cultura do milho é uma das principais responsáveis pela produção de grãos no mundo sendo de muita importância para a economia de muitas regiões. É uma cultura amplamente cultivada e constantemente estudada, pois são muitas as cultivares e híbridos utilizados bem como a variação espacial das plantas, ocasionando diversidade nas técnicas utilizadas nas diferentes regiões. Muitos estudos com o milho cultivado em sistema plantio direto relatam a compatibilidade da cultura em consórcio com forrageiras, principalmente com forrageiras do táxon genérico *Urochloa* que possuem grande potencial para produção de palhada além de apresentarem longevidade do material vegetal sobre o solo após serem dessecadas, característica essencial para sucesso do SPD. A importância na formação de cobertura do solo e no processo de semeadura no sistema plantio direto torna-se relevantes estudos que visem técnicas de produção que possam aumentar a produtividade de grãos, bem a

como a produção de material vegetal para cobertura do solo sem interferir nos processos mecanizados de semeadura.

O processo de semeadura pode ser influenciado pela qualidade e quantidade de palhada no solo, assim como o tipo de conjunto mecanizado utilizado e suas regulagens específicas, fatores esses que contribuem diretamente para o sucesso do sistema de produção agrícola. Uma dessas regulagens pode ser o número de fileiras utilizadas na semeadura resultando em uma maior ou menor quantidade de órgãos ativos em contato com o solo podendo influenciar no desempenho do equipamento.

O estudo da alteração do manejo espacial de plantas e o incremento de técnicas que proporcione a interação de culturas produtoras de grãos com plantas de cobertura, podem ser alternativas para sustentabilidade dos sistemas produtivos e a otimização dos processos agrícolas mecanizados. A adequação do espaçamento da cultura do milho e da modalidade de semeadura da *Urochloa ruziziensis* são alternativas que poderão proporcionar maior e melhor produção de grãos, adequada produção de cobertura vegetal sem comprometer o desempenho operacional do conjunto mecanizado no processo de semeadura.

Diante da importância de se estudar as diversas disposições espaciais da cultura do milho bem como a interação com a forrageira do gênero *Urochloa*, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o melhor arranjo espacial para a cultura do milho associado a modalidade de semeadura da *Urochloa ruziziensis* de acordo com característica de produção de grãos de milho e parâmetros operacionais do conjunto mecanizado. Além de avaliar o aporte de cobertura vegetal sobre o solo, levando em consideração a manutenção do Sistema Plantio Direto e os parâmetros operacionais do conjunto trator-semeadora.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Sistema Plantio Direto

O sistema plantio direto (SPD) consiste em um manejo conservacionista de áreas agrícolas reduzindo os impactos ambientais, minimizando perdas de solo por erosão por meio da conservação de material vegetal trazendo sustentabilidade a produção (THOMAZI, AZEVEDO e MENDONÇA, 2012). Segundo Oliveira et al. (2012) é uma prática eficaz na conservação dos nutrientes, matéria orgânica e água do solo.

Em longo prazo, o SPD, pode trazer diversos benefícios ao sistema agrícola, principalmente aos atributos do solo. Dentre os inúmeros efeitos positivos pode-se considerar o aumento do teor de água no solo, melhoria na qualidade química do solo e na distribuição da microporosidade e macroporosidade. Esses benefícios são atribuídos, principalmente, ao acúmulo do material orgânico no solo no decorrer dos anos (HE JIM et al., 2011). Segundo Silva et al. (2011) o consórcio na cultura da couve com leguminosas em sistema de plantio direto, bem como a sucessão da cultura com o milho proporcionaram benefícios quantitativos e qualitativos para ambas as culturas.

Entre os principais requisitos para o sucesso do sistema plantio direto, segundo EMBRAPA, 2010, é a quantidade de palhada distribuída sobre o solo, onde cerca de 80 % de sua superfície deve estar coberta resultando em uma quantidade de palhada sobre o solo de seis toneladas por hectare.

Dentro do Sistema Plantio Direto é destacada a Integração Lavoura Pecuária (ILP) que consiste na integração de vários sistema de cultivo associando a produção vegetal, principalmente de grãos, com culturas forrageiras destinadas a pecuária ou não de forma consorciada ou rotacionada (SANTOS, 2010).

Na ILP pode ser instalada culturas de grãos em áreas de pastejo, com o intuito de minimizar os custos em áreas de recuperação de pastagem degradadas, rotação entre culturas produtoras de grãos e forrageiras ou a introdução de forrageiras em lavouras de grãos com o intuito de aumentarem o aporte de palha para o SPD (FELERIO & FARIAS NETO, 2008). Esta última modalidade é o método de ILP conhecido como Santa Fé, em que acultura de grãos como milho, soja, arroz e sorgo são consorciadas com forrageiras, principalmente do gênero *Urochloa*, com o intuito de produzir grãos, forragem no período da seca ou palhada para SPD (GONÇALVES & FRANCHINI, 2007).

O sistema tem como finalidade integrar a atividade agrícola com a pecuária, visando maximizar de forma racional o uso da terra, diversificando, aumentando a produtividade, minimizando os custos. Porém, ainda existem questionamentos com relação aos efeitos da prática no solo, aos efeitos dos consórcios e rotações nas culturas posteriores e sobre a produção adequada de material vegetal para a cobertura do solo (MELLO et al., 2004).

Estudando as propriedades do solo entre o sistema convencional e o SPD, Albuquerque, Sangoi e Ender (2001) afirmam que a utilização de máquinas pesadas no campo podem ser prejudiciais as condições físicas do solo mesmo que esse seja explorado em sistema de ILP. No entanto Gonçalves e Franchini, (2007) abordam a Integração Lavoura pecuária como uma ótima alternativa para recuperação de áreas degradadas propiciando melhorias nas condições físicas do solo e na reciclagem de nutrientes devido ao aumento da matéria orgânica originadas da rotações, sucessões e consórcios de espécies vegetais forrageiras com plantas produtoras de grãos.

Para uma afirmação correta e precisa da influência positiva ou não do sistema plantio direto, principalmente com relação as possíveis modificações na estrutura física do solo, é necessário um estudo a longo prazo. Levando em consideração as condições edafoclimáticas do local e a aplicação de adubo (SILVA, SILVA E LIBADI, 2013). A compactação do solo pode estar diretamente relacionado as condições de densidade e de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP). Esta última com relação direta do teor de água no solo e das condições de seu uso, que no caso do SPD possibilita uma maior amplitude dos valores de RMSP podendo chegar a 4 Mpa devido as condições de agregados do solo e de sua atividade biológica diferenciadas se comparadas aos sistemas convencionais de cultivo (ROBOREDO et al, 2010; ROQUE et al, 2003).

Segundo Mateus e Santos (2012) para a implantação do SPD é indispensável a utilização de recursos como o consórcio, a rotação e sucessão de culturas que permitam proporcionar o aumento do aporte de palha responsável pela conservação do solo, e que a qualidade dessa palhada dependerá das espécies utilizadas, da capacidade de produção de fitomassa e da relação C/N. Demonstrado por Silva et al. (2011), 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 não é algo cem por cento garantido. A competição entre as espécies podem acarretar prejuízos tanto para a cultura, diminuindo seu potencial de produção de fitomassa como para as culturas

produtoras de grãos, diminuindo a produção ou interferindo na qualidade da mesma. Por isso faz-se necessário a adoção de práticas corretas de manejo de consórcios com o intuito de que ambas as culturas tirem proveito dessa prática (FALEIRO & FARIAS NETO, 2008).

A utilização de nabo forrageiro por Crusciol et al. (2005) para a produção de fitomassa demonstrou uma rápida decomposição do material vegetal, liberando, principalmente potássio e nitrogênio. A decomposição da palha e a liberação de nitrogênio no solo são inversamente proporcionais à relação C/N da planta e diretamente proporcional a concentração de N na fitomassa (AITA e GIACOMINI, 2003). Segundo Torres et al. (2005) a velocidade de decomposição das leguminosas é mais rápida que a decomposição das gramíneas e para ambas a maior liberação de N ocorre por volta de 42 dias após a dessecação das mesmas. A utilização de duas forrageiras, *Pennisetum* e *Urochloa*, demonstraram que a forrageira do táxon genérico *Pennisetum* apresentou uma maior fitomassa e liberação de N logo no início da entressafra, no entanto a sua longevidade de palhada não foi o suficiente para a cultura subsequente, o que não ocorreu com táxon genérico *Urochloa* que apesar de produzir uma menor quantidade de fitomassa apresentou uma maior longevidade do material sob o solo.

A utilização de culturas da família *Leguminosae* (L.) para formação de material vegetal para cobertura do solo são de extrema relevância, principalmente em sistemas de cultivos não tecnificados onde não é feita a adubação nitrogenada. Em sistemas onde o fator nitrogênio não for limitante as espécies de *Gramineae* tornam-se alternativas mais viáveis quando trata-se de manutenção de cobertura no solo devido à grande produção de fitomassa e a longevidade da palhada sobre o solo proporcionando uma melhor proteção da estrutura física do solo (Cherubin et al., 2014).

As espécies do gênero *Urochloa* são as forrageiras mais cultivadas no Brasil, segundo Landers (2007), compreendendo mais de 70 % da área de pastagem cultivada com mais de 80 milhões de hectares. Possuem a vantagem de não necessitarem de equipamentos especializados para sua implantação tornando-se de baixo custo, além de serem consorciadas com culturas produtoras de grãos no momento da sua semeadura ou dias após a sua emergência, produzindo forragem na entressafra ou cobertura vegetal para SPD (PARIZ et al., 2010).

A *Urochloa ruziziensis* é uma forrageira originária da África onde é amplamente cultivada, possui semelhança morfológica muito próxima a *Urochloa decumbens* diferindo da mesma apenas por ser de porte um pouco maior e apresentar gluma inferior distante do resto da espiguetta. É uma forrageira perene, semi ereta e possui estatura que vai de 1–1,5 m e possui rizomas em forma de tubérculos (SEIFFERT, 1980).

A introdução de espécies do táxon genérico *Urochloa* em áreas de cultivo como a soja proporcionam benefícios a cultura independente da correção realizada no solo (VERONESE et al., 2012). Loss et al. (2011) afirmam que a introdução de *Urochloa* em consórcio com outras culturas no sistema ILP proporcionam aumento de índices de agregação do solo, de matéria orgânica, da massa de agregados estáveis em água, do teor de carbono orgânico e de nitrogênio no solo.

A sustentabilidade do sistema plantio direto está baseado no consórcio e rotação de culturas utilizadas para a manutenção de uma adequada cobertura vegetal do solo bem como no processo de semeadura, com o propósito de garantir a qualidade e longevidade na produção agrícola.

## **2.2 Integração lavoura-pecuária (ILP)**

A integração lavoura-pecuária tem papel importante na sustentabilidade da pecuária brasileira proporcionando vantagens econômicas e ambientais aumentando os lucros da produção através da diminuição dos custos, no entanto princípios básicos como a rotação de cultura no sistema de produção plantio direto e a correção e manutenção da fertilidade do solo de vem ser adotados para o sucesso da ILP (NASCIMENTO & CARVALHO, 2011). O sistema ILP proporciona a produção de ovinos em lotação contínua sem que haja prejuízos para o solo e para acultura produtora de grãos (ANDREOLLA, 2010).

Hentz et al., (2014) afirmam que a associação do sistema plantio direto com a integração lavoura-pecuária propiciam grandes quantidades de material vegetal no solo aumentando o estoque de Carbono (C) e nitrogênio (N) no solo diferentemente dos sistemas que não adotam culturas forrageiras. Vilela et al. (2011) colocam a integração lavoura-pecuária como um sistema sustentável capaz de levar melhorias socioambientais ao produtor rural, no entanto, estes ainda afirmam que, passar a produzir no sistema ILP requer uma maior capacitação por parte do produtor e um maior investimento em infraestrutura.

As forrageiras cultivadas no sistema integração lavoura pecuária apresentam características produtivas favoráveis possibilitando o aumento da produtividade animal e taxa de lotação (KRUTZMANN et al., 2014).

De acordo com Coimbra, Perina e Fausto (2015) o sistema de integração lavoura pecuária é recomendado para a substituição de sistema convencional de produção de grãos assim como o de produção de pasto. É considerado um sistema sustentável com viabilidade

econômica a curto prazo, devido à diversidade da atividade pecuária como a atividade agrícola proporcionando variedade da fonte de receita na propriedade. E a médio e longo prazo devido a melhorias na qualidade do solo que propiciam mais eficiência na utilização dos insumos aplicados no sistema de produção.

### **2.3 Produção Milho**

O milho é a segunda maior cultura produzida no Brasil ficando atrás somente da soja. Na safra de 2013/2014 foram mais de 15 milhões de hectares de área cultivada com o milho totalizando mais de 78 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2014). No sistema plantio direto a semeadura é um dos processos mecanizados mais importantes levando em consideração que a cobertura presente sobre o solo, as condições do solo e as regulagens da semeadora são fatos importantes e que interferem diretamente na qualidade e no processo de semeadura alterando a variabilidade da profundidade de deposição das sementes no sulco, e da distribuição longitudinal das mesmas (WEIRICH NETO et al, 2007; SILVA, KLUTCHCOUSKI & SILVEIRA, 2000).

#### ***2.3.1 Distribuição espacial da cultura do milho em consórcio com *Urochloa****

O arranjo espacial da cultura do milho é uma dos aspectos agronômicos mais importantes para o sucesso da produção da cultura. Os tratos culturais que envolvem o espaçamento entre as fileiras de plantas e o número de plantas por fileira interferem na disponibilidade de radiação solar e conseqüentemente no potencial de produção de grão e fitomassa. No últimas décadas houve um aumento na densidade populacional e um decréscimo do espaçamento entre fileiras de milho decorrente de tecnologia de híbridos mais produtivos e tolerantes ao stress hídrico e nutricional, além de melhores tecnologias empregadas no controle de plantas invasoras, pragas, doenças e na utilização de adubos e corretivos de solo (ARGENTA, SILVA & SANGOI, 2001).

O arranjo espacial de plantas de milho na área poderá beneficiar o desenvolvimento da gramínea produtora de grão, assim como a forma de consorciação. Segundo Pariz *et al.* (2011) o consórcio de *Urochloa* com milho, quando semeadas a lanço proporcionam um menor rendimento na produção de grão de milho, porém proporcionam ótimos valores de produção de massa seca da forrageira, acima de 2500 kg ha<sup>-1</sup>, com exceção para da *Urochloa brizantha*. O

consórcio do milho com *Urochloa ruziziensis* em diferentes modalidades de semeadura proporcionam melhores resultados quando a forrageira é semeada tanto na linha como a lanço após 22 dias da semeadura do milho (CORREIA, LEITE E FUZITA, 2013).

Pereira Filho, Alvarenga e Cruz (2008) colocam aspecto importante da cultura do milho como a densidade populacional, expondo este fato uma das causas responsáveis pela baixa produtividade de milho no Brasil. O potencial de produtividade está enquadrado em algumas variáveis como a densidade de semeadura, espaçamento entre fileiras, disponibilidade de água, nutrientes, manejo das plantas daninhas e variações climáticas. Em consórcio com o milho, a *U. ruziziensis* não interfere na produção de grãos, porém o aumento da densidade da cultura do milho pode resultar em um decréscimo na produção de fitomassa da forrageira recomendando-se uma população de milho de 80 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  somente quando não houver restrição hídrica (FREITAS, NASCENTE E SANTOS, 2013).

Além da densidade populacional a densidade de semeadura  $\text{m}^{-1}$  pode influenciar na velocidade angular do disco dosador de sementes interferindo na qualidade inicial do processo de semeadura do milho (CASÃO JÚNIOR, ARAÚJO & RALISCH, 2000). De acordo com Pacheco et al. (1996) a velocidade periférica do disco dosador de sementes influencia no ponto de impacto inicial da semente dentro do tubo condutor, quanto maior for a velocidade periférica do disco dosador mais próximo da extremidade superior do tubo condutor será o ponto do primeiro contato da semente com o mesmo e com um ângulo maior de impacto, resultando em um maior ricocheteamento da semente no tubo, podendo ocasionar variabilidades na deposição da semente no sulco.

O arranjo espacial de plantas de milho confere diferentes espaçamentos entre fileiras, entre plantas e diferentes densidades populacionais. As diferentes configurações desses arranjos podem resultar em diferentes aspectos de produção de grãos, matéria seca e características fitotécnicas do milho (COSTA et al., 2005).

Segundo Dourado Neto et al. (2003), espaçamentos menores da cultura do milho favorece a produção quando se adota populações elevadas devido a uma melhor interceptação da luz solar pela planta. Em estudo realizado por Torres et al. (2013), utilizando três híbridos de milho (AG9040, P30F35 e P30K75Y) em dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m), observaram melhores resultados de produção para o híbrido P30F35 no espaçamento de 0,90 m. Farinelli, Penariol e Fornasieri Filho (2012) avaliando dois híbridos (AG-9010 e BR-473) com três populações (40, 60 e 80 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) e três espaçamentos (0,40, 0,60 e 0,80 m) observaram

que ambos os fatores interferiram na produtividade dos híbridos avaliados, sendo que os melhores resultados foram observados no espaçamento de 0,40 m.

O espaçamento do milho, assim como a sua densidade populacional, podem, ou não, afetar a produtividade do milho de acordo com os fatores climáticos do ano agrícola. Analisando dez cultivares diferentes de milho em três espaçamentos, três densidades de semeadura e dois anos agrícolas, Resende, Pinho e Vasconcelos (2003), constataram que o espaçamento influenciou a produtividade no ano agrícola em que a precipitação ficou em torno de 915 mm, obtendo-se melhores resultados no espaçamento de 0,70 m. No ano em que a precipitação foi em torno de 1.366 mm não houve diferença na produtividade para os espaçamentos de 0,45 m, 0,70 m e 0,90 m. Porto et al. (2011) trabalhando com quatro espaçamentos diferentes (0,40, 0,60, 0,80 e 1,0 m) observaram diferença nos tratamentos, com melhores resultados para o espaçamento de 0,40 m, com precipitação média de 750 mm.

O espaçamento entre fileiras do milho, juntamente com a modalidade de consórcio com a forrageira, determina o potencial de produtividade das duas espécies, independente da época em que a consorciação foi implantada (BORGHI, CECCON E CRUSCIOL, 2013).

É importante ser considerado no consórcio de forrageiras com culturas produtoras de grãos no sistema plantio direto o espaçamento entre as plantas e as fileiras da cultura de interesse econômico. Segundo Pacheco et al. (2013) a *U. ruziziensis* solteira ou consorciada com *Cajanus cajan* é a melhor alternativa para anteceder a cultura do arroz em terras altas proporcionando uma maior acúmulo de nutrientes e material vegetal quando comparadas com a espécies *Urochloa brizantha*, *Pennisetum glaucum* cultivar ADR 300.

A produção de milho mesmo não sendo afetada pelo consórcio com espécies do gênero *Urochloa* possuem algumas técnicas que podem ser utilizadas para otimizar o sistema. De acordo com Chioderoli et al. (2010) o consórcio de *Urochloa* com o milho, quando a finalidade da atividade for a produção de grãos, deve ser realizada a semeadura da forrageira somente junto a adubação de cobertura. A semeadura da forrageira deve ser realizada na linha da cultura, logo ao lado do milho a uma profundidade de 0,10 m (CHIODEROLI et al., 2012). Segundo Borghi, Ceccon & Crusciol (2013) alguns produtores têm obtido bons resultados com a semeadura a lanço de forrageiras antes da semeadura da cultura produtora de grãos.

O milho consorciado com forrageira do gênero *Urochloa* em espaçamento de 0,90 m proporciona maior quantidade de matéria seca para cobertura do sistema SPD em comparação com o consórcio da *Urochloa* com o milho no espaçamento de 0,45. A baixa incidência de luz solar na entrelinha, onde é semeada a forrageira, ocasiona menor produção de

fitomassa (BORGHI et al. 2008). Segundo Borghi e Crusciol, (2007) em experimento de consorcio milho com *Urochloa brizantha* com quatro modalidades de semeadura e dois espaçamentos, constataram que o espaçamento reduzido de 0,45 m interferiu na produção de milho na modalidade de semeadura da forrageira na linha e entrelinha, porém houve variação nesse resultado conforme o ano agrícola. Segundo Ribas et al. (2013) a produção de milho solteiro em dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m) promovem um menor porte da planta no espaçamento de 0,45 m, porém proporciona uma maior produtividade do grãos.

O consorcio do milho com a *Urochloa ruziziensis* vem sendo utilizado com sucesso no SPD e o mesmo pode ser influenciado de acordo com a modalidade de semeadura da forrageira e o espaçamento adotado na cultura do milho.

## **2.4 Desempenho Operacional**

Diversos são os mecanismos que compõem uma semeadora-adubadora e estes ficam posicionados a uma determinada altura do solo fazendo com que as sementes percorram um longo caminho até serem depositadas no solo. Esse percurso das sementes pode ser influenciado por vibrações do equipamento alterando o tempo de queda da semente e conseqüentemente no espaçamento das mesmas (SILVA, KLUTHCOUSKI E SILVEIRA, 2000).

Kurachi et al. (1989) constataram que a uniformidade de distribuição longitudinal das sementes é uma das características que mais contribui para a obtenção de estande adequado de plantas e de uma boa produtividade das culturas. A distribuição uniforme das sementes na linha de semeadura também contribui para um bom desenvolvimento do estande inicial. Sementes muito próximas umas das outras acabam competindo entre si por água e nutrientes do solo. Uma correta regulagem da semeadora é importante para uma adequada deposição da semente no solo de acordo com a profundidade requerida para cada espécie interferindo diretamente no estande inicial da cultura (SEKI, BENEZ E SILVA, 2012).

As técnicas do sistema de semeadura direta são complementos das atuais técnicas de conservação do solo, que envolvem menor mobilização e remoção do solo e maior quantidade de restos vegetais na superfície, apresentando, como vantagem, a redução dos custos operacionais de mecanização, além dos aspectos conservacionistas de redução das características físicas, químicas e biológicas do solo (NAGAOKA & NOMURA, 2003).

Segundo Reis et al. (2003), em decorrência do grande número de fatores e variáveis que envolvem o processo de semeadura, a pesquisa de campo com máquinas agrícolas encontra dificuldade quando se pretende estudar a interação máquina-solo-planta. Para que um equipamento seja utilizado racionalmente, segundo Mantovani (1987), é necessário conhecer o sistema de manejo de solo e suas características, o consumo energético do equipamento e a sua capacidade efetiva de trabalho.

É importante conhecer a capacidade da máquina, a fim de selecionar a potência e os equipamentos que desempenharão as operações agrícolas em tempo hábil, evitando-se, desta forma, custos adicionais com máquinas superdimensionadas, que são comuns em propriedades agrícolas (GARCIA, JASPER & JASPER, 2006).

Segundo ASABE (2006) a potência requerida para tracionar uma semeadora deve ficar em torno de 3,4 kN por fileira podendo variar 35 % para mais ou menos. A patinagem dos rodados do trator possui níveis aceitáveis em torno de 15 % (ASAE, 1999).

Segundo Cepik, Trein e Levien (2005), ensaiando conjunto mecanizado na semeadura direta de soja em área de pastejo, observaram que a força requerida para tracionar a semeadora-adubadora quando o solo encontrava-se em estado friável foi maior em comparação a solo seco em mesma profundidade. Os mecanismos utilizados na semeadura para o corte de palha, em sistema plantio direto, influenciam diretamente na força vertical e lateral requeridas bem como na profundidade de penetração desses mecanismos no solo (SANTOS et al., 2010).

A força e a potência exigida para tracionar uma semeadora é 53% maior quando o processo é realizado sobre a palhada em comparação a semeadura em áreas de cultivo convencional esse fato pode ser atribuído a uma maior resistência dos órgãos sulcadores da máquina em área de SPD (FURLANI et al., 2008). De acordo com Gabriel Filho et al (2010) as condições do solo interferem diretamente no desempenho no conjunto mecanizado, segundo os autores o desempenho é melhor em solo firme seguido de solo mobilizado e solo com cobertura vegetal. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2012), utilizando uma semeadora sobre a palhada de cinco culturas os autores constataram que os níveis de massa seca influencia 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 linhas 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.

A força requerida para tracionar um equipamento agrícola pode ser superdimensionado nos manuais fornecidos pelos fabricantes, fazendo-se necessários ensaios de campo de acordo com as condições locais de solo e sistema de plantio evitando um gasto desnecessário de energia por parte do conjunto mecanizado (MACHADO et al., 2007). O desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora pode ser influenciado pelo número de linhas utilizadas na semeadora, quanto maior o número de linhas maior será a força requerida para tracioná-la (MODOLO et al., 2005). Chioderoli et al. (2010) utilizando uma semeadora de precisão em três sistemas de preparo do solo (convencional, conservacionista e plantio direto) e dois espaçamentos da cultura do milho (0,45 e 0,90 m) constataram que não houve diferença na força requerida para tracionar a semeadora nos dois espaçamentos, correspondendo a 7 e 4 linhas, respectivamente.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado no ano agrícola de 2014 em área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal-SP, no Estado de São Paulo, localizado nas coordenadas geodésicas: latitude 21°14' S e longitude 48°16' W, apresentando altitude local de 560 m com 4% de declividade. Foi implantado o milho semeado em consórcio com a forrageira *Urochloa ruziziensis* em dois espaçamentos e modalidades de semeadura.

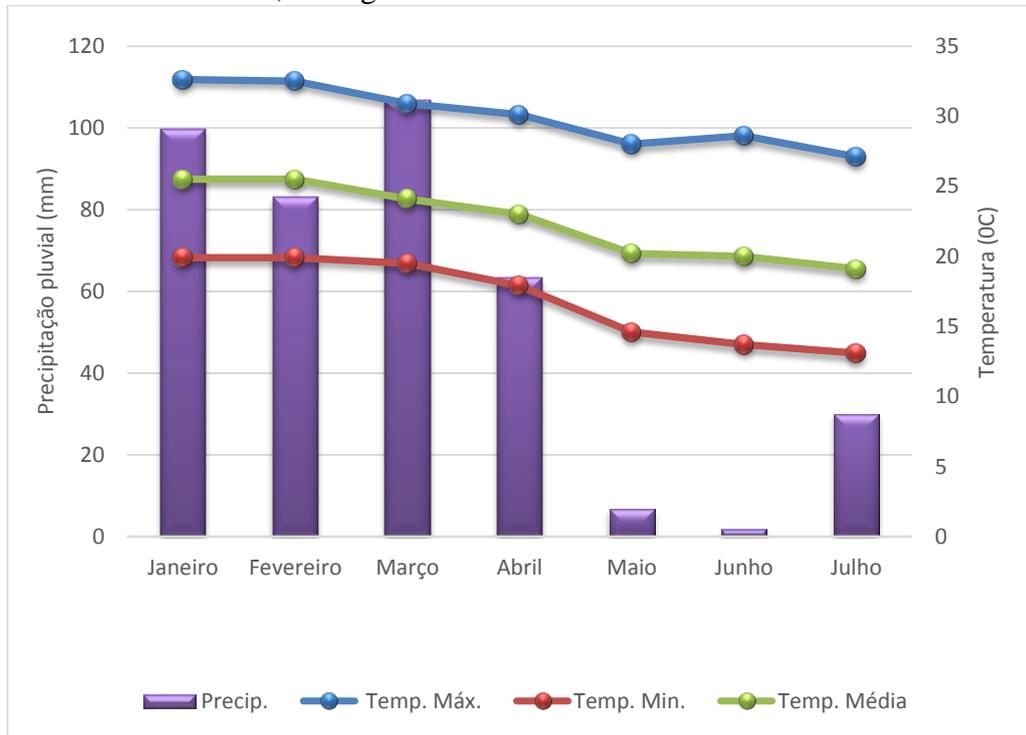
#### **3.1. Descrição da área experimental**

##### ***3.1.1 Clima e dados de precipitação***

O clima de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e inverno seco, com precipitação pluvial média anual de 1.425 mm e temperatura média de 22 °C.

No gráfico1 encontram-se os dados de precipitação, as temperaturas máximas, mínimas e temperatura média, registrados na Estação Meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/ Jaboticabal-SP. A área experimental recebeu irrigação suplementar pelo sistema de aspersão convencional, com lâminas de 15 mm de acordo a necessidade da cultura e precipitação nos meses de cultivo, com menor intervalo de rega no período de déficit hídrico.

Gráfico 1 – Precipitação, médias de temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2014.



**Fonte:** Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal.

### 3.1.2 Solo e histórico da área

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<sup>-1</sup>; silte, 290 g kg<sup>-1</sup> e argila 510 g kg<sup>-1</sup>).

A área do presente experimento é utilizada há mais de dez anos em sistema plantio direto. 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. Sendo o milho e a soja as principais culturas cultivadas para a produção de grãos e culturas como mucuna preta, crotalária, milheto, mucuna cinza, feijão guandu e espécies de *Urochloa* para produção de cobertura vegetal.

## 3.2 Material

### 3.2.1 Insumos

#### 3.2.1.1 Sementes

Foram utilizadas sementes de milho híbrido Powercore cultivar 2B710PW visando uma população de 60 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , com dois espaçamentos entre fileiras de 0,45 m e 0,90 m, densidade de semeadura de 2,7 sementes  $\text{m}^{-1}$  e 5,4 sementes  $\text{m}^{-1}$ , respectivamente, considerando o patinamento da semeadora, germinação, pureza e índice de sobrevivência das sementes. Na consorciação foram utilizados 11,5  $\text{kg ha}^{-1}$  de *Urochloa ruziziensis*, certificadas e com valor cultural de 60 %.

#### 3.2.1.2 Fertilizantes

Para adubação de base do milho em consócio com a *Urochloa* foram utilizados 300  $\text{kg ha}^{-1}$  da fórmula comercial (04-20-20) e para adubação complementar de cobertura no estágio V<sub>4</sub> do milho, foram utilizados 120  $\text{kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio e 300  $\text{kg ha}^{-1}$  de uréia.

#### 3.2.1.3 Defensivos Agrícolas

Antes da semeadura do milho, foi realizada a dessecação das plantas daninhas presentes na área experimental com 2,2  $\text{kg ha}^{-1}$  de Glifosato (i.a) em área total.

Para o controle de pragas e doenças foi utilizado 55 g de cipermetrina (i.a) + 27,5 g de tiametoxam (i.a) para o controle do percevejo (*Leptoglossus zonatus*).

### 3.2.2 Máquinas e equipamentos

#### 3.2.2.1 Tratores

- Trator (4x2 TDA), com potência máxima de 91,9kW (125cv) no motor na rotação de 1950 rpm, trabalhando na marcha L3, utilizado para realizar a semeadura do milho. Com massa de 7.000 kg (40% dianteira e 60% traseira) calculada para operações médias, com relação de 56 kg cv<sup>-1</sup>, pneus dianteiros de 14.9-24 R1, com pressão de inflação de 18 psi (124 kPa), pneus traseiros de 18.4-34 R1, com pressão de inflação de 22 psi (152 kPa) e com altura da barra de tração de 0,415 m, Figura 1.

- Trator (4x2), com potência máxima de 62,5 kW (85 cv) no motor, utilizado para aplicação de produtos fitossanitários.

Figura 1 – Trato utilizado na semeadura.



Fonte: Autor

### 3.2.2.2 Equipamentos

- Pulverizador montado, com barra de 12 m de comprimento, provida de 24 pontas do tipo leque 110-02, espaçadas entre si por 0,50 m e tanque com capacidade de 600 L de calda;
- Trilhadora estacionária montada marca Nogueira modelo BC40II;
- Semeadora-adubadora de arrasto, com disco pneumático de dosagem de sementes, distribuidor helicoidal de fertilizante, configurada para semeadura direta com disco de corte frontal de 18'', mensurado com fita graduada em centímetros, sulcador do tipo haste trabalhando na profundidade de 0,14 m e regulado para deposição do adubo a 0,08 m, discos duplos desencontrados de 15'' para deposição das sementes a 0,05 m de profundidade, e rodas compactadoras em "V", configurada para sete fileiras espaçadas por 0,45 m e quatro fileira espaçadas por 0,90 m para semeadura de milho, Figura 2;

Figura 2: Semeadora adubadora



Fonte: Autor

- 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, Figura 3;

Figura 3 – Célula de carga M. SHIMIZU modelo TF400.



Fonte: Autor

- Radar marca Dickey John, modelo RVS II para coletar dados de velocidade;
- Micrologger CR23X da Campbell Scientific para armazenar dados de força e velocidade, Figura 4;

Figura 4 – Sistema de aquisição de dados.



Fonte: Autor

\* Nota: As máquinas e equipamento utilizados não são recomendações por parte do autor

- Penetrômetro eletrônico automático (PNT2000/M) acoplado a um quadriciclo (Suzuki Motors, modelo LT-F160 QUAD-RUNNER) para coletar a resistência mecânica a penetração, Figura 5.

Figura 5: Penetrômetro eletrônico automático acoplado a um quadriciclo.



Fonte: Autor

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 *Análise Estatística dos dados*

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos em esquema fatorial  $2 \times 3 + 2$ , com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de sete e quatro fileiras de milho espaçadas por 0,45 m e 0,90 m, respectivamente, totalizando 32 unidades experimentais.

As características agrônômicas do milho, da cobertura do solo e do desempenho operacional foram avaliados em esquema fatorial  $2 \times 3$  considerando os espaçamentos e as modalidades de semeadura (Tabela 1). Para comparação da testemunha com os demais tratamentos, foi utilizado o esquema fatorial  $(2 \times 3) + 1$ , comparando todos os tratamentos com cada testemunha distintamente pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 1.** Análise de variância para o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial (2x3).

FATORES DE VARIAÇÃO	G.L.
Espaçamento (E)	1
Modalidade (M)	2
E x M	2
Blocos	3
Resíduo	15
<b>Total</b>	<b>23</b>

**Tabela 2:** Análise de variância para delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial (2x3) + 1.

FATORES DE VARIAÇÃO	G.L.
<b>Espaçamento (E)</b>	1
<b>Modalidade de semeadura (M)</b>	2
<b>E x M</b>	2
<b>Fatorial vs Testemunha</b>	1
<b>Tratamentos</b>	6
<b>Blocos</b>	3
<b>Resíduo</b>	21
<b>Total</b>	<b>27</b>

Todos os dados foram submetidos análise do coeficiente de assimetria e curtose para verificar a normalidade dos dados, onde valores maiores que 2 e menores que -2, representam grande desvio da distribuição normal, portanto deve-se desconsiderar a hipótese de normalidade (MONTGOMERY, 2004). 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. Já para comparação do fatorial com a testemunha (milho solteiro) foi utilizado o Teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

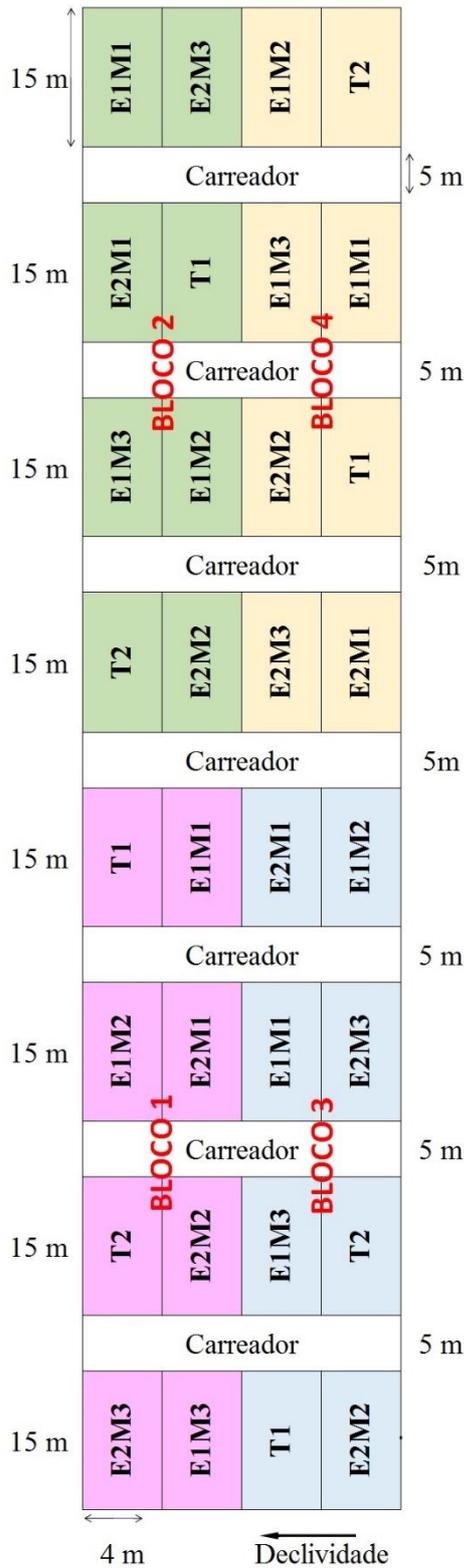
Os dados de análise descritiva foram apresentados em tabelas anexadas e os dados de assimetria e curtose foram apresentados em forma de gráfico. Os resultados da análise de variância foram apresentados por meio de tabelas, com médias de cada Espaçamento (E) e Modalidades de semeadura (M); sendo a diferença significativa, indicadas por diferentes letras minúsculas e/ou maiúsculas após as médias. No caso de interação entre os fatores E e M, foi demonstrado tabela com o desdobramento da interação significativa, sendo que médias

seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas serão diferentes entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3.3.2 Descrição dos tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por dois espaçamentos da cultura do milho (0,45 e 0,90 m) e três modalidades de consórcio da *Urochloa ruziziensis* com o milho (*Urochloa* semeada na linha; *Urochloa* semeada a lanço junto à semeadura do milho, *Urochloa* semeada a lanço no estádio V<sub>4</sub> do milho) + Testemunha (milho solteiro): E1M1- Milho no espaçamento 0,45 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada na linha junto a semeadura do milho; E1M2 – Milho semeado no espaçamento 0,45 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço junto a semeadura do milho; E1M3 - Milho semeado no espaçamento 0,45 m com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço no estádio V<sub>4</sub> do milho; E2M1- Milho no espaçamento 0,90 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada na linha junto a semeadura do milho E2M2 – Milho semeado no espaçamento 0,90 m consorciado com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço junto a semeadura do milho; E2M3 - Milho semeado no espaçamento 0,90 m com *Urochloa ruziziensis* semeada a lanço no estádio V<sub>4</sub> do milho; T1- Milho solteiro semeado no espaçamento de 0,45 m; T2 – Milho solteiro semeado no espaçamento de 0,90 m. A área útil da parcela foi considerada, para o espaçamento de 0,90 m, as duas linhas centrais com 5 m de comprimento cada e, para o espaçamento de 0,45 m, as três linhas centrais com 5 m de comprimento cada. As parcelas experimentais foram dimensionadas com 4,0 m de largura e 15,0 m de comprimento espaçadas por carregadores de 5 m, conforme Figura 6.

Figura 6 – Distribuição das parcelas na área experimental.



E1: milho espaçado a 0,45 m;  
 E2 : milho espaçado a 0,90 m;  
 M1: *Urochloa* semeada na linha;  
 M2: *Urochloa* semeada a lanço no dia da semeadura do milho;  
 M3: *Urochloa* semeada a lanço no estadio V4 do milho;  
 T1: milho solteiro espaçado a 0,45 m;  
 T2: milho solteiro espaçado a 0,90 m.

Fonte: Autor

### ***3.3.3 Caracterização da área***

Foi determinada a matéria seca presente na área utilizando uma armação de ferro com área de 0,25 m<sup>2</sup>, 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 da produção (kg ha<sup>-1</sup>).

Antecedendo o processo de semeadura foi analisada a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) por meio de penetrômetro eletrônico automático (PNT2000/M) acoplado a um quadriciclo (Suzuki Motors, modelo LT-F160 QUAD-RUNNER) construído conforme a norma ASAE S313.3 (ASAE, 1999), observando-se 3 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 (2011). 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.

### ***3.3.4 Desempenho operacional do conjunto-trator-semeadora***

#### ***3.3.4.1 Aquisição de dados***

Para realizar a aquisição e armazenamento dos dados referentes à força de tração, potência na barra e velocidade de deslocamento, foi utilizado um sistema composto por Micrologger CR23X da Campbell Scientific. Foram coletados dados de força de tração na barra e velocidade. As estacas espaçadas por 15 m que delimitaram os pontos de início e fim das parcelas foram utilizadas como ponto de referência para acionar e desligar o sistema de aquisição de dados.

### 3.3.4.2 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva e operacional

A velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora foi mensurada por meio de delimitação da área da parcela e marcação do tempo gasto na operação de semeadura em cada unidade experimental.

A capacidade de campo efetiva foi obtida em função da largura de trabalho da semeadora-adubadora e da velocidade de deslocamento equação 1, conforme Mialhe (1996).

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

Em que:

CCe = capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>);

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

V = velocidade real de deslocamento (m s<sup>-1</sup>);

0,36 = fator de conversão de unidade.

A capacidade de campo operacional foi obtida pela mesma equação descrita anteriormente, considerando, entretanto, uma eficiência teórica de 75% da capacidade de campo efetiva, segundo ASAE (1997), equação 2.

$$CCo = CCe \times 0,75 \quad (1)$$

Em que:

CCo = capacidade de campo operacional (ha h<sup>-1</sup>);

CCe = capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>);

0,75 = eficiência teórica.

### 3.3.4.3 Força e potência média na barra de tração

A força média requerida na barra de tração foi determinada por meio de célula de carga M. SHIMIZU modelo TF400 instalada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora. Foram determinadas as médias dos valores armazenados (em unidade kgf) e transformadas para kN.

O cálculo da demanda de potência média na barra de tração foi realizado de forma indireta, segundo a equação 3.

$$PB = FT \times V \quad (2)$$

Em que:

PB = potência média na barra de tração (kW);

FT = força de tração média na barra (kN); e

V = velocidade de deslocamento ( $\text{m s}^{-1}$ ).

#### 3.3.4.4 Patinamento dos rodados do trator

O método utilizado para determinar o patinamento dos rodados do trator foi o de número de voltas do rodado dianteiro e traseiro do trator, com carga e sem carga. Os valores foram utilizados na equação 4, obtendo-se o patinamento médio.

$$P = \left( \frac{NVC - NVS}{NVC} \right) \times 100 \quad (3)$$

Em que:

P = patinamento (%);

NVC = número de voltas da roda, trator operando com carga na barra de tração no solo da área experimental.

NVS = número de voltas da roda, trator operando sem carga na barra de tração no solo durante semeadura.

100 = fator de adequação.

### ***3.3.5 Avaliações fitotécnicas e componentes de produção na cultura do milho***

#### ***3.3.5.1 Distribuição longitudinal de plântulas 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 2,7 sementes  $m^{-1}$  no espaçamento de 0,45 m e 5,4 sementes  $m^{-1}$  no espaçamento de 0,90 m sendo estes os espaçamentos de referência. Desta forma foram considerados para o espaçamento de 0,45 m como normais o espaço entre plântulas 0,18 e 0,55 m, múltiplos os valores inferiores a 0,18 e falhos os acima de 0,55 m. Para o espaçamento de 0,90 m foram considerados como normais os espaços entre plântulas que estavam entre 0,093 e 0,28 m, múltiplos os valores inferiores a 0,093 e falhos os acima de 0,28 m.

#### ***3.3.5.2 População final de plantas***

Para estas avaliações, foram contadas as plantas presentes na área útil da parcela. Os valores encontrados foram extrapolados para número de plantas  $ha^{-1}$ .

#### ***3.3.5.3 Altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo***

A altura média das plantas de milho foram determinadas pela medição, com régua graduada em centímetros, medindo a distância entre o colo da planta até a inserção da folha bandeira. Foram tomadas medidas de dez plantas da área útil da parcela, quando o milho encontrar-se no estágio reprodutivo. 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 dez plantas.

#### 3.3.5.4 Número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira

Para essas avaliações foram contados o número de fileiras e o número de grãos por fileira de cinco espigas de cada parcela, escolhidas aleatoriamente dentro da área útil.

#### 3.3.5.5 Produção de 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:

$$P = I \times \frac{100-U}{100-13} \quad (4)$$

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<sup>-1</sup>.

#### 3.3.5.6 Massa de mil grãos

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.

### *3.3.5.7 Produção de matéria seca da palhada do milho em consórcio com a *Urochloa ruziziensis*.*

Foram pesadas todas as plantas da área útil da parcela, após a trilha descontou-se o peso dos grãos obtendo-se assim o peso da massa de matéria verde da palhada. Foi retirada uma 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.

### *3.3.6 Características agronômicas da *Urochloa**

#### *3.3.6.1 Produção de matéria seca*

Para determinação da matéria seca da *Urochloa* foi utilizada uma armação de ferro com área de 0,25 m<sup>2</sup>, coletando-se duas sub-amostras aleatórias, por parcela, nos tratamentos a lanço, sendo que para as forrageiras semeadas na linha, foram coletados dois metros de duas linhas da área útil da parcela. O material foi pesado e as amostra 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 da produção (kg ha<sup>-1</sup>), destacando-se que a matéria seca total da palhada foi obtida por meio da somatória da palhada de milho e forrageira.

#### 4. RESULTADOS

De acordo com o descrito por Montgomery (2004) abaixo seguem os dados de normalidade apresentados nos gráficos de assimetria e curtose demonstrando que todos os valores de assimetria e curtose encontram-se entre os intervalos de 2 e -2 (Gráfico 2 a 9).

Gráfico 2 – Assimetria dos dados de resistência mecânica do solo a penetração, matéria seca inicial, patinamento dos rodados dianteiro e traseiro do trator, velocidade, força, potência, capacidade de campo operacional, profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo para esquema fatorial 2x3.

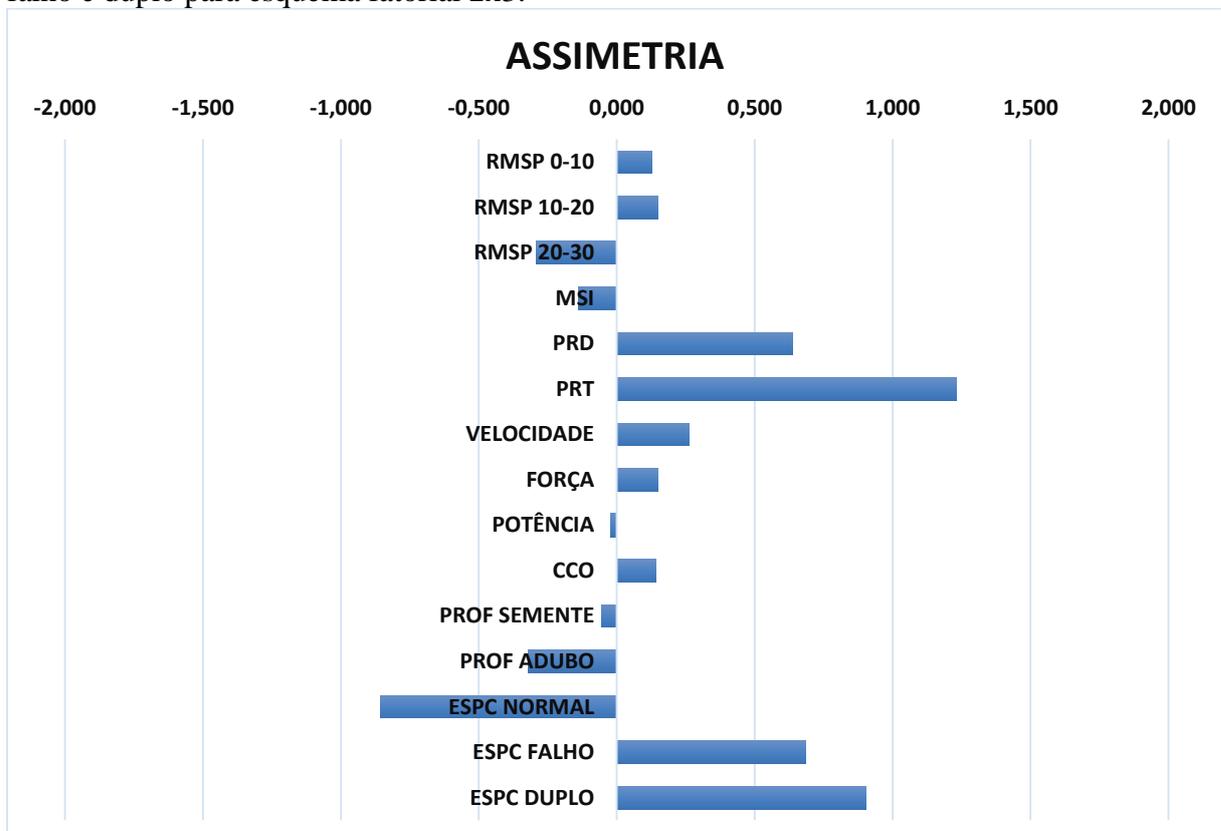
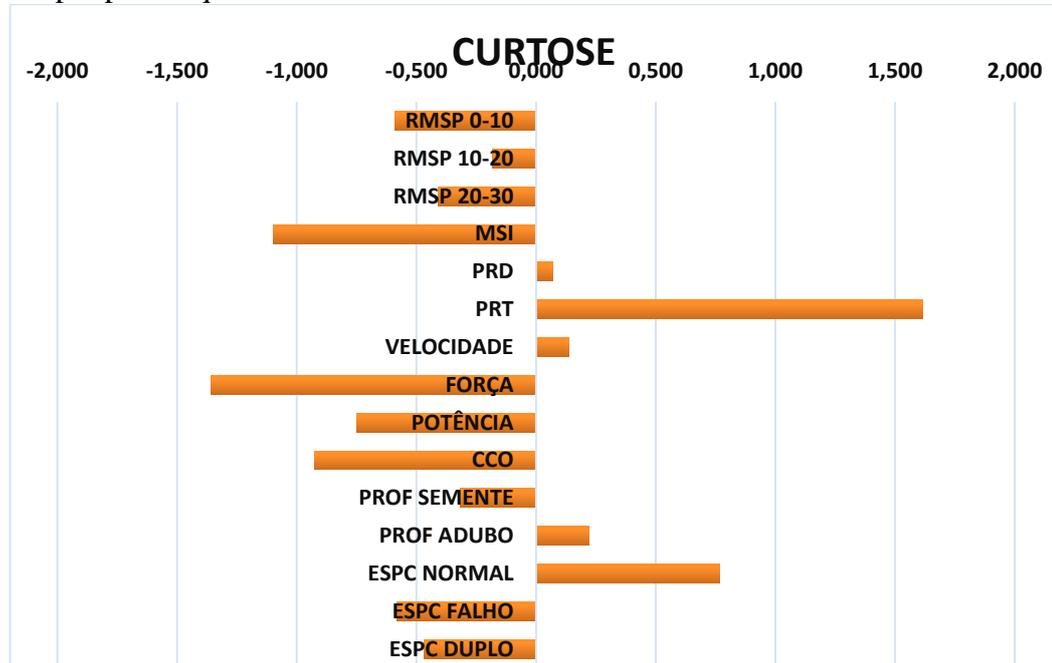


Gráfico 3 – Curtose dos dados de resistência mecânica do solo a penetração, matéria seca inicial, patinamento dos rodados dianteiro e traseiro do trator, velocidade, força, potência, capacidade de campo operacional, profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo para esquema fatorial 2x3.



A análise descritiva dos dados apresentados nos gráficos 2 e 3 apresentaram distribuição normal segundo dados de assimetria e curtose, com distribuição assimétrica positiva para os dados de resistência mecânica do solo a penetração na profundidade de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m, patinamento dos rodados do trator, velocidade de deslocamento, força na barra de tração, capacidade de campo operacional e espaçamento falho e duplo das plantas de milho. Distribuição assimétrica negativa para os dados de resistência mecânica do solo a penetração na profundidade de 0,20 – 0,30 m, matéria seca inicial do solo, potência na barra de tração, profundidade de semente e adubo e espaçamento normal de plantas de milho. Deslocamento negativo da maioria dos dados com achatamento da curva em relação à normal, demonstrado pelo coeficiente de curtose. Um deslocamento alongado da curva para os dados de patinamento, velocidade de deslocamento, profundidade de adubo e espaçamento normal de plantas de milho.

Gráfico 4 – Assimetria dos dados de altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho, matéria seca da *Urochloa*, matéria seca total para esquema fatorial 2x3.

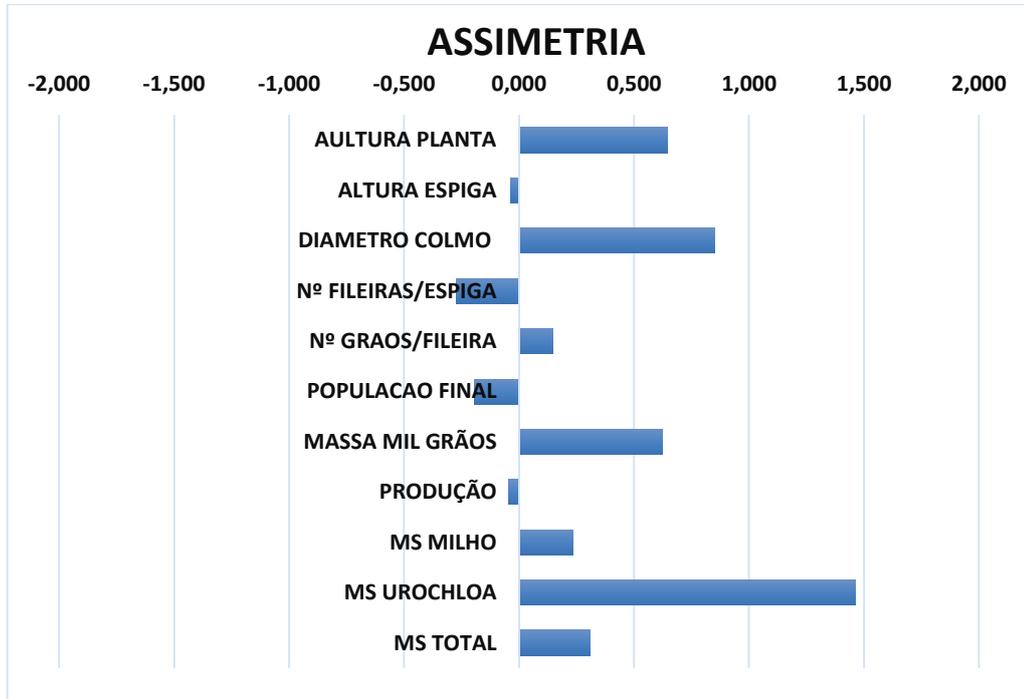
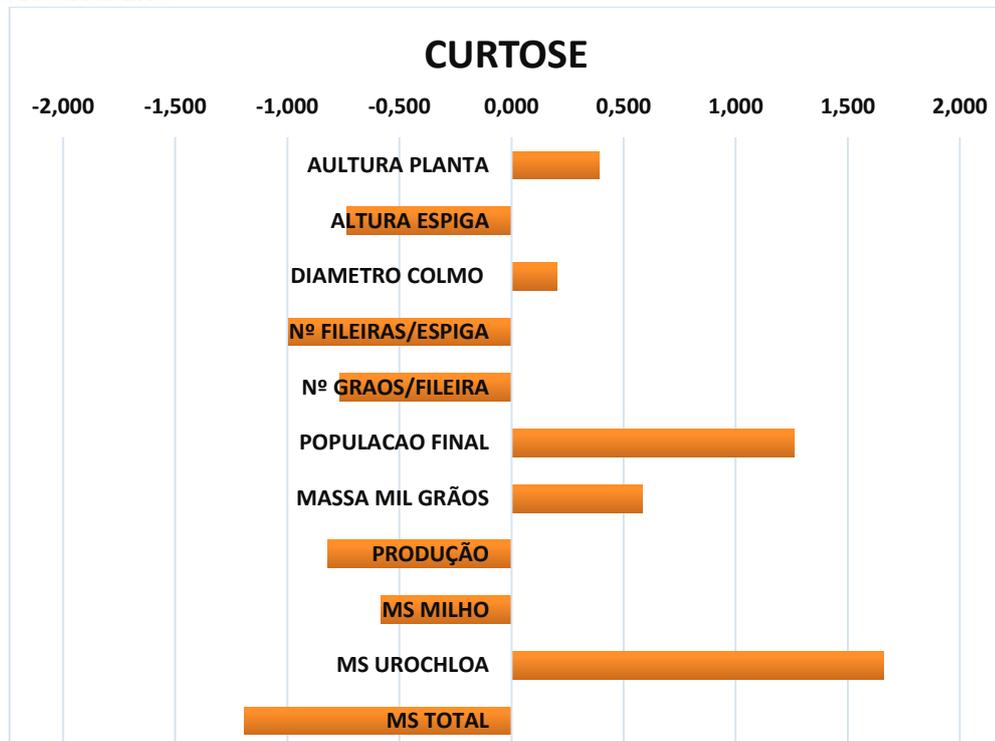


Gráfico 5 – Curtose dos dados de altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho, matéria seca da *Urochloa*, matéria seca total para esquema fatorial 2x3.



A análise descritiva para os dados apresentados nos gráficos 4 e 5 apresentaram distribuição normal segundo dados de assimetria e curtose, com distribuição assimétrica positiva para a maioria dos dados com distribuição assimétrica negativa para os dados de altura da primeira espiga, número de fileiras por espiga, população final e produção. Deslocamento negativo da maioria dos dados com achatamento da curva em relação à normal, demonstrado pelo coeficiente de curtose. Um deslocamento alongado da curva de curtose para os dados de altura de planta, diâmetro de colmo, população final, massa de mil grãos e matéria seca de *Urochloa*.

Gráfico 6 – Assimetria dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,45 m.

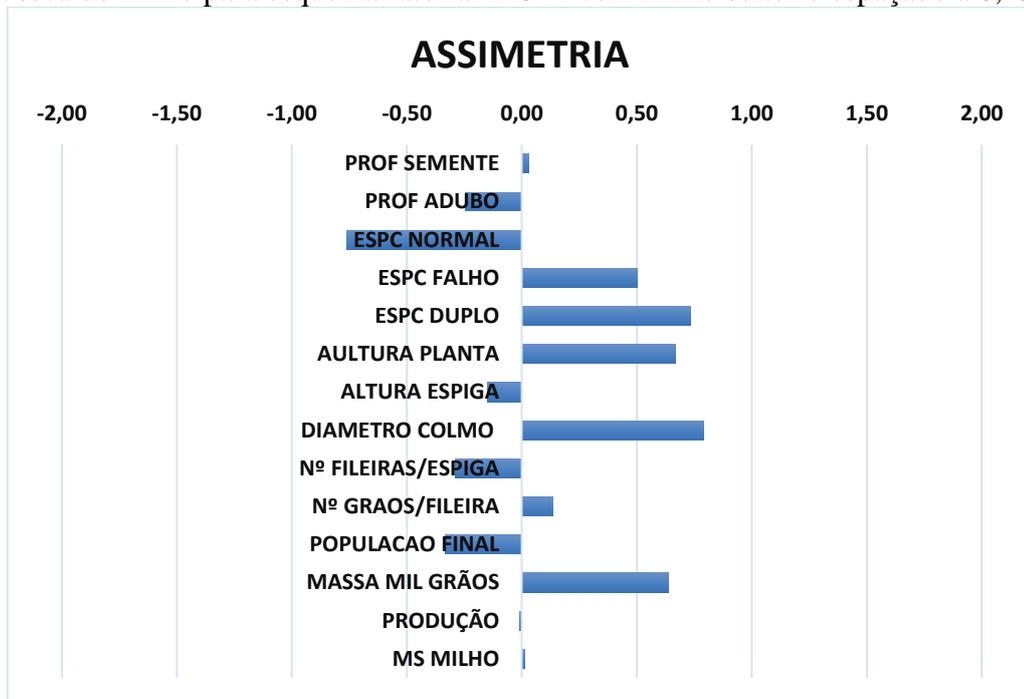


Gráfico 7 – Curtose dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,45 m.

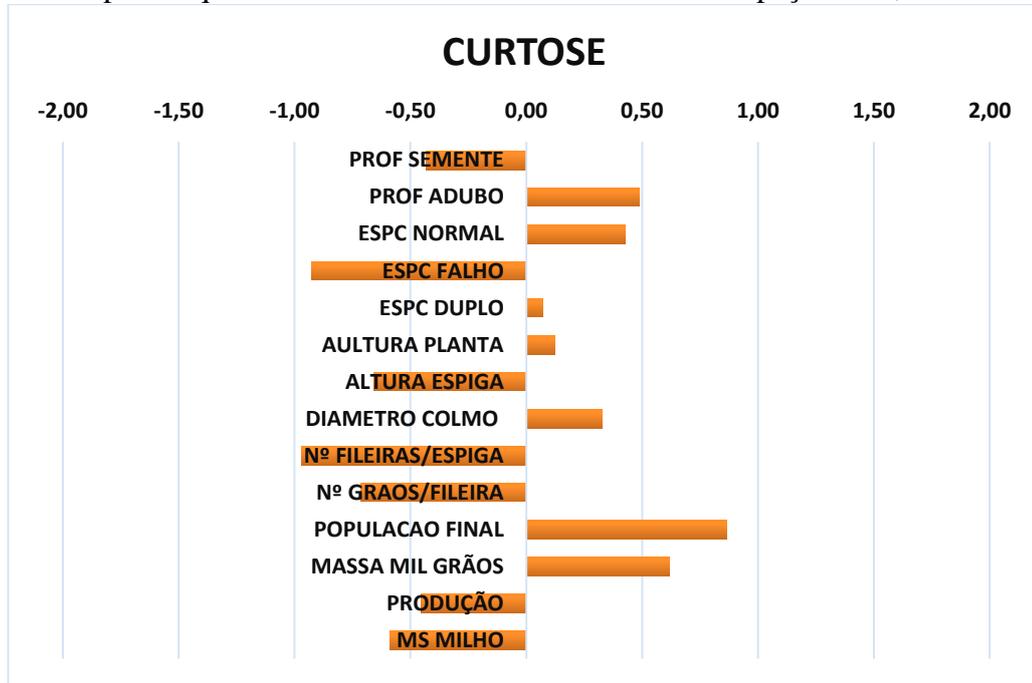


Gráfico 8 – Assimetria dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,90 m.

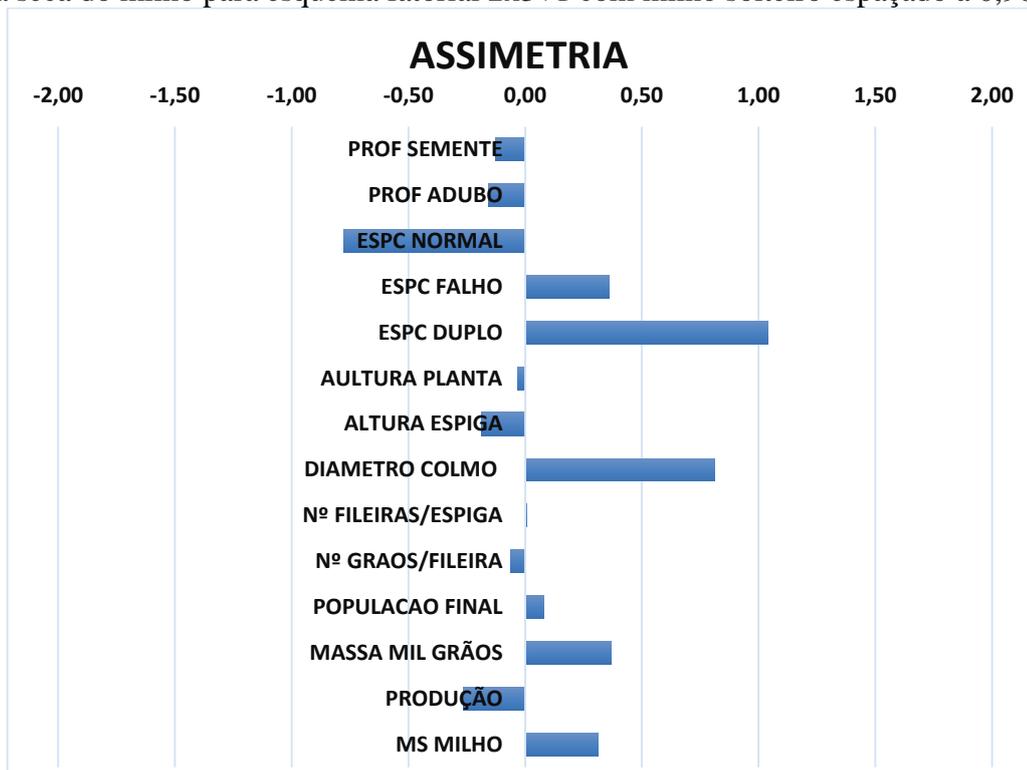
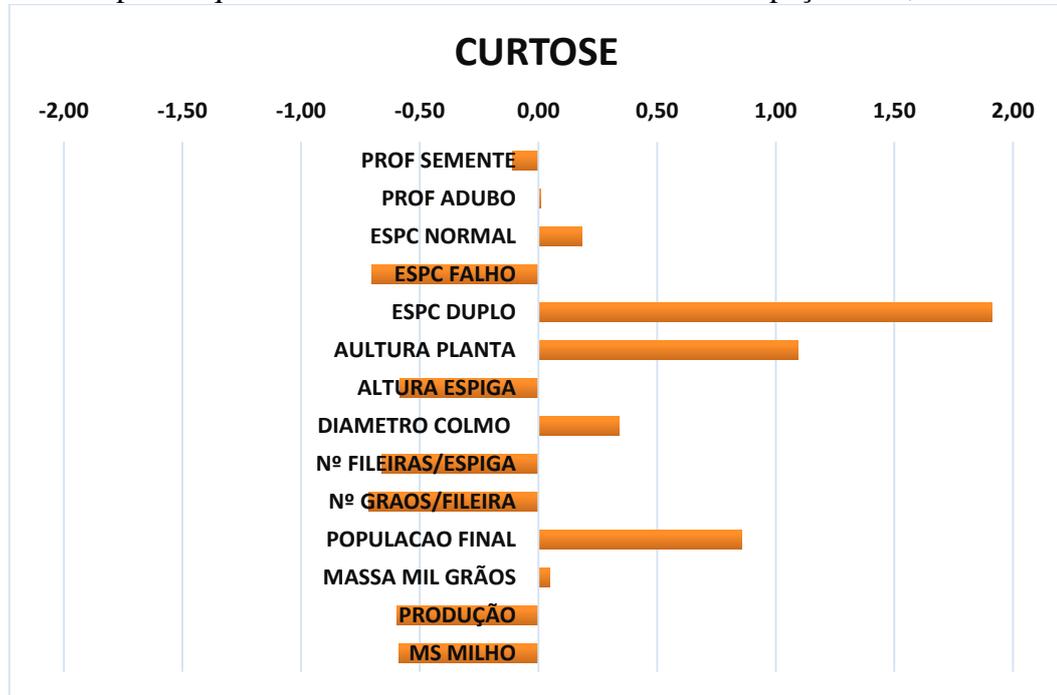


Gráfico 9 – Curtose dos dados de profundidade de semente e adubo, espaçamento normal, falho e duplo, altura de planta, altura de espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, população final, massa de mil grãos, produção de grãos, matéria seca do milho para esquema fatorial 2x3+1 com milho solteiro espaçado a 0,90 m.



A análise descritiva para os dados apresentados nos gráficos 6, 7, 8 e 9 apresentaram distribuição normal segundo dados de assimetria e curtose. Com distribuição assimétrica positiva mais acentuada para o dado de espaçamento duplo de plantas de milho no esquema fatorial 2x3+1 com o milho espaçado a 0,90 m. O mesmo aconteceu com deslocamento alongado da curva de curtose (leptocúrtica) para os dados de espaçamento duplo e altura de planta demonstrando uma média maior que a distribuição normal.

É importante observar que mesmo todos os sendo considerados normais, segundo Montgomery (2004), alguns dados como patinamento dos rodados traseiros do trator, matéria seca inicial, força na barra de tração, matéria seca da *Urochloa*, população final de plantas de milho, espaçamento duplos entre plantas de milho, altura de plantas de milho e matéria seca total apresentaram valores de assimetria e curtose que foram acima de 1 ou abaixo de -1, demonstrando uma tendência desses dados a não normalidade.

#### 4.1 Resistência mecânica do solo a penetração e matéria seca inicial do solo

Os valores de Resistência Mecânica do Solo a Penetração (RMSP), Tabela 3, representam a exigência de forças necessária para a haste penetrar o solo de acordo com o teor de água no dia da semeadura do milho. Considerando uma homogeneidade do teor de água na área em torno de 13,15% na camada de 0,0 – 0,10 m de profundidade; 13,75% na camada de 0,10 – 0,20 m de profundidade e 14,87% na camada de 0,20 – 0,30 m de profundidade. De acordo com Roque et al (2003), a RMSP adequada deve está em torno de 4 Mpa para áreas cultivadas em sistema plantio direto onde a atividade biológica são mais intensas e os agregados do solo são mais estáveis, não interferindo no desenvolvimento radicular das culturas agrícolas.

**Tabela 3.** Valores médios obtidos para resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) nas camadas de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 30 cm; matéria seca inicial.

Fatores		RMSP (MPa)			Matéria Seca inicial (kg há <sup>-1</sup> )
		0 - 10 cm	10 – 20 cm	20 – 30 cm	
Espaçamento (E)	E1	2,46	3,60	3,35	4819,06
	E2	2,51	2,94	2,92	4806,13
Modalidade Semeadura (M)	M1	2,62	3,56	3,18	5296,35
	M2	2,52	3,21	3,20	4344,75
	M3	2,31	3,05	3,02	4796,70
Valor de F	E	0,01 <sup>NS</sup>	2,47 <sup>NS</sup>	2,75 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>
	M	0,19 <sup>NS</sup>	0,51 <sup>NS</sup>	0,18 <sup>NS</sup>	0,55 <sup>NS</sup>
	E*M	0,57 <sup>NS</sup>	1,14 <sup>NS</sup>	0,99 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>
DMS	E	0,904	0,89	0,56	1573,26
	M	1,35	1,33	0,83	2349,38
CV (%)		41,77	31,30	20,6	37,57

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). DMS- diferença mínima significativa. RSP- resistência do solo a penetração.

Diante de resultados é possível afirmar que os valores encontrados de RMSP são aceitáveis em todas as camadas do solo e que não houve diferença entre os tratamentos avaliados. Considerando, ainda que o teor de água em todas as camadas encontrava-se inferiores a valores já estudados por Cavichioli et al (2012) em solo com a mesma classificação e onde os teores de água, em todas as camadas estudadas, encontravam-se superiores a 20%, conferindo teoricamente uma menor resistência do solo e, no entanto, as médias de RMSP encontravam-se entre 2 e 4 Mpa na fileira de semeadura da cultura.

Outro fator, provável da homogeneidade da RMSP na área estudada tenha sido os valores, também homogêneos, de matéria seca inicial de cobertura do solo, mesmo que estas estivessem com níveis um pouco abaixo dos aceitáveis ao SPD de acordo com os valores já citados por EMBRAPA, 2010 que falam em valores em torno de  $6.000 \text{ kg ha}^{-1}$ .

As condições iniciais do solo referente a disponibilidade de matéria seca inicial e RMSP são essenciais para caracterizar a área e comparar com os resultados de desempenho operacional e de qualidade do processo de semeadura.

#### **4.2 Desempenho operacional**

Avaliando o desempenho operacional do conjunto trator-semeadora pode-se observar diferença para o patinamento dianteiro e traseiro do trator com relação aos fatores modalidade de semeadura (Tabela 4). Tendo a modalidade 1 (*Urochloa* semeada na linha do milho) menores valores de patinamento comparando com a modalidade 3 (*Urochloa* semeada a lanço no estágio V4 do milho) valores mais altos de patinamento. No entanto esses fatores não podem ter influenciado o patinamento do conjunto mecanizado levando em consideração que esses tratamentos ainda estavam sendo implantados e a forrageira, que ainda seria semeada, em nada poderia interferir nessa variável. Atribuindo essa diferença a fatores não analisados no presente trabalho como as condições descritas por Mialhe (1996), onde a resistência do solo ao rolamento dos rodados interfere diretamente no deslizamento dos mesmos. Este fato também foram descrito por Coelho et al, 2012 em experimento avaliando o patinamento das rodas motrizes de um trator em diferentes condições de solo, os mesmos relatam que a quantidade de palhada no solo influencia o patinamento dos rodados do trator devido a interferência da aderência dos rodados com a superfície do solo.

**Tabela 4.** Valores médios obtidos para patinamento dos rodados dianteiro e traseiros do trator, velocidade de deslocamento, Força na barra de tração, Potência e Capacidade de campo operacional.

Fatores		Patinamento (%)		Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Força (kN)	Potência (kW)	CCO (ha h <sup>-1</sup> )
		PRD	PRT				
Espaçamento (E)	E1	8,26	5,58	3,99	23,70	26,21 a	9,42 b
	E2	7,24	4,85	4,04	18,98	21,33 b	10,92 a
Modalidade Semeadura (M)	M1	5,10 b	3,07b	4,01	21,57	23,91	10,19
	M2	8,14 ab	5,30ab	3,94	21,53	23,79	9,98
	M3	10,01 a	7,28 a	4,09	20,92	23,91	10,34
Valor de F	E	0,560 <sup>NS</sup>	0,71 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	70,21*	35,01*	35,03*
	M	4,340*	7,82*	0,72 <sup>NS</sup>	0,55 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	0,67 <sup>NS</sup>
	E*M	2,261 <sup>NS</sup>	2,95 <sup>NS</sup>	1,75 <sup>NS</sup>	4,79*	0,64 <sup>NS</sup>	1,67 <sup>NS</sup>
DMS	E	2,92	1,85	0,21	1,20	1,76	0,54
	M	4,37	2,76	0,31	1,79	2,63	0,80
CV (%)		43,43	40,78	6,04	6,47	8,51	6,08

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

DMS- diferença mínima significativa. PRD- patinagem do rodado dianteiro. PRT- patinagem do rodado traseiro.

Para o fator velocidade não houve diferença significativa para nenhum dos fatores estudados. As condições iniciais de campo e o número diferente de fileiras de semeadura utilizadas não interferiram na velocidade do conjunto mecanizado, corroborando com os dados obtidos por Chioderoli et al. (2010) em que a utilização de uma semeadora com as mesmas especificações, avaliando os mesmos espaçamentos do presente trabalho não alteram a velocidade de deslocamento. No entanto, mesmo não havendo diferença entre as velocidades, os valores de capacidade de campo operacional (CCO) foram estatisticamente diferentes para o fator espaçamento entre fileiras. Este fato é justificado devido a um aumento da largura útil da semeadora-adubadora de 3,15 m para 3,6 m no espaçamento entre fileiras de 0,45 m para o espaçamento de 0,90 m respectivamente, proporcionando uma maior capacidade de campo operacional no espaçamento de 0,90 m.

Os valores potência média na barra de tração obtiveram diferença entre os espaçamentos estudados, com valores mais elevados para o espaçamento de 0,45 m entre fileiras de milho e com interação entre os fatores espaçamento e modalidade de semeadura para a variável força média na barra de tração, Tabela 5. Tal resultado pode estar diretamente relacionado ao maior número de fileiras de semeadura utilizadas neste espaçamento e

consequentemente ao maior número de órgãos ativos da semeadora-adubadora em contato com o solo. No entanto este fato discorda de outros trabalhos semelhantes utilizando a mesma semeadora em um Latossolo Vermelho distrófico onde os espaçamentos de 0,45 m e de 0,90 m na semeadura do milho e o tipo de sistema de preparo do solo não proporcionaram alteração na força média exigida na barra de tração mesmo com quantidades diferentes de cobertura do solo (CHIODEROLI et al, 2010; FURLANI, LOPES & SILVA, 2005). Esse fato pode ser atribuído a velocidade e rotação do motor adotado no presente trabalho que foi em torno de 4 km h<sup>-1</sup> e 1950 de rotação no motor em comparação aos outros estudos que trabalharam com velocidades e rotações superiores a 5 km h<sup>-1</sup> e 2000 rpm.

**Tabela 5.** Valores médios obtidos para o desdobramento da força média na barra de tração.

Fatores		Modalidade de semeadura (M)		
		M1	M2	M3
Espaçamento (E)	E1	25,13 aA	23,53 aAB	22,44 aB
	E2	18,00 bB	19,53 bB	19,40 bB
DMS	E	2,08		
	M	2,54		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Observando a tabela 5 é possível avaliar que a interação entre os fatores só se fez presente para o espaçamento de 0,45 m onde a exigência de força na barra de tração foi maior, com um diferencial para a Modalidade 1 de semeadura da forrageira onde, já dito anteriormente, na presente etapa do trabalho não pode ter interferido no desempenho do conjunto mecanizado pois a mesma tinham acabado de ser semeada, no entanto a quantidade de cobertura inicial do solo estava, na prática, em quantidades maiores nas unidades experimentais para o tratamento M1, embora estatisticamente não diferissem entre si.

### 4.3 Qualidade no processo de semeadura do milho

Parâmetros iniciais para semeadura do milho demonstram que os valores médios de profundidade de sementes assim como os de profundidade de adubo não diferiram entre os tratamentos analisados (Tabela 6). Indicando que para ambos os espaçamentos entre as fileiras

de milho as profundidades não diferiram e que se encontravam com valores adequados para a cultura conforme citado por Weirich Neto et al. (2007) que citam que uma menor da profundidade das sementes de milho em torno de 5,0 cm são ideais para a cultura podendo haver variações de acordo com as condições edafoclimáticas locais. Prado et al. (2001) citam profundidades consideradas adequadas em torno de 3 e 7 cm para solos argilosos com mesma classe textural do solo estudado no presente trabalho. Para as profundidades de deposição de adubo Silva, Klutchcouski & Silveira (2000) indicam a profundidade de 0,10 m como sendo a ideal, influenciando positivamente na população de plantas de milho em comparação com menores profundidade de deposição de adubo corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

**Tabela 6.** Valores médios obtidos para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho.

Fator		Profundidade de semente (m)	Profundidade de adubo (cm)	Espaçamento normal (%)	Espaçamento falho (%)	Espaçamento duplo (%)
Espaçamento (E)	E1	0,052	0,11	77,12 a	10,45	12,43 a
	E2	0,054	0,10	59,9 b	37,25	2,85 b
Modalidade Semeadura (M)	M1	0,053	0,11	66,9	21,50	11,60 a
	M2	0,057	0,10	71,30	21,20	7,40 ab
	M3	0,049	0,11	67,40	28,79	3,81 b
Valor de F	E	0,32 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	4,61 *	64,94 *	45,15*
	M	1,13 <sup>NS</sup>	0,59 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	2,21 <sup>NS</sup>	9,77*
	E*M	2,95 <sup>NS</sup>	2,63 <sup>NS</sup>	1,06 <sup>NS</sup>	4,27 *	1,11 <sup>NS</sup>
DMS	E	0,09	1,41	17,11	7,07	3,07
	M	0,14	2,1	25,56	10,56	4,58
CV (%)		20,32	14,77	28,72	34,14	46,43

\* ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Ainda na Tabela 6, os valores para a distribuição longitudinal de plantas demonstram que o espaçamento entre fileiras de 0,45 m obtiveram maiores números para espaçamentos normais entre plantas conforme a metodologia de Kurachi et al. (1989) com mais de 75% dos espaçamentos variando entre 0,18 e 0,55 m, em população estimada de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Para os espaçamentos entre fileiras de 0,90 m os espaçamentos normais entre plantas variando entre 0,093 e 0,28 m foram menores que 60%. O espaçamento entre fileiras de planta ainda interferiram nos espaçamentos falhos e duplo entre as plantas de milho e na

variação desses espaçamentos que foram acima dos aceitos pela estatística demonstrando a susceptibilidade desta variável as condições do solo e a regulagem da semeadora. Resultados semelhantes foram encontrados por Mahl et al. (2004) onde a variação na distribuição de plantas de milho foi alta sob diferentes regulagens da semeadora-adubadora. Corroborando com resultados encontrados por Dias et al. (2009) onde um aumento do número de plantas por  $m^{-1}$  ocasionou em redução de espaçamentos aceitáveis entre plantas de milho. Para os dados de espaçamento falho foi observada a interação entre os fatores de espaçamento e modalidade de semeadura conforme estão apresentados na (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores médios obtidos para o desdobramento dos espaçamentos falhos de plantas de milho

.Fatores		Modalidade de semeadura (M)		
		M1	M2	M3
Espaçamento (E)	E1	14,57 bA	2,50 bA	14,25 bA
	E2	28,47 aA	39,85 aA	43,25 aA
DMS	E	12,25		
	M	14,94		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os dados de espaçamento falho demonstram que os tratamentos com espaçamento de 0,45 m entre fileiras, em qualquer modalidade de semeadura, apresentaram melhores resultados com menor quantidade de espaçamentos falhos sem diferença entre as modalidades de semeadura. Tal resultado pode estar associado ao aumento do efeito do ricocheteamento na queda da semente no solo ocasionado pelo aumento da densidade de sementes  $m^{-1}$ , onde se faz necessário um aumento da velocidade periférica do mecanismo dosador da semeadora diminuindo sua precisão (CASÃO JÚNIOR, ARAÚJO & RALISCH, 2000; PACHECO et al., 1996). De acordo com Teixeira, Reis & Machado (2013), avaliando a qualidade da semeadura em diferentes velocidade periférica dos dosadores de sementes constataram que em menores velocidades dos discos dosadores melhores foram as condições de distribuição longitudinal das sementes.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 8, os dados profundidade de semente e adubo em nada diferiram aos da testemunha 1, milho solteiro no espaçamento de 0,45 m. Tal fato está associado as mesmas condições iniciais homogêneas do solo que não interferiram na profundidade de adubo e sementes entre os tratamentos.

**Tabela 8.** Valores médios obtidos para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fator		Profundidade	Profundidade	Espaçamento	Espaçamento	Espaçamento
Espaçamento	Modalidade	de semente (cm)	de adubo (cm)	normal (%)	falho (%)	duplo (%)
E1	M1	0,52	11,29	67,50	14,58 b	17,92 a
E1	M2	0,62	9,69	85,75	2,50 b	11,75 a
E1	M3	0,41	12,38	78,13	14,25 b	7,62 b
E2	M1	0,53	10,92	66,25	28,48 a	5,27 b
E2	M2	0,52	11,17	56,80	39,90 a	3,10 b
E2	M3	0,57	10,15	56,60	43,40 a	0,00 b
T1		0,67	10,50	78,20	4,52 b	17,30 a
Valor F - Fatorial x Testemunha		3,55 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	25,51 *	18,47 *
DMS		0,27	3,89	40,42	13,94	8,22
CV (%)		25,13	18,14	29,34	33,58	46,44

\* ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a lanço do estádio V4 do milho; T1 – milho solteiro a 0,45 m.

Na distribuição longitudinal de plantas, o milho solteiro, no espaçamento 0,45 m entre fileiras, não apresentou diferença significativa para espaçamentos normais entre plantas em todos os tratamentos. Para os espaçamentos falho e duplo os resultados se apresentaram semelhantes ao das médias compradas entre tratamentos, ou seja, para espaçamentos falhos, o milho solteiro a 0,45 m obteve melhores resultados quando comparados aos tratamentos no espaçamento de 0,90 m e em nada diferindo dos tratamentos com o consórcio no mesmo espaçamento. Para os espaçamentos duplos, o milho solteiro obteve resultados inferiores aos apresentados pelos tratamentos com espaçamento a 0,90 m entre fileiras e apenas diferença a um tratamento com mesmo espaçamento quanto este foi associado a modalidade 3 de semeadura.

Para as médias das variáveis entre os tratamentos comparados com o milho solteiro a 0,90 m de espaçamento entre fileiras os dados estão apresentados na Tabela 9. Não havendo diferença entre o milho solteiro a 0,09 m e os tratamentos para as variáveis profundidade de adubo e semente e espaçamento duplo entre plantas de milho.

**Tabela 9.** Valores médios obtidos para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fator		Profundidade	Profundidade	Espaçamento	Espaçamento	Espaçamento
Espaçamento	Modalidade	de semente	de adubo	normal	falho	duplo
		(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)
E1	M1	0,52	11,29	67,50 b	14,58 b	17,92 a
E1	M2	0,62	9,69	85,75 a	2,50 b	11,75 b
E1	M3	0,41	12,38	78,13 b	14,25 b	7,62 b
E2	M1	0,53	10,92	66,25 b	28,48 b	5,27 b
E2	M2	0,52	11,17	56,80 b	39,90 a	3,10 b
E2	M3	0,57	10,15	56,60 b	43,4 a	0,00 c
T2		0,56	11,16	41,20 b	48,80 a	7,50 b
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,18 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	5,89 *	23,10 *	0,0028*
DMS		0,25	4,25	41,05	18,97	6,62
CV (%)		23,69	19,66	32,23	35,14	17,66

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a laço do estádio V4 do milho; T2 – milho solteiro a 0,90 m.

Para a variável espaçamento normal entre plantas houve diferença significativa apenas entre a testemunha 2 e o tratamento E1M2 (espaçamento de 0,45 m e *Urochloa* semeada a laço do dia da semeadura do milho), apontando o consórcio como mais viável em comparação ao milho solteiro a 0,90 m para a variável espaçamento normal entre plantas. No caso dos espaçamentos falhos a diferença entre o milho solteiro e os tratamentos só aconteceu entre os tratamentos com espaçamento de 0,45 m e o tratamento E2M1 (espaçamento de 0,90 m com *Urochloa* semeada na linha do milho) que obtiveram menores quantidades de espaçamentos falhos por tratamento.

Tais resultados da semeadura do milho demonstram que as modalidades de semeadura da forrageira *Urochloa ruziziensis* em consórcio com o milho, ou mesmo o milho solteiro não interferiram em suas qualidades iniciais. E que o espaçamento entre fileiras de milho interferiram na qualidade inicial do processo de semeadura com melhores resultados para o espaçamento de 0,45 m com menor densidade semente m<sup>-1</sup> exigindo velocidade periférica menor do disco dosador de sementes.

#### 4.4 Aspectos agronômicos e produção de milho

Para os dados agronômicos das plantas de milho apresentados na Tabela 10 pode-se observar que a maioria dos dados analisados não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ). O espaçamento entre fileiras e a modalidade de semeadura da *Urochloa* não interferiam nas características filotécnicas do milho com exceção para a altura de primeira espiga das plantas semeadas a 0,90 m que apresentou média abaixo do esperado para a cultivar que seria de 1,10 m (EMBRAPA, 2015), conforme aos dados médios obtidos pelas plantas de milho espaçadas a 0,45 m.

**Tabela 10.** Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira.

Fator		Altura planta (m)	Altura de primeira espiga (m)	Diâmetro colmo (cm)	Nº de fileiras por espiga	Nº de grãos por fileira
Espaçamento (E)	E1	1,99	1,06 a	2,03	18,71	31,26
	E2	1,96	0,98 b	2,12	18,43	32,83
Modalidade Semeadura (M)	M1	2,01	1,04	2,00	18,75	31,92
	M2	1,96	1,05	2,17	18,67	31,92
	M3	1,95	0,96	2,06	18,30	32,30
Valor de F	E	1,05	5,87*	3,24 <sup>NS</sup>	1,52 <sup>NS</sup>	3,61 <sup>NS</sup>
	M	1,21 <sup>NS</sup>	3,06 <sup>NS</sup>	3,32 <sup>NS</sup>	1,46 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
	E*M	0,21 <sup>NS</sup>	0,62 <sup>NS</sup>	0,56 <sup>NS</sup>	2,56 <sup>NS</sup>	0,72 <sup>NS</sup>
DMS	E	0,07	0,07	0,11	0,49	1,75
	M	0,10	0,10	0,16	0,73	2,62
CV (%)		4,03	7,93	6,21	3,03	6,30

\* ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em trabalho realizado por Domingues et al. (2013), estudando características de diferentes cultivares de milho em um arranjo espacial com densidade populacional de 55.000 plantas ha<sup>-1</sup> e com espaçamentos entre fileiras de 0,90 m, puderam observar que a cultivar, igual a utilizada no presente trabalho, obteve resultados muito semelhantes para a altura de plantas e altura de inserção de primeira espiga. Em densidade populacional semelhante a do presente trabalho, Torres et al. (2013), avaliando diferentes híbridos de milho em diferentes espaçamentos entre fileiras, puderam observar que os espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m não

interferem nas características fitotécnicas descritas como: altura de planta, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo. Discordando do presente trabalho em relação as características de número de fileiras de grão por espiga e número de grãos por fileira, com resultados mais satisfatórios para os espaçamentos de 0,90 m.

O milho solteiro T1 espaçado a 0,45 m entre fileiras, comparados aos tratamentos consorciados demonstram que para as variáveis de altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras de grãos de milho por espiga e número de grãos por fileiras não diferiram estatisticamente, demonstrando que o consórcio do milho com a *Urochloa ruziziensis* não interferiu nessas características do milho (Tabela 11).

**Tabela 11.** Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fator		Altura planta (m)	Altura espiga (m)	Diâmetro colmo (cm)	Nº de fileiras por espiga	Nº de grãos por fileira
Espaçamento	Modalidade					
E1	M1	2,02	1,06	1,95	19,10	30,45
E1	M2	1,97	1,11	2,16	18,45	31,40
E1	M3	1,98	1,00	1,99	18,60	31,95
E2	M1	2,00	1,02	2,06	18,40	33,40
E2	M2	1,95	0,99	2,18	18,90	32,45
E2	M3	1,92	0,92	2,14	18,00	32,65
T1		1,98	1,05	2,10	18,90	30,80
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,0081 <sup>NS</sup>	0,40 <sup>NS</sup>	0,1750 <sup>NS</sup>	1,11 <sup>NS</sup>	1,50 <sup>NS</sup>
DMS		0,17	0,17	0,23	1,13	3,72
CV (%)		4,33	8,48	5,66	3,07	5,92

\* ( $p < 0,05$ ); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a laço do estádio V4 do milho; T1 – milho solteiro a 0,45 m.

Para o milho solteiro espaçado a 0,90 m entre fileiras os valores das características fitotécnicas altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colo, número de fileiras por espiga de milho e número de grão por fileira não houve diferença significativa entre a testemunha e o milho consorciado (Tabela 12).

**Tabela 12.** Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fator		Altura planta (m)	Altura espiga (m)	Diâmetro colmo (cm)	Nº de fileiras por espiga	Nº de grãos por fileira
Espaçamento	Modalidade					
E1	M1	2,02	1,06	1,95	19,10	30,45
E1	M2	1,97	1,11	2,16	18,45	31,40
E1	M3	1,98	1,00	1,99	18,60	31,95
E2	M1	2,00	1,02	2,06	18,40	33,40
E2	M2	1,95	0,99	2,18	18,90	32,45
E2	M3	1,92	0,92	2,14	18,00	32,65
T2		1,87	1,00	2,00	18,90	33,25
Valor F - Fatorial x Testemunha		4,84 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	1,46 <sup>NS</sup>	0,96 <sup>NS</sup>	1,57 <sup>NS</sup>
DMS		0,17	0,20	0,24	1,21	3,49
CV (%)		4,43	10,04	5,98	3,30	5,50

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a laço do estádio V4 do milho; T2 – milho solteiro a 0,90 m.

De acordo com os dados analisados entre os milhos solteiros nos dois espaçamentos e os tratamentos, pode-se avaliar que o consórcio do milho com as forrageiras foi benéfico, não interferindo nas características fitotécnicas do milho, levando em consideração que para a manutenção do sistema de cultivo plantio direto o consórcio é essencial. Esses resultados corroboram com os encontrados por Correia, Leite & Fuzita (2013) que estudando o consórcio do milho com a *Urochloa ruziziensis* obtiveram melhores resultados fitotécnicos do milho consorciado, em comparação ao milho solteiro.

Para os dados de população final de milho, massa de mil grãos e produção de grãos, Tabela 13, pode-se observar que houve diferença entre essas variáveis quando o fator analisado foi espaçamento entre fileiras. Demonstrando que, mesmo com quantidades inferiores de população final de plantas, o espaçamento de 0,90 m entre fileiras de plantas obteve melhores resultados em relação ao espaçamento de 0,45 m sem diferir, para estes resultados, entre as modalidades de semeadura da *Urochloa*.

**Tabela 13.** Valores médios obtidos para população final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos.

Fator		População Final (plantas ha <sup>-1</sup> )	Massa mil grãos (kg)	Produção de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Espaçamento (E)	E1	55.574,07 a	0,26 b	9.921,86 b
	E2	42.592,59 b	0,29 a	12.037,36 a
Modalidade Semeadura (M)	M1	47.083,33	0,27	10.782,18
	M2	47.833,33	0,27	10.872,32
	M3	52.333,33	0,27	11.284,34
Valor de F	E	22,815*	12,587 *	9,401 *
	M	1,455 <sup>NS</sup>	0,005 <sup>NS</sup>	0,201 <sup>NS</sup>
	E*M	0,915 <sup>NS</sup>	2,042 <sup>NS</sup>	0,342 <sup>NS</sup>
DMS	E	5.792,78	0,015	1.470,60
	M	8.650,48	0,023	2.196,08
CV (%)		13,56	6,54	15,39

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A população final de plantas de milho obteve diferença entre os espaçamentos entre fileiras, que pode ser explicado devido a má distribuição das sementes de milho no espaçamento de 0,90 m com um número maior de espaçamentos falhos entre plantas, como já explicado anteriormente, resultando em menor população final de plantas. Schimandei et al. (2006) cita vários fatores responsáveis pela redução da população de plantas de milho no campo e dentre elas está a falha na distribuição longitudinal de plantas.

Para os dados de massa de mil grãos a diferença significativa entre os espaçamentos de 0,45 m e 0,90 m demonstra que o arranjo espacial fornecido pelas plantas de milho espaçadas a 0,90 m proporcionaram um melhor aproveitamento das variáveis ambientais, solo, água e luz solar. Esse fato está associada, possivelmente, a variável população final de plantas que possibilitou menor competição intraespecífica entre as plantas de milho. Corroborando com dados de Argenta et al. (2001) que obtiveram dados menores de massa de mil grãos quando a população de plantas aumentou.

A produção de grãos de milho apresentou valores satisfatórios para o milho espaçado a 0,90 m mesmo este estando com população de plantas ha<sup>-1</sup> abaixo do milho espaçado a 0,45 m. A modalidade de semeadura em nada interferiu a produção de grãos. Isso levando em consideração que, para ambos os fatores estudados, os valores de produção de grãos foram satisfatório, acima da média nacional para produção que fica em torno de 4.500 kg ha<sup>-1</sup>

(EMBRAPA, 2012). Esse resultado pode ser associado a maior massa de mil grãos no espaçamento de 0,90 m e a um outro fator que seria a prolificidade do milho. De acordo com Ritchie, Hanwey & Benson (2003) em populações de milho menos adensadas há tendência de aumentar a prolificidade do milho. Os dados de produção de milho corroboram com os dados de Torres et al. (2013) onde os dados de produção de grãos assim como o de massa de mil grãos foram maiores para o milho espaçado a 0,90 m comparado com o milho espaçado a 0,45 m. E ainda com os dados encontrados por Calonego et al. (2011), que estudando diferentes populações de plantas de milho e diferentes espaçamentos da mesma observaram que para as populações de 45.000 e 60.000 plantas ha<sup>-1</sup> as produções não diferiram, com resultados melhores para o espaçamento de 0,90 m. Borghi & Crusciol (2007), estudando o consórcio do milho com outra espécie do táxon genérico *Urochloa* em diferentes espaçamentos, afirma que a produtividade de grãos de milho é menor no espaçamento de 0,45 m quando este está consorciado com a *Urochloa*.

Na Tabela 14 e 15 são apresentados os dados de população final, massa de mil grãos e produção de grãos para o milho solteiro a 0,45 m e 0,90 m, respectivamente, comparando-os com todos os tratamentos estudados no presente trabalho.

Comparando os dados de população, massa de mil grãos e produção de grãos, entre os tratamentos e o milho solteiro a 0,45 m, pode observar que somente houve diferença significativa entre a variável população final de plantas, onde o milho solteiro a 0,45 m obteve população maior somente quando comparados aos tratamentos com o milho espaçado a 0,90 m. Demonstrando que o espaçamento entre fileiras interferiu na população final de plantas devido a fatores já explicados, como a distribuição longitudinal, e que o consórcio do milho com a *Urochloa ruziziensis* em nada interferiu na massa de mil grãos e na produção de grãos com o milho espaçado a 0,45 m.

**Tabela 14.** Valores médios obtidos para população final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fator		População Final	Massa mil grãos	Produção de grãos
Espaçamento	Modalidade	(plantas ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(kg ha <sup>-1</sup> )
E1	M1	51.111,11 a	267,90	9485,46
E1	M2	54.833,33 a	270,59	9652,31
E1	M3	60.777,77 a	254,29	10627,82
E2	M1	43.055,55 b	286,56	12078,90
E2	M2	40.833,33 b	283,58	12092,33
E2	M3	43.888,89 b	301,50	11940,86
T1		56.277,77 a	270,07	10820,63
Valor F - Fatorial x Testemunha		4,52 *	0,62 <sup>NS</sup>	0,0379 <sup>NS</sup>
DMS		12.352,03	34,02	298,04
CV (%)		12,50	6,24	13,79

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a laço do estádio V4 do milho; T1 – milho solteiro a 0,45 m.

Na Tabela 13 pode-se observar que os dados de massa de mil grãos e produção de grãos de milho em nada diferiram do milho solteiro a 0,90 m. Evidenciando mais uma vez que o consórcio do milho com a *Urochloa ruziziensis* é viável e não interfere na produção do milho. Para a população final de plantas, a diferença se deu devido aos espaçamentos, pois o milho solteiro a 0,90 m obteve resultados inferiores somente quando comparados aos tratamentos com espaçamento de 0,45 m.

**Tabela 15.** Valores médios obtidos para população final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fator		População Final	Massa mil grãos	Produção
Espaçamento	Modalidade	(plantas ha <sup>-1</sup> )	(kg)	(kg ha <sup>-1</sup> )
E1	M1	51111,11	267,90	9485,46
E1	M2	54833,33	270,59	9652,31
E1	M3	60777,77	254,29	10627,82
E2	M1	43055,55	286,56	12078,90
E2	M2	40833,33	283,58	12092,33
E2	M3	43888,89	301,50	11940,86
T2		40833,33	295,70	11953,61
Valor F - Fatorial x Testemunha		6,8481 *	4,035 <sup>NS</sup>	1,42 <sup>NS</sup>
DMS		11510,61	33,25	2984,52
CV (%)		12,19	6,02	13,61

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a laço do estádio V4 do milho; T2 – milho solteiro a 0,90 m.

A produção do milho demonstrou que para as condições do presente trabalho, o espaçamento de 0,90 m entre fileiras de milho consorciado com a *Urochloa ruziziensis* na linha do milho é mais indicado levando em consideração a maior produção de grãos no espaçamento de 0,90 m e a fatores operacionais da semeadura da *Urochloa*. Mesmo não havendo diferença significativa entre as modalidades de semeadura da *Urochloa* para a produção de milho, a semeadura da forrageira na linha do milho diminui os gastos e impactos ocasionados pelo uso de equipamentos agrícolas reduzindo os processos mecanizados. Para a semeadura na linha, as sementes de *Urochloa* são misturadas ao adubo e depositadas no solo no mesmo momento da semeadura do milho, não alterando o número de processos mecanizados. Diferentemente das modalidades de semeadura a laço onde é necessário a utilização de um outro processo mecanizado alterando o tráfego na área e o consumo energético da produção.

#### 4.5 Matéria Seca

De acordo com os dados de matéria seca do milho e da *Urochloa ruziziensis* apresentados na Tabela 16, pode observar diferença significativa apenas para a produção de matéria seca do milho.

**Tabela 16.** Valores médios obtidos para matéria seca de milho e matéria seca de *Urochloa ruziziensis* e matéria seca total.

Fator		Matéria seca de Milho (kg ha <sup>-1</sup> )	Matéria seca de <i>Urochloa</i> (kg ha <sup>-1</sup> )	Matéria seca total (kg ha <sup>-1</sup> )
Espaçamento (E)	E1	8.995,30 a	1.713,93	11.143,57 a
	E2	5.759,95 b	2.008,60	8.057,15 b
Modalidade Semeadura (M)	M1	8.092,54	1.925,87	10.120,64
	M2	6.698,58	2.058,54	9.333,13
	M3	7.341,75	1.599,39	9.347,30
Valor de F	E	38,42*	2,45 <sup>NS</sup>	31,0*
	M	2,38 <sup>NS</sup>	2,10 <sup>NS</sup>	0,88 <sup>NS</sup>
	E*M	0,18	1,50 <sup>NS</sup>	0,08 <sup>NS</sup>
DMS	E	1.112,55	401,23	1181,51
	M	1.661,39	599,17	1744,38
CV (%)		17,33	24,77	14,4

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

O milho espaçado a 0,45 m obteve resultados de matéria seca acima dos dados obtidos no milho espaçado a 0,90 m. Tal resultado é explicado devido a população final de plantas ser maior no espaçamento de 0,45 m ocasionada por distribuição longitudinal de plantas mais uniformes com percentuais de espaçamentos normais mais elevados, não havendo influência da modalidade de semeadura da *Urochloa* para a produção de matéria seca do milho. De acordo com dados apresentados por Sangoi et al. (2005) a matéria seca produzida por planta de milho diminui com o adensamento da população. Fato que não ocorre no presente trabalho, pois a relação entre a matéria seca de milho produzida e a população final evidencia que a matéria seca produzida por planta é maior para o espaçamento de 0,45m mesmo com maior poluição final de plantas.

Para os dados de matéria seca de *Urochloa* mesmo não havendo diferença significativa as quantidades de matéria seca não foram satisfatória se comparadas com dados

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<sup>-1</sup>. Porém são muito semelhantes aos 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. Os dados apresentados pelos autores indicam valores de produção de matéria seca de *Urochloa ruziziensis* próximos a 1.000 kg ha<sup>-1</sup> coletados na maturidade fisiológica do milho.

Os dados de matéria seca total demonstram que há diferença em relação ao espaçamento entre fileiras de milho devido a maior quantidade de matéria seca formada pelo milho semeado a 0,45 m. Mesmo havendo diferença entre a matéria seca produzida pode-se observar que ambos os espaçamentos produziram matéria seca suficiente para a manutenção do sistema plantio direto, conforme EMBRAPA (2010) que cita valores ideais em torno de 6.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Para os dados de matéria seca apresentados nas tabelas 17 e 18 são observado as comparações entre as testemunhas de milho espaçados a 0,45 m e 0,90 m e o tratamentos consorciados.

**Tabela 17.** Valores médios obtidos para matéria seca de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fator		Matéria seca de Milho
Espaçamento	Modalidade	(kg ha <sup>-1</sup> )
E1	M1	9657,37
E1	M2	8157,00
E1	M3	9171,54
E2	M1	6527,72
E2	M2	5240,17
E2	M3	5511,96
T1		8672,21
Valor F - Fatorial x Testemunha		2,88 <sup>NS</sup>
DMS		2783,93
CV (%)		18,67

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a laço do estádio V4 do milho; T1 – milho solteiro a 0,45 m.

**Tabela 18.** Valores médios obtidos para matéria seca de milho e matéria seca de *Urochloa ruziziensis* em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fator		População Inicial
Espaçamento	Modalidade	(plantas ha <sup>-1</sup> )
E1	M1	9657,37
E1	M2	8157,00
E1	M3	9171,54
E2	M1	6527,72
E2	M2	5240,17
E2	M3	5511,96
T2		6727,08
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,61 <sup>NS</sup>
DMS		3044,84
CV (%)		21,20

\* (p<0,05); <sup>NS</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

E1 – espaçamento 0,45 m; E2 – espaçamento 0,90 m; M1 – *Urochloa* semeada na linha do milho; M2 – *Urochloa* semeada a laço no dia da semeadura do milho; M3 – *Urochloa* semeada a laço do estádio V4 do milho; T2 – milho solteiro a 0,90 m.

Os dados de matéria seca do milho solteiro em nada diferenciou dos dados de milho consorciado para ambos os espaçamentos e todas as modalidades de semeadura da *Urochloa ruziziensis*, mesmo na semeadura a laço da forrageira no estádio V4 do milho onde era esperado um resultado melhor para a cultura do milho.

Observando os dados de matéria seca do milho e da *Urochloa* pode-se dizer que para manutenção da palhada no solo no sistema plantio direto ambos os tratamentos utilizados são satisfatórios com quantidades suficientes de palhada e sem haver diferença entre ambos. Discordando de trabalhos já citados anteriormente que falam que para a produção de matéria seca da *Urochloa* consorciada com o milho os espaçamentos de 0,90 m proporciona maiores quantidades de matéria seca da forrageira.

## 5. CONCLUSÃO

- O arranjo espacial do milho espaçado a 0,90 m proporcionou menor exigência na barra de tração do conjunto trator-semeadora para os parâmetros força e potência média.
- O arranjo espacial da cultura do milho em ambos os espaçamentos e modalidades de semeadura da *Urochloa ruziziensis* não interferiram nas características agronômicas do milho como altura de planta, diâmetro do colmo, número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira;
- O milho espaçado a 0,90 m entre fileiras obteve melhores resultados para a produção de grãos.
- O milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* preserva suas características agronômicas assim como a produção de grãos.
- O arranjo espacial do milho espaçado a 0,90 m associado a modalidade de semeadura da *Urochloa ruziziensis* na linha é mais indicada devido a fatores operacionais, tais como menor exigência de força e potência na barra de tração e maior produção de grãos de milho;
- A matéria seca produzida foi satisfatória para a manutenção do sistema plantio direto em todos os tratamentos avaliados com valores maiores de produção para o milho espaçado a 0,45 m entre fileiras;

## REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.
- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, p. 717-723, 2001.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE). Agricultural Machinery Management. EP 496.2. In: ASAE standards: Standards engineering practices data. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1999. p. 353-358.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS (ASABE). ASAE D497.5: agricultural machinery management data. In: \_\_\_\_\_. *ASABE standards 2006*. St. Joseph: ASABE, 2006. p. 391-398.
- ANDREOLLA, V. R. M. **Integração lavoura-pecuária: atributos físicos do solo e produtividade das culturas do feijão e milho**. 2010. 139 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- 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.
- ARGENTA, G., SILVA, P. R. F. D., SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência rural. Santa Maria**. v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- 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 linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.
- BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A.; CUNHA, S. A.; PIFFER, C. R. Demanda energética da semeadura do milho em diferentes manejos do solo e espaçamentos entre linhas. **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.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 559-568, 2008.
- 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.

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

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011.

CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A. G. D.; RALISCH, R. Performance of MAGNUM 2850 seeder in nontillage in the basaltic soil of Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 523-532, 2000.

CAVICHIOLO, F. A., FURLANI, C. E. A., TOLEDO, A. D., SILVA, R. D., & RIBEIRO, C. Resistência mecânica do solo à penetração na fileira e entrefileira de cana-de-açúcar em função da mecanização. **Engenharia na Agricultura**, v. 20, p. 46-51, 2012.

CEPIK, C. T. C.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo, em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.447-457, 2005.

CHERUBIN, M. R.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; DA ROCHA, E. M. T.; BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P. Desempenho agrônômico do milho em sucessão a espécies de cobertura do solo sob sistema plantio direto no sul do Brasil. **Global Science and Technology**, v. 7, n. 1, 2014.

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.

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.

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, H.; FERNANDES, H. C.; CAMPOS, D. S.; TEIXEIRA, M. M.; LEITE, D. M. Deslizamento de rodados de tratores de pneus em diferentes operações agrícolas. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 330-336, 2012.

COIMBRA, C. H. G.; DE ASSIS PERINA, R.; FAUSTO, D. A. Análise econômica de um sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista iPecege**, v. 1, p. 63-80, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v. 1 - Safra 2013/14, n. 10 - Décimo Levantamento, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 21. Jun. 2014.

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.

COSTA, A. S. V.; GALVÃO, E. R.; SILVA, M. B.; PREZOTTI, L.; RIBEIRO, J. M. O. Densidades populacionais de milho na região do vale do rio doce/corn population densites in the vale do rio doce. **Ceres**, v. 52, n. 299, 2005.

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.

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. D. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

DIAS, V. O.; ALONÇO A. S.; BAUMHARDT, U. B.; BONOTTO, G. J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1721-1728, 2009.

DOMINGUES, A. N.; ABREU, J. G. D.; CANEPPELE, C.; REIS, R. H. P. D.; BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, C. M. D. Agronomic characteristics of corn hybrids for silage production in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 7-12, 2013.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; 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, 2003.

EMBRAPA – EMBRAPA SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2011.

EMBRAPA – EMBRAPA MILHO E SORGO. Sistema de Produção, 1. **Cultivo do Milho: Manejo de Solos**. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição. Set./2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/ferorganica.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/ferorganica.htm)> Acesso em: 05 jun. 2015.

EMBRAPA – EMBRAPA MILHO E SORGO. Sistema de Produção, 1. **Cultivo do Milho: Apresentação**. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 8ª edição. Set./2012. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/index.htm)> Acesso em: 14 jun. 2015.

EMBRAPA – EMBRAPA MILHO E SORGO. **Milho – cultivares para 2013/2014**. Sete Lagoas, MG. Disponível em: < <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/>> Acesso em: 13 jun. 2015.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Embrapa Cerrados, 2008.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, v. 40, n. 1, p. 21-27, 2012.

FREITAS, R. J.; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F. L. S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*1. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 43, n. 1, p., 2013.

FURLANI, C. E.; LOPES, A.; SILVA, R. D. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 458-464, 2005.

FURLANI, Carlos Eduardo Angeli et al. 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. 01, p. 345-352, 2008.

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, L. C.; JASPER, R.; JASPER, M. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, 2006.

GONÇALVES, S. L.; FRANCHINI, J. C. **Integração lavoura-pecuária**. Embrapa Soja, 2007.

HE, J.; LI, H.; RASAILY, R. G.; WANG, Q.; CAI, G.; SU, Y.; LIU, L. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. **Soil and Tillage Research**, v. 113, n. 1, p. 48-54, 2011.

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.

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.

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.

LANDERS, J. N. **Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience**. Food & Agriculture Org., 2007.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. D. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 658-767, 2011.

MACHADO, R. L. T.; FERREIRA, M. F.; MACHADO, A. L. T.; DOS REIS, Â. V.; BUTZKE, H. P. Força de tração de semeadoras para plantio direto: informações de campo x informações de catálogo. **Tecno-Lógica**, v. 11, n. 1, p. 15-17, 2007.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.150-157, 2004.

MANTOVANI, E.C. Compactação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v.13, n.147, p.52-55, 1987. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57313/1/Compactacao-solo.pdf>. Acesso em: 20 de jun. 2015.

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.aptaregional.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. 2015.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

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 linhas de semeadura utilizadas por uma semeadora-adubadora de precisão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 465-473, 2005.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

NAGAOKA, A. K.; NOMURA, R. H. C. Tratores: semeadura. **Cultivar Máquinas**. v. 18, n. 1, p. 24-26, 2003.

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

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.

PACHECO, E. P.; MANTOVANI, E. C.; MARTYN, P. J.; DE OLIVEIRA, A. C. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 3, p. 209-214, 1996.

- PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1228-1236, 2013.
- PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010.
- 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.
- PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Fatores que interferem no resultado do milho. **Campo e Negócio**, v. 5, n. 68, p. 24-27, 2008.
- PORTO, A. P. F.; DE VASCONCELOS, R. C.; VIANA, A. E. S.; ALMEIDA, M. R. S. Variedades de milho a diferentes espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista-BA1. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 208-214, 2011.
- PRADO, R. M.; TORRES, J. L.; ROQUE, C. G.; OSVALDO, C. Semente de milho sob compressão do solo e profundidade de semeadura: influência no índice de velocidade de emergência. **Scientia Agrária**, v. 2, n. 1, p. 55-59, 2001.
- REIS, E. F.; CUNHA, J. P. A.; FERNANDES, H. C.; RONDÓN, P. P. Influência de mecanismos Rompedores de solo no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto. **Revista Ciências Técnicas Agropecuarias**, v. 12, n. 4, p. 1-5, 2003.
- RESENDE, S. G.; PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 03, 2010.
- RIBAS, M. R.; TAVARES, C. J.; REZENDE, B. P. M.; CUNHA, P. C. R.; JAKELAITIS, A. Competição de híbridos de milho com plantas daninhas em dois espaçamentos entrelinhas. **Global Science and Technology**, v. 6, n. 2, 2013.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Arquivo do agrônomo nº 15 - Informações agronômicas nº 103. Set/2003. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/\\$FILE/Encarte103.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/$FILE/Encarte103.pdf)> Acesso em: 13 jun. 2015.
- ROBOREDO, D.; MAIA, J. C. D. S.; OLIVEIRA, O. D.; ROQUE, C. G. Uso de dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica de um latossolo vermelho distrófico. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 308-314, 2010.
- ROQUE, C.G., CENTURION, J.F., ALENCAR, G.V., BEUTLER, A.N., PEREIRA, G.T., ANDRIOLI, I. Comparação de dois penetrômetros na avaliação da resistência à penetração de

um Latossolo Vermelho sob diferentes usos. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v.25, n.1, p. 53-57, 2003.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.; GRACIETTI, M.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHMITT, A.; BIANCHIT, P. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 1, p. 25-31, 2005.

SANTOS, A. J. M., GAMERO, C. A., BACKES, C., SALOMÃO, L. C., & BICUDO, S. J. Desempenho de discos de corte de semeadora-adubadora em diferentes quantidades de cobertura vegetal. **Energia na Agricultura**, v. 25, n. 4, p. 17-30, 2010.

SANTOS, L. D. T.; SALES, N. L. P; DUARTE, E. R.; OLIVEIRA, F. L. R.; MENDES, L. R. **Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para produção sustentável nos trópicos**. Montes Claros, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010, 142p.

SCHIMANDEIRO, A.; WEIRICH NETO, P. H.; GIMENEZ, L. M.; COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Distribuição longitudinal de plantas de milho (*Zea mays* L.) na região dos Campos Gerais, Paraná. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 977-980, 2006.

SEIFFERT, N. F. **Gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria**. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, 1980.

SEKI, A. S.; BENEZ, S. H.; SILVA, P. R. A. Desempenho operacional de semeadora e produtividade do milho em plantio direto e cultivo mínimo. **Energia na Agricultura**, v. 27, n. 1, p. 01-18, 2012.

SILVA, J. G.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P. M. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p. 7-12, 2000.

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.

SILVA, F. C.; SILVA, M. M.; LIBARDI, P. L. Aplicação de nitrogênio no cultivo de milho, sob sistema plantio direto: efeitos na qualidade física do solo e características agronômicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3513-3528, 2013.

TEIXEIRA, S. S.; REIS, A. V.; MACHADO, A. L. T. Longitudinal distribution of bean seeds in horizontal plate meter operating with one or two seed outlets. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 3, p. 569-574, 2013.

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.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.

TORRES, F. E.; LANGHI, G.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORRÊA, C. C.; OLIVEIRA, E. P. D. Desempenho de híbridos de milho cultivados em diferentes espaçamentos na região do cerrado brasileiro. **Rev. de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 411-416, 2013.

VERONESE, M.; FRANCISCO, E. A. B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C. A. Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1158-1165, 2012.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARAES JUNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

WEIRICH NETO, P. H.; SCHIMANDEIRO, A.; GIMENEZ, L. M.; COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Profundidade da deposição de semente de milho na região dos Campos Gerais, Paraná. **Eng. Agric**, v. 27, n. 3, p. 782-786, 2007.

## APÊNDICE A – TABELAS DE ANÁLISE DESCRITIVA

**Tabela 1.** Valores da análise descritiva dos dados para valores de resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) nas camadas de 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 30 cm e matéria seca inicial.

.Fatores	RMSP (MPa)			Matéria Seca inicial (kg há <sup>-1</sup> )
	0 - 10 cm	10 – 20 cm	20 – 30 cm	
Média	2,48	3,28	3,14	4812,6
Erro padrão	0,18	0,21	0,13	347,67
Mediana	2,35	3,19	3,23	4726,8
Modo	#N/D	4,68	3,29	#N/D
Desvio padrão	0,88	1,01	0,62	1703,27
Variância da amostra	0,79	1,01	0,38	2901138,33
Curtose	-0,58	-0,18	-0,41	-1,10
Assimetria	0,12	0,15	-0,29	-0,14
Intervalo	3,42	3,96	2,35	5604,8
Mínimo	0,85	1,22	1,85	2134,8
Máximo	4,27	5,18	4,20	7739,6
Soma	59,75	78,60	75,29	115502,4
Contagem	24	24,00	24,00	24

**Tabela 2.** Valores da análise descritiva dos dados para patinamento dos rodados dianteiro e traseiros do trator, velocidade de deslocamento, Força na barra de tração, Potência e Capacidade de campo operacional.

Fatores	Patinamento (%)		Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Força (kN)	Potência (kN)	CCO (ha h <sup>-1</sup> )
	PRD	PRT				
Média	7,75	5,22	4,02	21,34	23,77	10,17
Erro padrão	0,82	0,58	0,047	0,58	0,63	0,19
Mediana	7,51	4,37	4,05	20,95	24,34	10,13
Modo	6,12	2,55	4,15	#N/D	#N/D	11,20
Desvio padrão	4,00	2,82	0,23	2,84	3,07	0,95
Variância da amostra	16,04	7,99	0,05	8,08	9,45	0,91
Curtose	0,07	1,61	0,13	-1,35	-0,75	-0,92
Assimetria	0,63	1,23	0,26	0,14	-0,02	0,14
Intervalo	15,38	11,01	0,9	9,78	10,81	3,64
Mínimo	1,34	2,55	3,6	16,61	17,87	8,505
Máximo	16,72	13,56	4,5	26,39	28,68	12,15
Soma	186,02	125,24	96,43	512,2	570,52	244,19
Contagem	24	24	24	24	24	24

**Tabela 3.** Valores da análise descritiva dos dados para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho.

Fatores	Profundidade de semente (m)	Profundidade de adubo (cm)	Espaçamento normal (%)	Espaçamento falho (%)	Espaçamento duplo (%)
Média	0,53	10,94	68,39	23,90	7,71
Erro padrão	0,03	0,42	4,19	4,57	1,99
Mediana	0,50	11,32	72,45	18,80	0,00
Modo	0,45	10,50	50,00	0,00	0,00
Desvio padrão	0,14	2,05	20,55	22,39	9,76
Variância da amostra	0,02	4,22	422,14	501,33	95,29
Curtose	-0,32	0,22	0,76	-0,58	-0,47
Assimetria	-0,06	-0,32	-0,86	0,68	0,90
Intervalo	0,55	8,61	87,50	75,00	28,50
Mínimo	0,25	6,65	12,50	0,00	0,00
Máximo	0,80	15,26	100,00	75,00	28,50
Soma	12,80	262,47	1641,40	573,50	185,10
Contagem	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00

**Tabela 4.** Valores da análise descritiva dos dados para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fatores	Profundidade de semente (m)	Profundidade de adubo (cm)	Espaçamento normal (%)	Espaçamento falho (%)	Espaçamento duplo (%)
Média	0,55	10,88	69,88	21,06	8,98
Erro padrão	0,03	0,36	3,96	3,14	1,42
Mediana	0,53	11,08	74,00	18,50	7,75
Modo	0,70	10,50	73,00	0,00	0,00
Desvio padrão	0,15	1,92	20,95	16,64	7,50
Variância da amostra	0,02	3,70	438,99	276,94	56,26
Curtose	-0,43	0,49	0,43	-0,93	0,07
Assimetria	0,03	-0,24	-0,76	0,50	0,73
Intervalo	0,60	8,61	87,50	56,00	27,00
Mínimo	0,25	6,65	12,50	0,00	0,00
Máximo	0,85	15,26	100,00	56,00	27,00
Soma	15,50	304,50	1956,70	589,70	251,40
Contagem	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00

**Tabela 5.** Valores da análise descritiva dos dados para profundidade de semente, profundidade de adubo, espaçamento normal, falho e duplo entre plantas de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fatores	Profundidade de semente (m)	Profundidade de adubo (cm)	Espaçamento normal (%)	Espaçamento falho (%)	Espaçamento duplo (%)
Média	0,54	10,97	64,60	27,39	7,58
Erro padrão	0,02	0,39	4,36	3,50	1,19
Mediana	0,50	11,22	71,75	27,60	6,90
Modo	0,50	10,50	73,00	5,00	0,00
Desvio padrão	0,13	2,07	23,06	18,50	6,29
Variância da amostra	0,02	4,28	531,93	342,08	39,61
Curtose	-0,11	0,01	0,18	-0,70	1,91
Assimetria	-0,13	-0,16	-0,78	0,36	1,04
Intervalo	0,55	8,61	90,00	66,70	27,00
Mínimo	0,25	6,65	10,00	0,00	0,00
Máximo	0,80	15,26	100,00	66,70	27,00
Soma	15,05	307,12	1808,70	766,80	212,30
Contagem	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00

**Tabela 6.** Valores da análise descritiva dos dados para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira.

Fatores	Altura planta (m)	Altura de primeira espiga (m)	Diâmetro colmo (cm)	Nº de fileiras por espiga	Nº de grãos por fileira
Média	1,98	1,02	2,08	18,58	32,05
Erro padrão	0,02	0,02	0,03	0,12	0,39
Mediana	1,96	1,03	2,04	18,50	32,00
Modo	1,93	1,05	2,02	19,20	30,20
Desvio padrão	0,08	0,10	0,14	0,61	1,92
Variância da amostra	0,01	0,01	0,02	0,37	3,69
Curtose	0,39	-0,73	0,20	-1,00	-0,76
Assimetria	0,64	-0,03	0,85	-0,27	0,15
Intervalo	0,33	0,36	0,54	2,00	7,20
Mínimo	1,85	0,84	1,88	17,60	28,60
Máximo	2,18	1,20	2,42	19,60	35,80
Soma	47,48	24,48	49,94	445,80	769,20
Contagem	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00

**Tabela 7.** Valores da análise descritiva dos dados para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fatores	Altura planta (m)	Altura de primeira espiga (m)	Diâmetro colmo (cm)	Nº de fileiras por espiga	Nº de grãos por fileira
Média	1,98	1,02	2,08	18,62	31,87
Erro padrão	0,02	0,02	0,03	0,12	0,37
Mediana	1,96	1,03	2,06	18,70	32,00
Modo	1,93	1,11	2,02	19,20	32,00
Desvio padrão	0,08	0,10	0,13	0,62	1,94
Variância da amostra	0,01	0,01	0,02	0,38	3,76
Curtose	0,12	-0,66	0,33	-0,97	-0,71
Assimetria	0,67	-0,15	0,79	-0,29	0,13
Intervalo	0,33	0,36	0,54	2,00	7,20
Mínimo	1,85	0,84	1,88	17,60	28,60
Máximo	2,18	1,20	2,42	19,60	35,80
Soma	55,41	28,68	58,37	521,40	892,40
Contagem	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00

**Tabela 8.** Valores da análise descritiva dos dados para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga de milho e número de grãos por fileira em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fatores	Altura planta (m)	Altura de primeira espiga (m)	Diâmetro colmo (cm)	Nº de fileiras por espiga	Nº de grãos por fileira
Média	1,96	1,02	2,07	18,62	32,22
Erro padrão	0,02	0,02	0,03	0,12	0,35
Mediana	1,95	1,03	2,04	18,50	32,20
Modo	1,93	1,05	2,02	19,20	33,20
Desvio padrão	0,09	0,11	0,14	0,65	1,85
Variância da amostra	0,01	0,01	0,02	0,42	3,42
Curtose	1,09	-0,58	0,34	-0,66	-0,71
Assimetria	-0,03	-0,18	0,81	0,01	-0,06
Intervalo	0,45	0,40	0,56	2,40	7,20
Mínimo	1,73	0,80	1,86	17,60	28,60
Máximo	2,18	1,20	2,42	20,00	35,80
Soma	54,98	28,51	57,94	521,40	902,20
Contagem	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00

**Tabela 9.** Valores da análise descritiva dos dados para população inicial e final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos.

Fatores	População Final (plantas ha <sup>-1</sup> )	Massa mil grãos (kg)	Produção de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Média	49083,33	277,41	10979,62
Erro padrão	1854,73	4,43	374,48
Mediana	48333,33	274,84	10848,56
Modo	54888,89	#N/D	#N/D
Desvio padrão	9086,29	21,68	1834,56
Variância da amostra	82560654,84	469,96	3365599,46
Curtose	1,26	0,58	-0,82
Assimetria	-0,19	0,62	-0,05
Intervalo	42666,67	88,99	6359,39
Mínimo	25555,56	243,62	7791,72
Máximo	68222,22	332,60	14151,11
Soma	1178000,00	6657,81	263510,86
Contagem	24,00	24,00	24,00

**Tabela 10.** Valores da análise descritiva dos dados para população final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fatores	População Final (plantas ha <sup>-1</sup> )	Massa mil grãos (kg)	Produção de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Média	50111,11	276,36	10956,91
Erro padrão	1714,69	3,97	321,22
Mediana	49444,44	274,84	10919,57
Modo	54888,89	#N/D	#N/D
Desvio padrão	9073,29	21,02	1699,73
Variância da amostra	82324645,62	441,90	2889095,23
Curtose	0,87	0,62	-0,46
Assimetria	-0,33	0,64	-0,01
Intervalo	42666,67	88,99	6359,39
Mínimo	25555,56	243,62	7791,72
Máximo	68222,22	332,60	14151,11
Soma	1403111,11	7738,11	306793,41
Contagem	28,00	28,00	28,00

**Tabela 11.** Valores da análise descritiva dos dados para população final de plantas de milho, massa de mil grãos e produção de grãos em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fatores	População Final (plantas ha <sup>-1</sup> )	Massa mil grãos (kg)	Produção de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
Média	47904,76	280,02	11118,76
Erro padrão	1694,30	4,09	327,96
Mediana	47000,00	276,44	11176,14
Modo	54888,89	#N/D	#N/D
Desvio padrão	8965,40	21,62	1735,42
Variância da amostra	80378339,52	467,34	3011695,41
Curtose	0,86	0,05	-0,60
Assimetria	0,08	0,37	-0,26
Intervalo	42666,67	88,99	6359,39
Mínimo	25555,56	243,62	7791,72
Máximo	68222,22	332,60	14151,11
Soma	1341333,33	7840,63	311325,31
Contagem	28,00	28,00	28,00

**Tabela 12.** Valores da análise descritiva dos dados para matéria seca de milho e matéria seca de *Urochloa ruziziensis* e matéria seca total.

Fatores	Matéria seca de Milho (kg ha <sup>-1</sup> )	Matéria seca de <i>Urochloa</i> (kg ha <sup>-1</sup> )	Matéria seca total (kg ha <sup>-1</sup> )
Média	7377,63	2222,73	9600,36
Erro padrão	446,43	222,30	425,06
Mediana	7495,37	1962,80	9079,49
Modo	#N/D	#N/D	#N/D
Desvio padrão	2187,03	1089,03	2082,35
Variância da amostra	4783113,37	1185981,14	4336183,93
Curtose	-0,58	1,66	-1,19
Assimetria	0,23	1,46	0,31
Intervalo	8004,54	4016,40	6833,53
Mínimo	3281,59	956,80	6300,00
Máximo	11286,13	4973,20	13133,53
Soma	177063,08	53345,60	230408,68
Contagem	24,00	24,00	24,00

**Tabela 13.** Valores da análise descritiva dos dados para matéria seca de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,45 m.

Fatores	Matéria seca de Milho (kg ha <sup>-1</sup> )
Média	7562,57
Erro padrão	396,39
Mediana	7617,86
Modo	#N/D
Desvio padrão	2097,48
Variância da amostra	4399401,94
Curtose	-0,59
Assimetria	0,01
Intervalo	8004,54
Mínimo	3281,59
Máximo	11286,13
Soma	211751,92
Contagem	28,00

**Tabela 14.** Valores da análise descritiva dos dados para matéria seca de milho em comparação com a testemunha no espaçamento de 0,90 m.

Fatores	Matéria seca de Milho (kg ha <sup>-1</sup> )
Média	7284,69
Erro padrão	402,87
Mediana	7118,44
Modo	#N/D
Desvio padrão	2131,79
Variância da amostra	4544536,40
Curtose	-0,59
Assimetria	0,31
Intervalo	8004,54
Mínimo	3281,59
Máximo	11286,13
Soma	203971,42
Contagem	28,00