

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**EDUARDO AROUCHE DA SILVA**

**SEMEADURA E COMPONENTES AGRONÔMICOS DO MILHO, EM  
FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO CONJUNTO SEMEADORA-ADUBADORA**

**CHAPADINHA, MA**

**2019**

**EDUARDO AROUCHE DA SILVA**

**SEMEADURA E COMPONENTES AGRONÔMICOS DO MILHO, EM  
FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO CONJUNTO SEMEADORA-ADUBADORA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Washington da Silva Sousa.

Coorientador: Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida

Chapadinha, MA  
2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos  
pelo (a) autor (a).

Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

AROUCHE DA SILVA, EDUARDO.

SEMEADURA E COMPONENTES AGRONÔMICOS DO MILHO, EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO CONJUNTO SEMEADORA-ADUBADORA / EDUARDO AROUCHE DA SILVA. - 2019.

39 f.

Coorientador (a): EDMILSON IGOR BERNARDO ALMEIDA. Orientador (a): WASINGTON DA SILVA SOUSA.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Maranhão, CHAPADINHA, 2019.

1. Distribuição longitudinal. 2. Indicadores econômicos. 3. Produtividade. 4. Profundidade. 5. Zea mays. I. BERNARDO ALMEIDA, EDMILSON IGOR. II. DA SILVA SOUSA, WASINGTON. III. Título.

**EDUARDO AROUCHE DA SILVA**

**SEMEADURA E COMPONENTES AGRONÔMICOS DO MILHO, EM  
FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO CONJUNTO SEMEADORA-ADUBADORA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Defendido e aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ pela comissão examinadora constituída pelos professores:

---

Washington da Silva Sousa (Orientador)

Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP)

Professor adjunto do curso de Engenharia Agrícola (UFMA/CCAA)

---

Edmilson Igor Bernardo Almeida (Coorientador)

Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

Professor adjunto do curso de Agronomia (UFMA/CCAA)

---

Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira

Doutor em Ciência Animal Tropical pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Zootecnista da Universidade Federal do Maranhão (UFMA/CCAA)

À minha mãe, Inês Arouche da Silva, incansável incentivadora dos estudos, pela força, carinho, amor e compreensão em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Taynara e Walney, por acreditarem em mim e por toda amizade.

À Ana Karla da Silva Oliveira e sua família por me fazer acreditar que todo sonho é possível quando se tem pessoas amigas e verdadeiras ao nosso lado.

À minha família, em especial ao meu Avó, Raimundo Ferreira (*in memoriam*) pelo apoio incondicional, e por seus valiosos ensinamentos e exemplos, que sempre ficarão em minha memória, fazendo com que a saudade seja uma experiência leve e duradoura.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo, por me dar força e guiar meus passos para que eu alcançasse tal objetivo, colocando sempre pessoas especiais em meu caminho.

À minha mãe, Inês Arouche, por todo carinho, ajuda e por ser a peça fundamental na realização deste sonho. Obrigado mãe! Aos meus irmãos Taynara e Walney, por também fazerem parte dele.

Aos meus amigos Ana Karla e Carlos Augusto, pela amizade, carinho, companheirismo. Esse trio tem história. Obrigado por tudo.

Aos meus orientadores, Washington da Silva Sousa e Edmilson Igor Bernardo Almeida, pelas orientações, amizade, confiança, paciência e por tantos ensinamentos durante o nosso convívio. Eternamente grato pelas oportunidades que me deram.

Aos meus amigos Denilson, Breno, Thomersom, Gildilene, por me ajudarem durante esse tempo. Obrigado pela boa convivência vizinhança.

Aos meus amigos Carlos Rodolfo, Vitor Souza, Brígida, Carolzinha por todas as vezes que me estenderam a mão quando precisei.

Aos meus amigos Carol, Raimundo e Nilcéia por toda ajuda no início do curso.

Aos meus amigos Silas, Bruna Tássia, Mateus Matos, Joaz, Jhony pela amizade, ajuda e incentivo.

À minha amiga Katharine Batista por sua amizade, carinho, incentivo e ajuda inestimável no decorrer do curso. Obrigado pelas orientações.

À secretária da coordenação de Engenharia Agrícola, Neliane, pela paciência e amizade. A todos os professores, que durante esses quatro anos, me auxiliaram na busca do conhecimento, em especial ao professor Telmo José.

Ao Leonardo Taverny e ao Prof. Ricardo Araújo pela contribuição na realização deste trabalho.

À minha turma de 2015.2, em especial a Héliida, obrigado pela boa convivência.

À Fazenda Barbosa, em especial ao Fernando e Sr. Vitor, por abrirem as portas para realização deste trabalho.

A todos membros dos grupos de pesquisas GETAP e NEPF pelo empenho na implantação do experimento e coleta de dados, em especial ao Jarlyson, Mádilo, Baby, João, Mirla, Marcelo e Tiago.

Ao setor de Assistência estudantil, em especial ao Francisco Loyola.

À Universidade Federal do Maranhão, campus de Chapadinha e o seu corpo docente que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

A todos amigos que conquistei no CCAA e em Chapadinha que, embora não tenha citado os nomes contribuíram de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Meu muito obrigado.

*Cada um de nós compõe a sua história  
Cada ser em si  
Carrega o dom de ser capaz  
E ser feliz.*

*(Almir Eduardo Melke Sater / Renato Teixeira De Oliveira)*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
RESUMO .....	12
1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3.1 Aspectos sobre a cultura do milho .....	15
3.2 Semeadoras-adubadoras.....	15
3.3 Velocidade de deslocamento na operação de semeadura e produtividade do milho.16	
3.4 Indicadores econômico-financeiros .....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	19
4.1 Caracterização da área de estudo .....	19
4.2 Delineamento experimental .....	20
4.3 Condições experimentais .....	20
4.4 Variáveis avaliadas .....	21
4.5 Análise estatística.....	22
4.6 Avaliação econômico-financeira .....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5 CONCLUSÃO .....	33
REFERÊNCIAS .....	34

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização da área experimental .....	20
<b>Figura 2.</b> Croqui da área experimental .....	20
<b>Figura 3.</b> Dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura mínima e máxima (°C) registrado para a mesorregião Leste Maranhense, entre os meses de janeiro e maio de 2019.....	23
<b>Figura 4.</b> Gráfico de correlação de Pearson para as variáveis profundidade (PROF), altura de (AP), altura de inserção de primeira espiga (AIPE), diâmetro de colmo (DC), número de espigas em 4 m <sup>2</sup> (NE), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro da espiga sem palha (DESP).....	30
<b>Figura 5.</b> Gráfico de dispersão dos escores canônicos de Fisher a partir das variáveis, profundidade (PROF), número de espigas em 4 m <sup>2</sup> (NE), comprimento de espiga sem palha (CESP), diâmetro de espiga sem palha (DESP), número de fileiras (NF), altura de planta (AP), comprimento de folha (CF), largura de folha (LF), produtividade (PROD), número de grãos por fileira (NGF).....	31

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Estimativa de custo de produção para a cultura do milho na mesorregião Leste Maranhense, 2019.....	23
<b>Tabela 2.</b> Efeito da velocidade de semeadura na profundidade de disposição de sementes de milho. ....	24
<b>Tabela 3.</b> Efeito da velocidade de semeadura na distribuição longitudinal de sementes de milho. ....	25
<b>Tabela 4.</b> Efeito da velocidade de semeadura sobre a altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF), aos 10, 15, 30 e 40 dias após semeadura (DAS).....	27
<b>Tabela 5.</b> Efeito da velocidade de semeadura para os parâmetros, inserção de primeira espiga (AIPE, cm), número de espiga (4m <sup>2</sup> ), comprimento de espiga sem palha (CESP), diâmetro de espiga sem palha (DESP), número de fileira por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e produtividade (PROD).....	28
<b>Tabela 6.</b> Indicadores econômicos da produção de milho, em função de três velocidades de semeadura na mesorregião Leste Maranhense, 2019.....	32

## RESUMO

A qualidade de semeadura está relacionada a fatores edafoclimáticos e operacionais. O erro na distribuição, deposição e profundidade das sementes podem ser influenciados pela velocidade de semeadura do milho e ocasionar efeitos negativos sobre o rendimento da cultura. Embora bem consolidadas em diferentes fronteiras agrícolas de grãos, no Brasil, estas recomendações permanecem escassas no leste maranhense. Objetivou-se avaliar a qualidade de semeadura, crescimento, produtividade e indicadores econômicos do milho, sob diferentes velocidades de semeadura, em lavoura comercial situada na mesorregião Leste Maranhense. Adotou-se o delineamento em faixas, com três tratamentos, sendo as velocidades de semeadura (4,0; 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>) e nove repetições, perfazendo o total de 27 unidades. Avaliou-se a profundidade de deposição de sementes, a distribuição longitudinal, o desenvolvimento da cultura aos 10, 15, 30 e 40 dias após a semeadura (DAS), rendimentos produtivos e indicadores econômicos. O aumento da velocidade do conjunto adubadora-semeadora, na operação de semeadura do milho na velocidade de 8,0 km h<sup>-1</sup>, causou aumento de espaçamentos falhos e duplos, redução de espaçamentos normais e da profundidade de disposição da semente, com fortes impactos negativos sobre o crescimento e rendimento produtivo da cultura. A maior produtividade foi alcançada na velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup> tornando-o mais eficiente em termos econômicos. Portanto, recomenda-se a velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup>, para a semeadura do milho, nas condições edafoclimáticas do Leste Maranhense.

**Palavras-chave:** Distribuição longitudinal, indicadores econômicos, profundidade, *Zea mays*.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal com grande importância econômica e social no mundo, sendo o cereal com maior volume de produção (SANTOS et al., 2018). Segundo levantamento de avaliação de safra 2018/2019 realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2019), a produção total de milho ficou em torno de 99,984 milhões de toneladas, representando um acréscimo de 23,9% em relação ao ocorrido na safra anterior; as regiões Centro-Oeste e Sul representaram as maiores participações com 52,83% e 25,31%, respectivamente, seguidas das regiões Sudeste (12,15%), Nordeste (6,62%) e Norte (3,07%).

A adoção de novas tecnologias, como o plantio direto, a biotecnologia, o aumento dos investimentos em processos relacionados ao controle de pragas e doenças, a otimização de insumos agrícolas e tecnologias de precisão, possibilitaram resultados positivos (ARTUZO et al., 2017), colocando a produção do milho em outro patamar produtivo.

Com produção ainda pouco expressiva, a região Nordeste atingiu uma produção de 6.445,8 mil toneladas na safra 2018/2019, com destaques para os estados Piauí, Maranhão e Bahia, que juntos correspondem aproximadamente 80% da produção total da região (CONAB, 2019). A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (DUARTE, 2019).

Para Souza e Cunha (2012), a qualidade de semeadura e tecnologias adotadas nesta atividade, são fatores primordiais para manter a uniformidade da cultura, e conseqüentemente obter-se boa produtividade. No entanto, vários fatores interferem na implantação da cultura, dentre eles podemos destacar a semente, solo, máquina, clima, operador e a velocidade do conjunto trator semeadura-adubadora (BOTTEGA et al., 2014a). No qual a velocidade de semeadura constitui-se como uma das mais importantes (VIAN et al., 2016).

O aumento da velocidade na operação de semeadura pode influenciar negativamente no estabelecimento da cultura. Elevadas velocidades podem resultar em sulcos mais profundos, o que compromete a germinação, emergência e, conseqüentemente, a população de plantas (TROGELLO et al., 2013a). Além de propiciar aumento no número de sementes falhas (TROGELLO et al., 2013b; SANTOS et al., 2016).

De acordo com Chioderoli et al. (2012), falhas na semeadura podem propiciar incremento nas perdas de grãos, durante a colheita mecanizada, fato que influencia na produtividade e lucro final do produtor. E ainda, acrescentam que a distribuição uniforme da palha sobre o solo é de fundamental importância para o bom desempenho da semeadora, permitindo maior eficiência operacional, melhor controle de plantas daninhas e distribuição regular de sementes, promovendo maior qualidade operacional.

Na agricultura moderna há a necessidade de se produzir cada vez mais alimentos, minimizar custos operacionais (VASCONCELOS et al., 2018). Devido aos efeitos negativos da velocidade de semeadura na distribuição das sementes de milho, no sulco, as semeadoras-adubadoras têm sofrido modificações que visam melhorar a eficiência e a maximização de produtividade (SILVA; GAMERO 2010).

A mesorregião Leste Maranhense é uma fronteira agrícola em expansão e de grande importância para a produção agrícola do estado, no entanto os estudos científicos na área da mecanização agrícola, mais especificamente na semeadura das culturas, ainda são escassos. Portanto, a validação do desempenho da semeadora-adubadora sob diferentes características de manejo torna-se indispensável aos produtores que buscam competitividade de mercado e sucesso na produtividade da lavoura nesta região.

Em face ao exposto, objetivou-se avaliar a qualidade de semeadura, crescimento, produtividade e indicadores econômicos do milho, sob diferentes velocidades de semeadura, em lavoura comercial situada na mesorregião Leste Maranhense.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a qualidade de semeadura, crescimento, produtividade e indicadores econômicos do milho, sob diferentes velocidades de semeadura, em lavoura comercial situada na mesorregião Leste Maranhense.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a profundidade de disposição das sementes no sulco;
- Avaliar a distribuição longitudinal das sementes no sulco;
- Avaliar o desenvolvimento e a produtividade da cultura;
- Quantificar os indicadores econômico-financeiros para cada velocidade.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Aspectos sobre a cultura do milho**

O milho pertence à classe Liliopsida, família Poaceae, gênero *Zea*, sendo classificado cientificamente como *Zea mays* L. Os primeiros registros do cultivo do milho datam de 7.300 anos atrás, e foram encontrados em pequenas ilhas próximas ao litoral do México (DOEBLEY, 1994). A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (DUARTE, 2019).

A sua grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, o milho tem sido cultivado em diferentes condições de ambiente, desde regiões frias até em regiões quentes, com baixas altitudes e latitudes, gerando diferentes potenciais de produtividade (ARTUZO, 2019).

Na evolução mundial de produção de milho, o Brasil tem destaque como terceiro maior produtor, superando a marca de 99,984 milhões de toneladas (CONAB, 2019), superado apenas pelos Estados Unidos e pela China (FIESP, 2019). A implementação de novas tecnologias, como o plantio direto, a biotecnologia, o aumento dos investimentos em processos relacionados ao controle de pragas e doenças, a otimização de insumos agrícolas e tecnologias de precisão, possibilitaram resultados positivos (ÁVILA et al., 2015; ARTUZO et al., 2017), colocando a produção do milho em outro patamar produtivo.

A produção de milho no Brasil é caracterizada pela divisão em duas épocas de semeadura (CRUZ et al., 2011). A semeadura de verão, ou primeira safra, é realizada na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto, na região Sul, até os meses de outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste e no início do ano, na região Nordeste. A safrinha, ou segunda safra, refere-se ao milho de sequeiro, plantado, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais.

O cultivo do milho tem como destino atender a demanda interna, voltada a produção de ração animal, além do que, o grão supri também a indústria alimentícia para consumo humano e outros produtos em gerais, e o excedente da produção é absorvido pelo mercado internacional. (REIS et al., 2016).

#### **3.2 Semeadoras-adubadoras**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994) classifica as semeadoras de acordo com a forma de distribuição das sementes, podendo ser de precisão,

responsável pela semeadura de sementes uma a uma, graúdas ou agrupadas, obedecendo à densidade de deposição estabelecida. Ao passo que as semeadoras de fluxo contínuo distribuem as sementes no solo de forma contínua, essencialmente sementes miúdas que requerem menores espaçamentos entre elas, conforme define a ABNT (1987).

A semeadora é a máquina responsável por plantio e espécies vegetais que se reproduzem por sementes (SILVEIRA, 1989). Segundo Mialhe (2012), possui as funções de armazenamento das sementes (depósito central ou individual), bem como proporciona o escoamento controlado (dosagem e descarregamento) das sementes e do adubo no solo e, complementarmente, o preparo do leito de semeadura e acabamento final do sulco. Contudo, são reesposáveis pela adubação no momento da semeadura, sendo assim classificadas como semeadoras-adubadoras.

Santos et al. (2008) afirmam que a semeadora é o equipamento com maior importância para o sucesso da semeadura direta. Boller (1990), depois do trator, estas máquinas são consideradas as de maior importância na agricultura, a partir da introdução das semeadoras e consolidação do processo de modernização houve maior rendimento operacional por hectare e maior produção em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

De acordo com Murray et al. (2006) a composição básica das máquinas destinadas para a operação de semeadura e adubação são compostas por: disco de corte de palha, discos duplos responsáveis pela abertura do sulco de deposição de sementes e adubos, haste sulcadora utilizada em condições de solo compactado, mecanismos dosadores de sementes (disco horizontal ou pneumático), tubos condutores de sementes, rodas limitadoras de profundidade de semeadura e rodas compactadoras.

### **33 Velocidade de deslocamento na operação de semeadura e produtividade do milho.**

A velocidade de trabalho é um dos parâmetros que mais influência no desempenho de semeadoras pois tem efeito na distribuição longitudinal e profundidade das sementes no sulco de semeadura, que, por sua vez influencia na produtividade da cultura (SILVA; GAMERO, 2010). As decisões do produtor influenciam diretamente na produtividade pois deve seguir os princípios básicos de manutenção, regulação, dimensionamento e uso das máquinas agrícolas (DIAS, 2017).

De acordo com Silva et al. (2008), um dos fatores a serem considerados em uma operação de semeadura é a profundidade de deposição das sementes, que pode afetar sua germinação, sendo condicionada pela temperatura, teor de água e tipo de solo, dentre outros fatores. Por sua vez, a semente deve ser depositada a uma profundidade que

permita um adequado contato com o solo úmido, resultando em elevado percentual de emergência.

A profundidade de semeadura interfere na germinação das sementes e na população de plantas (MACHADO, 2019). Em profundidades superiores às recomendadas, a plântula poderá levar mais tempo para emergir (WEIRICH NETO et al., 2007), permanecendo neste período exposta ao ataque de insetos praga presentes no solo. Trogello et al. (2013a) citam que a profundidade de deposição das sementes é influenciada por métodos de manejo da palhada, ação de mecanismos sulcadores e velocidade de semeadura.

A profundidade de semeadura está diretamente relacionadas com as condições edafoclimáticas. Amado et al. (2005) trabalhando com velocidades de deslocamento de 7, 8 e 9,0 km h<sup>-1</sup> em solo franco arenoso na semeadura de milho, utilizando sulcadores de discos duplos verificaram que na maior velocidade ocorreu maior profundidade de semeadura. Por outro lado, Casão Júnior et al. (2000) avaliando uma semeadora-adubadora equipada com haste sulcadora em solo argiloso, observaram uma tendência de redução da profundidade do sulco com o aumento da velocidade de 4,5 para 8,0 km h<sup>-1</sup>.

Ao estudar híbridos simples e duplos, DKB 390 e DKB 435, em função de três velocidades de deslocamento (5,4; 6,8 e 9,7 km h<sup>-1</sup>), Mello et al. (2007), notou que, à medida que as velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora aumentaram, houve redução na produtividade de grãos para o híbrido simples, porém não interferiram na produtividade do híbrido duplo.

Machado et al. (2019) estudando três velocidades de semeadura, observou que as semeadoras ocasionaram redução dos espaçamentos aceitáveis e elevação dos espaçamentos falhos e múltiplos, a faixa de mudança brusca de velocidade de 5,0 km<sup>-1</sup> para 9,0 km<sup>-1</sup> foi o que ocasionou os problemas nas semeadoras e seus respectivos dosadores, evidenciando o aumento dos espaçamentos falhos e múltiplos. Já Furlani et al. (2008) constatou que o aumento da velocidade de semeadura de 3,5 para 6,0 km<sup>-1</sup> não influenciaram nos espaçamentos falhos e múltiplos das sementes.

Segundo Silveira et al. (2005a), a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes é uma das características que mais contribuem para um estande adequado de plantas e para a melhoria da produtividade das culturas. Garcia et al. (2011) observou o decréscimo do número de sementes distribuída por metro com o aumento das velocidades de 3,09 km h<sup>-1</sup> para 5,04 km h<sup>-1</sup> e conseqüentemente a redução na produtividade, ao qual atribui à inadequação na regulagem da semeadora.

Os componentes agronômicos do milho podem sofrer influência direta da velocidade de deslocamento. Furlani et al. (1999) encontraram que os valores de altura e diâmetro do colmo das plantas de milho, aos 90 dias após a semeadura, não apresentaram diferença significativa para as diferentes velocidades de avanço. No entanto, dentro das velocidades, o preparo convencional e o escarificador apresentaram os maiores valores de altura das plantas. O preparo convencional apresentou o maior valor de diâmetro do colmo, aos 90 dias, na velocidade de 3,0 km h<sup>-1</sup>, sendo que para 5,0 km h<sup>-1</sup>, foi maior que a semeadura direta e não diferiu do preparo com escarificador. Corrêa Júnior et al. (2014) encontrou significância no aumento da velocidade (7,0 km h<sup>-1</sup>) para largura de folha aos 40 dias após a semeadura.

Conforme Nascimento et al. (2011), a produtividade de grãos da cultura do milho possui grande influência com a altura da planta e densidade de plantas, que fotossinteticamente atua pelo dossel, quando outros fatores ambientais são favoráveis.

Melo et al. (2007) não encontrou influência significativa dos tipos de híbridos para a variável número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e a massa de 1.000 grãos, avaliando três velocidades de 5,4; 6,8 e 9,8 km h<sup>-1</sup>. Que podem estar associadas a fatores genéticos, mas o manejo da cultura exerce influência sobre os mesmos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000a).

Argenta et al. (2001) encontraram redução no número de espigas por planta, número de grãos por espiga em função do aumento da população de plantas, de 50 para 65 mil plantas por hectare, para dois híbridos de milho estudados, no entanto tais reduções foram compensadas pelo aumento do número de plantas, pois não foi afetado o rendimento de grãos por hectare. Quando se analisa a produtividade de grãos, tem-se o resultante de todos os componentes de produção (MELO et al., 2007).

Furlani et al. (1999), trabalhando com o híbrido AGN 2012 (duplo) e velocidades do conjunto trator-semeadora-adubadora de 3,0 e 5,0 km h<sup>-1</sup>, encontraram o maior valor de produtividade para a menor velocidade estudada. No entanto, Machado et al. (2019), trabalhando com diferentes dosadores, não encontraram diferenças nos valores de produtividade para as velocidades de semeadura de 5,0; 7,0 e 9,0 km h<sup>-1</sup>.

### **34 Indicadores econômico-financeiros**

De acordo com Guiducci et al (2012) na análise de viabilidade econômica, considerando-se as decisões que cabem ao empreendedor, são utilizados os seguintes indicadores de eficiência que irão sustentar as decisões a serem tomadas pelo produtor no

planejamento da produção para o próximo ano: renda líquida (RL), ponto de nivelamento (PN), produtividade total dos fatores (PTf) e taxa de retorno do empreendedor (TRe).

O custo total (CT) compõe-se de todas as despesas e gastos mensuráveis, mínimos, utilizados para a produção. Para fins de análise do sistema de produção, propõe-se a apresentação das informações relativas aos custos organizadas em operações básicas que caracterizam o sistema utilizado (GUIDUCCI et al., 2012)

A renda líquida (RL) é obtida após a remuneração de todos os dispêndios incorridos na produção. Segundo Alves et al. (1999), a RL de longo prazo é o resíduo que remunera o trabalho do empreendedor, é a remuneração pelo risco que o empreendedor corre ao produzir. Pode ser obtida subtraindo-se o custo total da receita bruta

A renda líquida fornece um importante indicativo do resultado da atividade, que é a taxa de retorno do empreendedor (TRe). Dividindo-se a renda líquida pelo custo total obtém-se uma medida do retorno da atividade, ou seja, da proporção em que cada unidade monetária gasta na atividade resulta em renda líquida ao empreendedor (GUIDUCCI et al., 2012).

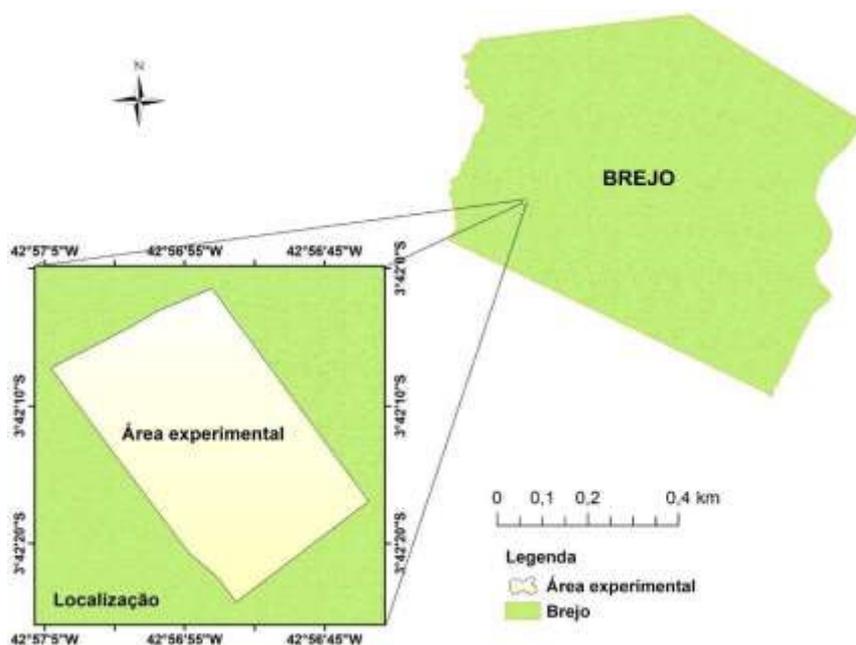
O ponto de nivelamento (PN) corresponde a quantidade a ser produzida, de modo a obter uma renda líquida igual a zero ou receita total igual custo total. Pode ser obtida dividindo-se o custo total pelo preço do produto no mercado (GUIDUCCI et al., 2012)

Ainda de acordo com Guiducci et al. (2012) produtividade total dos fatores (PTf) é dada pela razão entre receita total e custo total. A receita total (RT) obtida é dada pela multiplicação da produção total pelo preço do produto recebido pelo produtor.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Caracterização da área de estudo**

O experimento foi conduzido numa lavoura comercial situada em Brejo (MA), mesorregião leste maranhense (Figura 1). Cujas coordenadas geográficas são 03° 41' S e 42° 45' O e altitude local de 90 m. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo Distrocoeso (DANTAS, 2014). Segundo a classificação de Thorntwaite, o clima da região pode ser determinado como C<sub>2</sub>W<sub>2</sub>A'a', definido como subúmido, megatérmico e com moderada deficiência de água no inverno, com precipitação pluviométrica anual entre 1600 a 2000 mm (MARANHÃO, 2002). Para compreender o comportamento da cultura realizou-se um lavamento sobre o regime hídrico, temperatura máxima e mínima, da região por meio de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) nos meses de duração do experimento.



**Figura 1.** Mapa de localização da área experimental

#### 42 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em esquema de faixas, composto por três tratamentos, sendo as velocidades de semeadura (4,0; 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>) e nove repetições, perfazendo o total de 27 unidades experimentais. Cada parcela ocupou uma área de 65 m<sup>2</sup>, com 13 m de largura e 5,0 m de comprimento, espaçadas em 30 m (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui da área experimental

#### 43 Condições experimentais

A semeadura foi realizada no dia 29 de janeiro de 2019, através de uma semeadora-adubadora de precisão de distribuição pneumática, marca Sfil HY-TECH SS 15000, com 13 linhas espaçadas entre si 0,50 m, com os mecanismos sulcadores para adubo e do tipo discos duplos para sementes. O trator utilizado na operação foi um John

Deere, modelo 7225J com motor de 225 cv, cuja variação da velocidade foi realizada com o auxílio do velocímetro do trator.

Utilizou-se para implantação, o híbrido de milho cultivar semiprecoce 30f35 da Pioneer. Regulou-se a semeadora-adubadora para executar a distribuição de 3.1 sementes por metro linear, com densidade de 62 mil plantas por hectare, na profundidade de 4, cm.

#### **4.4 Variáveis avaliadas**

Após a operação de semeadura, realizou-se a abertura manual de 1,0 m, na extensão dos sulcos de plantio e em quatro fileiras centrais de cada parcela experimental, de maneira cuidadosa até encontrar a semente para avaliação da distribuição longitudinal. A distância entre sementes foi mensurada com trena graduada (em cm).

Os espaçamentos entre sementes ( $X_i$ ) foram analisados mediante a classificação proposta por Kurachi et al. (1989), determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes: normal ( $0,5 X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$ ), múltiplo ( $X_i < 0,5 X_{ref}$ ) e falho ( $X_i > 1,5 X_{ref}$ ), baseado em espaçamento de referência ( $X_{ref}$ ), de acordo com a regulagem da semeadora. Nessa mesma abertura de faixa aferiu-se a profundidade de disposição das sementes com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, de forma a medir-se a profundidade da semente até a superfície do solo.

Para a avaliação dos caracteres vegetativos (altura de planta, diâmetro de colmo, largura e comprimento de folha) foram medidas 20 plantas, distribuídas numa faixa de 1,0 m, nas quatro linhas centrais de cada parcela, onde analisou-se a profundidade e distribuição longitudinal de sementes. Realizaram-se quatro medidas no tempo, 10, 15, 30 e 40 dias após a semeadura (DAS) e, portanto, as plantas foram marcadas para que se pudesse mensurar precisamente o seu crescimento.

Avaliaram-se a altura de planta (cm) – medida pela distância entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha, com auxílio de trena graduada; diâmetro do colmo (mm) – aferido no primeiro internódio do colmo, a partir da superfície do solo; comprimento e largura da folha (cm) – determinado na última folha recém expandida.

A avaliação dos caracteres produtivos realizou-se após a colheita, sendo colhida manualmente as espigas existentes em uma área útil de 4 m<sup>2</sup> de cada parcela, onde também, realizou-se a altura de inserção de primeira espiga (cm) – medida da superfície do solo ao ponto de inserção de primeira espiga. Após, encaminhadas para análises, onde foram selecionadas 3 espigas, seguindo a metodologia de Reetz (1987) para análises dos parâmetros produtivos.

O comprimento das espigas (cm), foi obtido através de trena graduada em centímetros. Utilizou-se paquímetro digital de precisão em milímetros, na determinação do diâmetro de espigas (mm). Aferiu-se o número de fileiras por espiga, em seguida o número de grãos por fileira, obtido através do número de grãos total por espigas dividido pelo número de fileiras.

A produtividade foi estimada pelo método de Reetz (1987), obtida da média das produtividades estimadas das três espigas, provenientes de cada amostra, utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Produtividade (t ha}^{-1} \text{ a 15,5\% de umidade)} = A \times B \times C \times 0,01116 \times 0,063$$

Em que:

A: número de espigas em 4m<sup>2</sup>;

B: número de fileiras de grãos da espiga;

C: número de grãos por fileira, utilizando uma média de 3 fileiras de grãos por espiga, desconsiderando os grãos menores que a metade de um grão normal, presentes na extremidade da espiga;

0,01116: fator de correção do método;

0,063: valor para transformação de bushels por acre (bu A<sup>-1</sup>) para t.ha<sup>-1</sup>

#### **4.5 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As variáveis de qualidade de semeadura foram analisadas em faixas, ao passo que os caracteres vegetativos foram processados em parcela repetida no tempo. Quando a hipótese de nulidade foi rejeitada, procedeu-se com a comparação de médias, através do teste de Tukey, e t Student a 5% de probabilidade. Adicionalmente foi aplicado teste multidimensional de componentes principais e Discriminante de Fisher para efetuar a discriminação dos grupos de velocidades.

#### **4.6 Avaliação econômico-financeira**

A avaliação econômico-financeira dos dados foi realizada de forma descritiva, utilizando-se planilhas do Excell®. Considerou-se os custos de produção referentes a 40 hectares, portanto os dados de produtividade foram extrapolados para este total de área. Os investimentos referentes à implantação do sistema de produção foram: sementes, adubação, defensivos agrícolas, mão-de-obra e outros custos (Tabela 1). Os custos de produção foram considerados iguais para as três velocidades (4,0, 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>), desconsiderando os custos consumo de combustível.

Os indicadores de eficiência econômica foram: receita total (RT), custo total (CT), renda líquida (RL), ponto de nivelamento (PN), Taxa de retorno do empreendedor (TRE) e produtividade total dos fatores (PTF), calculados conforme Guiducci et al. (2012). O preço para quilo (Kg) do milho foi de R\$ 0,63 conforme o preço de mercado.

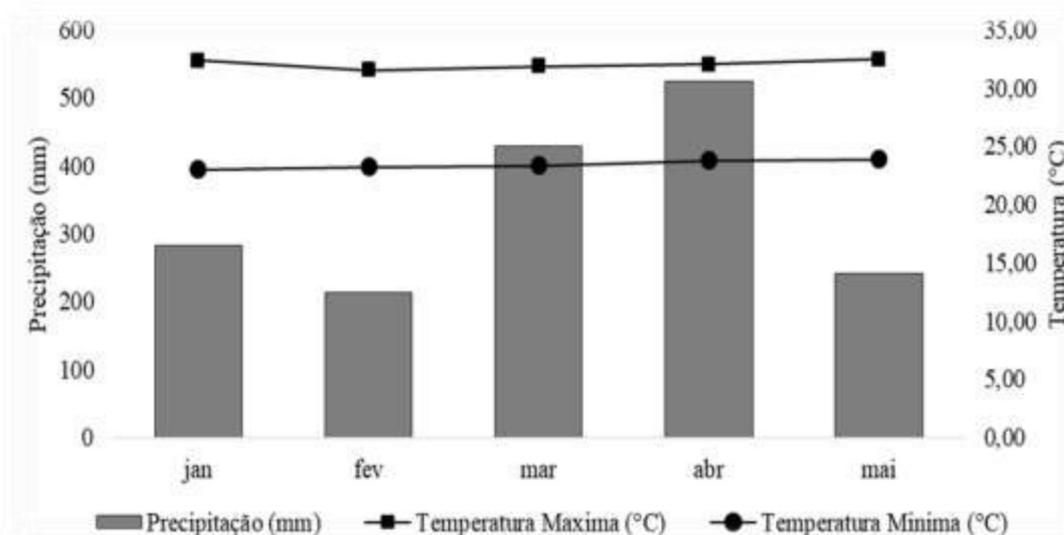
**Tabela 1.** Estimativa de custo de produção para a cultura do milho na mesorregião Leste Maranhense, 2019.

Custos de produção	Valor (R\$)	% custos
Sementes	21.080,00	15,47
Adubação	52.453,60	38,48
Defensivos agrícolas	27.246,74	19,99
Mão de obra	1.090,00	0,79
Outros custos	34.413,60	25,25
Custo total	136.283,94	100,00

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 podem ser observados os dados de precipitação pluvial e temperatura do ar durante os meses de realização do trabalho.

Em média, a temperatura mínima foi de 23 °C e a máxima de 33 °C. Fancelli e Dourado Neto (2004) afirmam que a máxima eficiência de conversão da radiação solar é afetada pelas temperaturas diurnas e noturnas, e também pela amplitude térmica resultante. Desse modo, temperaturas diurnas elevadas e aumento da produtividade.



**Figura 3.** Dados de precipitação pluvial (mm) e temperatura mínima e máxima (°C) registrado para a mesorregião leste maranhense, entre os meses de janeiro e maio de 2019. Fonte: INMET, 2019.

O regime hídrico variou entre 200 a 500 mm por mês, com total estimado em 1689 mm (Figura 3). Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004), a recomendação para a cultura do milho é de 350-500 mm por mês e 600 mm por ciclo. O período de máxima exigência

é na fase do embonecamento ou um pouco depois dele, por isso déficits de água que ocorrem nesse período são os que provocam maiores reduções de produtividade, déficit anterior ao embonecamento reduz a produtividade em 20 a 30%; no embonecamento em 40 a 50% e após em 10 a 20% (ALBUQUERQUE; RESENDE, 2007). Portanto, a precipitação não foi um fator limitante para o crescimento e rendimento produtivo do milho.

Com relação à profundidade de semeadura, constatou-se efeito significativo da velocidade do conjunto trator semeadora-adubadora sobre esta variável (Tabela 2). Notou-se que com o aumento da velocidade de deslocamento houve redução na profundidade de semeadura.

**Tabela 2.** Efeito da velocidade de semeadura na profundidade de disposição de sementes de milho.

<b>Velocidade de semeadura</b>	<b>Profundidade (cm)</b>
<b>4,0 km h<sup>-1</sup></b>	5,29A
<b>6,0 km h<sup>-1</sup></b>	4,28B
<b>8,0 km h<sup>-1</sup></b>	4,19B
<b>CV (%)</b>	3,49
<b>P</b>	0,001

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A semeadora depositou sementes entre 4,19 e 5,29 cm de profundidade e atingiu o intervalo desejado pelo produtor. Nesse sentido, Fancelli e Dourado Neto (2000b) descrevem que a profundidade ideal para cultura do milho em solos argilosos varia em torno de 3,0 e 5,0 cm de profundidade, e para solos arenosos, entre 4,0 e 6,0 cm. Conforme estes autores, maiores profundidades dificultam a emergência das plântulas, ao passo que menores profundidades ocasionam maior susceptibilidade a estresses hídricos. Logo, os resultados obtidos no presente estudo podem ser considerados aceitáveis, conforme faixa limite para solos argilosos, recomendada pelos referidos autores.

Diante das dificuldades em recomendar uma profundidade ideal, Silva et al. (2008) ressaltaram que a profundidade de semeadura está condicionada, entre outros fatores, a umidade e temperatura do solo, peculiaridades da semente, propriedades físicas e químicas do solo, clima e manejo da cultura.

Koakoski et al. (2007) e Weirich Neto et al. (2007) confirmaram que, quanto maior a profundidade de deposição, maior o consumo de energia na emergência, além de prejuízos causados por baixas temperaturas e baixos níveis de oxigênio; já quanto menor a profundidade, maior a susceptibilidade da semente a estresses hídricos.

Portanto, outras variáveis complementares à profundidade de plantio, devem ser analisadas para uma adequada recomendação da velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora, pois entende-se que esta é dependente de outros externos, como solo e clima. Particularmente, no Leste Maranhense que se destaca por solos coesos (DANTAS, 2014) e condições climáticas instáveis no período de semeadura, conforme descrito por Passos et al. (2016).

No que concerne à distribuição longitudinal de sementes de milho, para as velocidades testadas, houve redução no percentual de aceitáveis e aumento no número de falhas, conforme incremento da velocidade de trabalho de 8,0 km h<sup>-1</sup> (Tabela 3). De maneira geral, verificou-se efeito antagônico, pois quanto maior o número de falhos, menor os de duplos para as velocidades de 4,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>.

Os elevados coeficientes de variação (CV) indicaram que a distribuição das sementes no sulco não foi uniforme, e mesmo com a diminuição da velocidade ou a utilização de mecanismos mais sofisticados, como é o caso do sistema pneumático de distribuição de sementes, essa dispersão continuou elevada. Resultados semelhantes foram encontrados por Silveira et al. (2005b) e Garcia et al. (2006), os quais atribuíram maiores estimativas de CV, à variação nas dimensões das sementes, altura e velocidade de queda no tubo de sementes, tendo em vista que esses fatores tendem a desuniformizar a distribuição longitudinal das sementes.

**Tabela 3.** Efeito da velocidade de semeadura na distribuição longitudinal de sementes de milho.

Velocidade de semeadura	Distribuição longitudinal		
	Duplos (%)	Aceitáveis (%)	Falhos (%)
4,0 km h <sup>-1</sup>	14,07A	77,77A	8,14B
6,0 km h <sup>-1</sup>	1,85bB	91,85A	6,29B
8,0 km h <sup>-1</sup>	2,22bB	71,85A	25,92A
CV (%)	83,00	22,10	97,55
P	0,003	0,08	0,03

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste t de Student a 5% de probabilidade.

Esses resultados corroboram com os descritos por Bottega et al. (2014a), em que ressaltam as velocidades de 3,0 km h<sup>-1</sup> e 6,0 km h<sup>-1</sup>, como as que apresentam melhor distribuição para espaçamento aceitáveis entre plantas. No presente estudo, as velocidades de 4,0 km h<sup>-1</sup> e 6,0 km h<sup>-1</sup> apresentaram resultados similares a de 8 km h<sup>-1</sup> para porcentagem de sementes aceitáveis. No entanto, com diferenças na porcentagem de duplos e falhos, cujas velocidades de 4,0 km h<sup>-1</sup> e 8,0 km h<sup>-1</sup> apresentaram maiores médias, 14,07% e 25,92%, respectivamente. O que não consiste em respostas desejáveis

na semeadura e destacam os resultados obtidos para 6,0 km h<sup>-1</sup>, como os melhores de maneira geral.

Conforme reporta Bottega et al. (2014b), a presença de plantas falhas proporciona o aumento de competição intra-específica e/ou da mato-competição, especialmente na fase inicial da cultura, o que pode resultar em queda do rendimento produtivo e consequentes prejuízos financeiros. Para situações que o milho tem finalidade de palhada também haverá inconvenientes na distribuição da mesma no talhão, favorecendo à mato-competição ou novas falhas de plantio na safra seguinte.

Cavichioli et al. (2014) inferiram que a porcentagem ideal de aceitáveis seria igual ou maior que 70%. Contudo, contrapõem do recomendado por Tourino e Klingensteiner (1983), os quais recomendam espaçamentos aceitáveis acima de 90% para uma semeadura de qualidade. Já Furlani et al. (2010) entendem que a distribuição longitudinal de sementes seria ideal, somente se a frequência de espaçamentos duplos e falhos fossem nulas ou próximas de zero.

Furlani et al. (2010) enfatizaram que a velocidade de semeadura, preenchimento dos alvéolos e velocidade de queda das sementes corroboram para a ocorrência de irregularidades na distribuição longitudinal. Portanto, a média de “aceitáveis” obtida para a velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup>, enquadra-se amplamente com os limites recomendados na literatura.

Em relação a espaçamentos falhos, Weirich Neto et al. (2015) atribui-os ao disco e/ou anel inadequados para a peneira do híbrido; pressão imprópria no sistema pneumático; falta ou excesso de grafite; tratamento de sementes com elevada abrasividade; contato solo-semente dificultado pela quantidade de palha no sistema de semeadura direta; umidade do solo inadequada para semeadura, abertura e fechamento do sulco. Portanto, estes fatores podem ter contribuído para aumentar os efeitos negativos da semeadura, a 4 e 8 km h<sup>-1</sup>. Que somados às diferenças na distribuição em profundidade, podem acarretar interferências no crescimento e rendimento produtivo da cultura.

No que diz respeito aos caracteres vegetativos, a altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF), em função da velocidade de deslocamento e dias de avaliação, estão apresentados na Tabela 4. Observou-se diferença estatística para AP e DC aos 40 DAS. A interação velocidade de semeadura e tempo foi significativa para todas as variáveis, exceto, aos 10 e 15 DAS para a variável DC nas velocidades de 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>.

**Tabela 4.** Efeito da velocidade de semeadura sobre a altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF), aos 10, 15, 30 e 40 dias após semeadura (DAS).

Velocidade de semeadura	10 DAS	15 DAS	30 DAS	40 DAS	CV (%)	P (VxT)
<b>AP (cm)</b>						
4,0 km h <sup>-1</sup>	13,93Ad	26,83Ac	50,96Ab	109,75Ba		
6,0 km h <sup>-1</sup>	14,41Ad	25,94Ac	52,26Ab	118,85Aa	6,17	0,001
8,0 km h <sup>-1</sup>	14,65Ad	25,00Ac	51,96Ab	124,49Aa		
<b>DC (mm)</b>						
4,0 km h <sup>-1</sup>	3,28Ad	5,73Ac	11,39Ab	23,01ABa		
6,0 km h <sup>-1</sup>	3,56Ac	5,80Ac	13,30Ab	24,25Aa	13,09	0,027
8,0 km h <sup>-1</sup>	3,69Ac	5,90Ac	12,91Ab	21,73Ba		
<b>CF (cm)</b>						
4,0 km h <sup>-1</sup>	15,99Ad	31,61Ac	51,97Ab	83,66Aa		
6,0 km h <sup>-1</sup>	14,79Ad	33,56Ac	54,97Ab	85,52Aa	8,83	0,66
8,0 km h <sup>-1</sup>	15,83Ad	33,86Ac	52,07Ab	85,27Aa		
<b>LF (cm)</b>						
4,0 km h <sup>-1</sup>	1,63Ad	3,44Ac	6,05Ab	9,71Aa		
6,0 km h <sup>-1</sup>	1,87Ad	3,70Ac	7,71Ab	9,86Aa	17,29	0,21
8,0 km h <sup>-1</sup>	1,98Ad	3,64Ac	6,65Ab	9,93Aa		

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e minúscula na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura de planta (AP) sofreu influência significativa da velocidade apenas aos 40 DAS, quando se observaram maiores AP para as velocidades de 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>. Segundo Nascimento et al. (2011), plantas mais altas tendem a direcionar maior aporte fotossintético para as folhas e, conseqüentemente, maior potencial produtivo.

Estes resultados obtidos para altura de planta podem ser explicados pelos efeitos da velocidade de semeadura sobre a profundidade de plantio, uma vez que as sementes depositadas em menor profundidade obtiveram maiores alturas (124, 49 cm e 118, 85 cm), nas velocidades de 8,0 km h<sup>-1</sup> e 6,0 km h<sup>-1</sup>, respectivamente. Isto certamente informa que estas plantas emergiram mais rapidamente, o que propiciou maior altura, aos 40 DAS.

Outro fator refere-se à distribuição longitudinal, pois a velocidade de 4,0 km h<sup>-1</sup> resultou em maior percentual de sementes duplas (14,07 %), ao passo que a velocidade de 8,0 km h<sup>-1</sup>, em maior percentual de sementes falhas (25,92%). Isso corrobora com a hipótese de que sementes duplas (Tabela 3) acarretarão maior competição entre plantas, com possíveis interferências na fotossíntese e relação fonte-dreno, conforme reportado por Martins et al., (1999).

Para a variável diâmetro do colmo (DC), observou-se que a semeadura, a 8 km h<sup>-1</sup> proporcionou menor DC, enquanto as velocidades de 4,0 e 6,0 km h<sup>-1</sup>, apresentaram os

melhores resultados (Tabela 3). As médias foram similares às encontradas por Corrêa Junior et al. (2014), que estimaram valores de 25,71; 24,71; 24,68 mm de diâmetro do colmo, para as velocidades de 4,5, 5,5 e 7,0 km h<sup>-1</sup> respectivamente. Em contrapartida, Stacciarini et al. (2010) obtiveram média de 25,3 mm de diâmetro de colmo, em trabalho realizado com 60.000, 75.000 e 90.000 plantas por hectare, com espaçamento entre linhas de 0,9 e 0,45 m.

Portanto, o maior valor de altura de planta e diâmetro do colmo para a velocidade de 6 km h<sup>-1</sup>, pode refletir a melhor distribuição transversal e longitudinal na linha de semeadura, de forma a reduzir a competição por água, luz e nutrientes, e induzir maior resistência ao acamamento, corroborando com Argenta et al. (2001) e Penariol et al. (2003) (Tabela 4).

Quanto ao comprimento e largura de folha, observou-se que a velocidade de semeadura não expressou efeito aos 40 DAS, que foi a última época de coleta. Entretanto, Corrêa Júnior et al. (2014) notou significância para comprimento de folha na velocidade de 7,0 km h<sup>-1</sup>, aos 60 DAS, em estudo semelhante. Isto pode indicar que os efeitos da velocidade de semeadura, em função do tempo, ocorrem de forma incisiva sobre o estabelecimento da cultura, em seus aspectos de altura da planta e diâmetro do colmo, que são variáveis importantes na ocupação do espaço e tolerância a estresses abióticos.

Na Tabela 5 constam os dados de altura de inserção de primeira espiga (AIPE) e componentes da espiga, como o número de espigas em 4m<sup>2</sup> (NE), comprimento de espigas sem palha (CESP), diâmetro de espiga sem palha (DESP), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e produtividade (PROD). Destas variáveis, apenas AIPE e NE sofreram efeito significativo da velocidade de semeadura.

**Tabela 5.** Efeito da velocidade de semeadura para os parâmetros, inserção de primeira espiga (AIPE, cm), número de espiga (4m<sup>2</sup>), comprimento de espiga sem palha (CESP), diâmetro de espiga sem palha (DESP), número de fileira por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e produtividade (PROD).

<b>Velocidade de semeadura</b>	<b>AIPE (cm)</b>	<b>NE (4m<sup>2</sup>)</b>	<b>CESP (cm)</b>	<b>DESP (mm)</b>	<b>NFE</b>	<b>NGF</b>	<b>PROD (t h<sup>-1</sup>)</b>
<b>4,0 km h<sup>-1</sup></b>	85,52B	31,00A	13,44A	47,47A	13,77A	27,46B	8,15A
<b>6,0 km h<sup>-1</sup></b>	95,28A	29,88A	14,52A	46,60A	14,14A	31,49A	8,39A
<b>8,0 km h<sup>-1</sup></b>	93,12A	27,00A	14,22A	48,82A	14,22A	29,33AB	7,75A
<b>CV (%)</b>	3,42	5,74	7,33	14,51	3,38	9,00	7,50
<b>P</b>	0,01	0,002	0,083	0,78	0,12	0,003	0,78

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A altura de inserção da espiga (AIPE) variou em função das velocidades, cuja menor velocidade de deslocamento ( $4 \text{ km h}^{-1}$ ) resultou em menor AIPE, 85,5 cm. Não obstante, a  $6,0 \text{ km h}^{-1}$  e  $8,0 \text{ km h}^{-1}$  foram obtidas as maiores médias 95,28 e 93,12 cm, respectivamente, as quais não diferiram entre si.

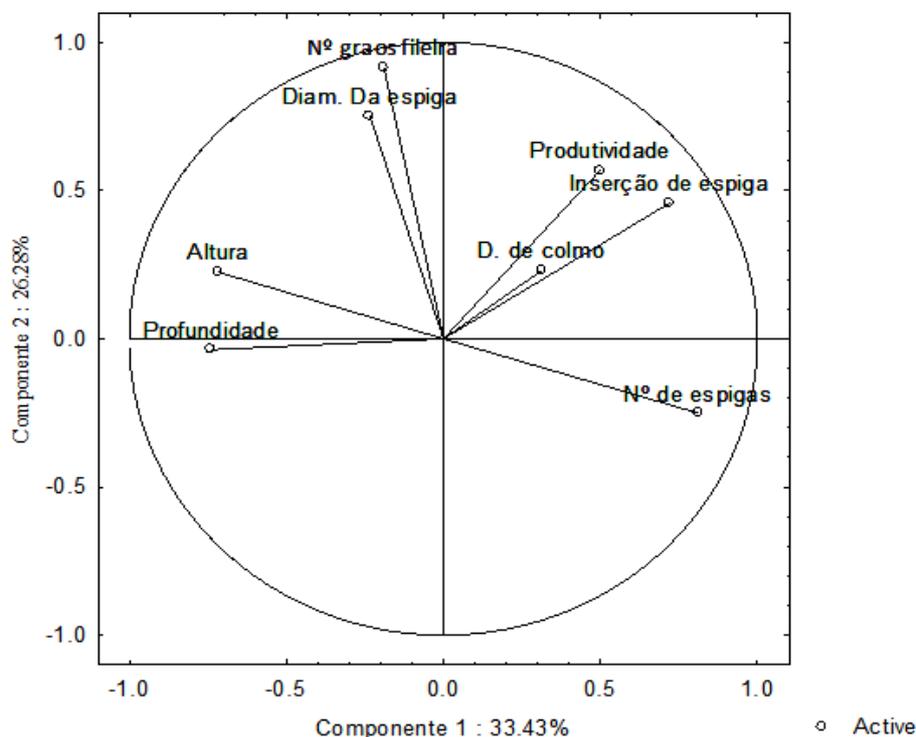
De acordo com Bello et al. (2010), a AIPE é uma importante variável para a colheita mecanizada, pois plantas mais altas e com inserção de espigas também mais altas apresentam vantagens. Segundo Possamai et al. (2001), as perdas e a pureza dos grãos na colheita mecanizada, são diretamente afetadas pela altura das plantas e, principalmente, pela altura de inserção da espiga. Bello et al. (2010) e Souza et al. (2014) observaram que a inserção das espigas é uma variável que apresenta correlação com a produtividade e pode ser considerada um componente agrônomico importante em híbridos de alto rendimento.

O número de espigas na área útil de  $4 \text{ m}^2$  (NE) foi superior para plantas semeadas a  $4,0$  e  $6,0 \text{ km h}^{-1}$  (Tabela 4). Possivelmente, pela má distribuição da semeadura a  $8 \text{ km h}^{-1}$ , que apresentou expressivos resultados de espaçamentos falhos e duplos.

Com relação ao número de grãos por fileira (NGF), o resultado mais expressivo ocorreu para a velocidade de  $6 \text{ km h}^{-1}$ , o que pode demonstrar os efeitos da intensificação da competição entre plantas sobre a relação fonte-dreno e consequente enchimento/distribuição de grãos na espiga. Por sua vez, Kopper et al. (2017) em seus estudos sobre a produtividade de milho em segunda safra, não observaram alterações no número de grãos por fileira em função da velocidade de semeadura e densidade.

Embora tenha havido efeito significativo da velocidade de semeadura sobre a altura de plantas, diâmetro do colmo, largura da folha, altura de inserção da primeira espiga, número de espigas ( $4 \text{ m}^2$ ) e número de grãos por fileira, a produtividade não foi estatisticamente influenciada.

Quanto à correlação de Pearson entre as variáveis (Figura 4), altura de inserção de espigas (AIPE), número de espigas em  $4 \text{ m}^2$  (NE), constatou-se correlação positiva e forte no primeiro componente, o qual foi inversamente proporcional à altura de planta (AP) e profundidade (PROF). Enquanto que no segundo componente, o diâmetro de espiga sem palha (DESP) e número de grãos por fileira (NG) apresentam correlação positiva e diretamente proporcional.

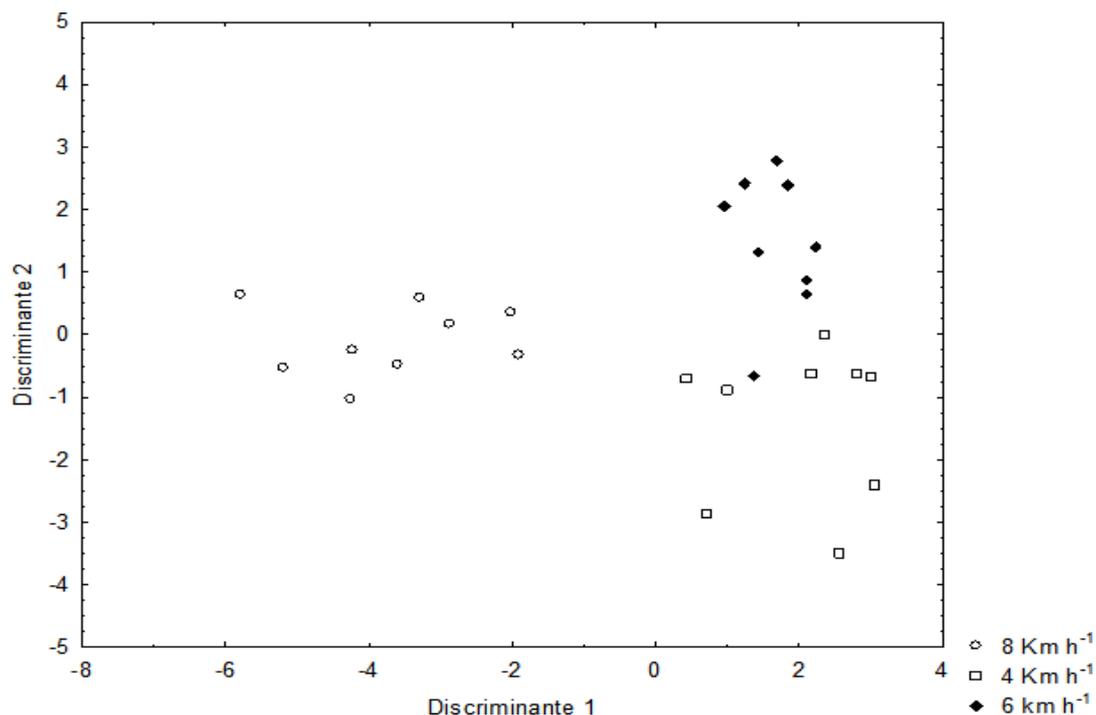


**Figura 4.** Gráfico de correlação de Pearson para as variáveis profundidade (PROF), altura de (AP), altura de inserção de primeira espiga (AIPE), diâmetro de colmo (DC), número de espigas em 4 m<sup>2</sup> (NE), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro da espiga sem palha (DESP).

Os resultados expressos na Figura 4 auxiliam a explicar os efeitos da distribuição de sementes sobre o crescimento, produtividade e componentes produtivos do milho, tendo em vista que para limites mínimos aceitáveis de profundidade (3,0 cm) poderão ocorrer plantas mais vigorosas, com maior potencial produtivo. Explícitos pelos valores e tendências de altura de inserção da primeira espiga, produtividade e número de espigas em 4 m<sup>2</sup>.

Com relação à altura, observou-se correlação negativa com a produtividade e assim, é interessante que a planta atinja um patamar vertical desejável, acima do qual tenderá a autossombreamento, acamamento, indução ao desenvolvimento reprodutivo tardio, redução qualidade da espiga e/ou queda de produtividade. De acordo com Cruz (2005), a média de altura recomendada para esta cultivar é de 2,30 m, para produtividades esperadas de até 10.158 kg ha<sup>-1</sup>. No entanto, irá variar para cada tipo de sistema adotado.

Na Figura 5 está representado o gráfico de dispersão dos escores canônicos a partir da Análise de Discriminante de Fisher para as variáveis mais responsivas para explicar a classificação dos três grupos, representados pelas velocidades 4,0; 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>.



**Figura 5.** Gráfico de dispersão dos escores canônicos de Fisher a partir das variáveis, profundidade (PROF), número de espigas em 4 m<sup>2</sup> (NE), comprimento de espiga sem palha (CESP), diâmetro de espiga sem palha (DESP), número de fileiras (NF), altura de planta (AP), comprimento de folha (CF), largura de folha (LF), produtividade (PROD), número de grãos por fileira (NGF).

Notou-se a formação de dois grupos distintos a partir dos três grupos originais (4,0; 6,0 e 8 km h<sup>-1</sup>). No qual, o primeiro grupo está representado pela velocidade de 8,0 km h<sup>-1</sup>, ao passo que o segundo está condicionado às velocidades 4,0 e 6,0 km h<sup>-1</sup>. Isso implicar dizer que as velocidades 4,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>, não diferem entre si, em função das variáveis profundidade, número de espigas em 4 m<sup>2</sup>, comprimento de espiga sem palha, diâmetro de espiga sem palha, número de fileiras, altura de planta, comprimento e largura de folha, produtividade e número de grãos por fileira.

Entretanto é importante destacar que a semeadura realizada a 6,0 km h<sup>-1</sup> apresentou rendimento levemente superior aos demais tratamentos, com 0,24 e 0,64 toneladas a mais do que 4,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>, respectivamente. Isso é relevante para o setor produtivo, pois numa fronteira agrícola, como o leste maranhense, onde o cultivo ocorre em sequeiro e as instabilidades edafoclimáticas são presentes, estes incrementos podem permitir a sustentação da atividade.

Observou-se que a simulação para produção de milho, em função de três velocidades de semeadura (4,0; 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>) proporcionou receita superior aos custos de produção, resultando em indicadores econômicos positivos para todos as velocidades

avaliadas (Tabela 6). A receita gerada pela velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup> foi maior, em contraste, as velocidades 4,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup> são menores.

**Tabela 6.** Indicadores econômicos da produção de milho, em função de três velocidades de semeadura na mesorregião leste maranhense, 2019.

Velocidade de semeadura	Indicadores econômicos					
	RT <sup>1</sup> (R\$)	CT <sup>2</sup> (R\$)	RL <sup>3</sup> (R\$)	TRe <sup>4</sup> (%)	PN <sup>5</sup> (t)	PTF <sup>6</sup> (R\$)
<b>4,0 km h<sup>-1</sup></b>	205.480,80	136.283,94	69.196,86	50,77	216,32	1,51
<b>6,0 km h<sup>-1</sup></b>	211.513,68	136.283,94	75.229,74	55,20	216,32	1,55
<b>8,0 km h<sup>-1</sup></b>	195.274,80	136.283,94	58.990,86	43,29	216,32	1,43

<sup>1</sup>RT: Receita total: Receita com a venda da produção do milho; <sup>2</sup>CT: Custos totais de produção; <sup>3</sup>RL: Renda líquida; <sup>4</sup>TRe: Taxa de retorno do empreendedor; <sup>5</sup>PN: ponto de nivelamentos; <sup>6</sup>PTF: Produtividade total dos fatores.

Deve-se ressaltar que o preço de venda do quilograma (kg) do milho foi um item influenciou de forma bem significativa os resultados da análise econômica dos três sistemas avaliados, haja vista que a produção de milho pode apresentar vários gargalos, sendo o principal deles, a oscilação de preço do produto regulada pela bolsa de valores por se tratar de uma commodity. Por outro, pode-se considerar que o escoamento da produção, depende do comportamento da economia local, faz com que as variações desfavoráveis nos preços de comercialização do produto sejam reguladas pela lei de ofertada e demanda.

A renda líquida obtida na velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup>, girou em torno de R\$ 75.229,74, gerando uma renda de R\$ 6.032,88 e R\$16.238,88 a mais quando adotou-se as velocidades de 4,0, e 8,0 km h<sup>-1</sup>, respectivamente. Da mesma forma, pode-se observar que a TRe apresentou o mesmo comportamento, no qual a maior velocidade proporciona ao empreendedor menor taxa (43,29%). Esse valor representa o quanto dos custos para produzi a cultura do milho volta ao produtor, logo a maior velocidade retorna uma menor quantidade dos custos de produção do milho.

Em relação ao ponto de nivelamento (PN) dos sistemas pode-se observar que os todos apresentaram o mesmo valor (216,32 t). Esses dados são bem interessantes, pois esses valores já indicam quantas sacas o produtor precisa produzir para cobrir seus custos de produção. Além disso, já pode, de certa forma, auxiliar na questão de armazenamento, ou até mesmo na logística da empresa, pois o planejamento da safra tem que ser com base na quantidade a ser produzida na área plantada. Outro indicador interessante nos sistemas

avaliados é a produtividade total dos fatores (PTF). Basicamente, os três sistemas apresentaram PTF maior que 1, indicando que para cada um real investido na produção de milho, há um retorno de R\$ 1,51 e R\$ 1,55 e R\$ 1,43 para as velocidades de semeadura de 4,0; 6,0 e 8,0 km h<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em síntese, entende-se que a distribuição transversal e longitudinal das sementes no solo, associadas à velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora, exprimiu efeito sobre o crescimento, rendimento produtivo e lucratividade da cultura do milho. Portanto, recomenda-se a adoção da velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup>, de modo a obter-se melhorias na semeadura e produtividade da lavoura comercial estudada. Cujos resultados podem ser utilizados de forma global, a depender das condições de manejo das lavouras, pois é interessante que apresentem similaridade para tal extrapolação.

## **5 CONCLUSÃO**

O aumento da velocidade (8,0 km h<sup>-1</sup>) do conjunto trator-adubadora-semeadora, na operação de semeadura do milho, causou aumento de espaçamentos falhos e duplos, redução de espaçamentos normais e da profundidade de disposição da semente, com fortes impactos negativos sobre o crescimento e rendimento produtivo desta cultura.

A maior produtividade foi alcançada na velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup> tornando-o mais eficiente em termos econômicos. Portanto, recomenda-se a velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup>, para a semeadura do milho, nas condições edafoclimáticas do Leste Maranhense.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. E. P.; RESENDE, M. Cultivo de Milho. **Sistema de produção: Embrapa Milho e Sorgo**, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69853/1/Irrigacao-1.pdf> 159.html. Acesso em: 07 nov. 2019.
- ALVES, E.; LOPES, M.; CONTINI, E. O empobrecimento da Agricultura Brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 8, n. 3, p. 5-19, 1999.
- AMADO, M.; TOURN, M. C.; ROSATTO, H. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribución y emergencia de maíz. In: BARBOSA, O. A. (ed.). **Avances en ingeniería agrícola 2003-2005**. San Luis: CADIR 2005, 2005. p. 77-81.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; NETO, V. B. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 71-8, 2001.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, Â. R. L. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-54, 2019.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 29, p. 146-161, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Projeto de normas 04: 015.06-004: Semeadora de precisão – ensaio de laboratório método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994. 7p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.NBR/9743 - Semeadora de fluxo contínuo em linha - ensaio de laboratório. São Paulo: Fórum Nacional de Normalização. 1987. 16p.
- ÁVILA, D. F.; GRIEBELER, M. P. D.; BRUM, A. L. Inovação: a Modernização da Agricultura no Planalto Gaúcho (Brasil). **UNOPAR Científica Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 16, n. 2, p. 156-164, 2015.
- BELLO, O. B.; ABDULMALIQ, S. Y.; AFOLABI, M. S.; IGE, S. A. Correlation and path coefficient analysis of yield and agronomic characters among open pollinated maize varieties and their F1 hybrids in a diallel cross. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, p. 2633-2639, 2010.
- BOLLER, W. **Desenvolvimento de complementos para semeadoras em solo sob preparo reduzido**. 1990. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1990.
- BOTTEGA, E. L.; BRAIDO, R.; PIAZZETTA, H. V. L.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N. Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 19, n. 2, p. 74-78, 2014b.
- BOTTEGA, E.; ROSOLEM, D. H.; OLIVEIRA NETO, A. M.; PIAZZETTA, H. V. L.; GUERRA, N. Qualidade da semeadura do milho em função do sistema dosador de sementes e velocidades de operação. **Global Science and Technology**, v. 7, n. 1, p. 107-114, 2014a.

- CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora magnun 2850 em plantio direto no basalto paranaense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p.523-32, 2000.
- CAVICHIOLO, F. A.; FURLANI C. E. A.; BERTONHA R. S.; SILVA R. P. E. NASCIMENTO. J. M. Velocidade de semeadura. **Revista Cultivar Máquinas**, n. 94. 2010.
- CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. D. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. D. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, v. 71, n. 1, p. 112-121, 2012.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2019). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v. 6 - Safra 2018/19 – Décimo Segundo levantamento, Brasília, p. 1-47, setembro 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 25 Out 2019.
- CORRÊA JÚNIOR, D.; GARCIA, R. F.; MANHÃES, C. M. C.; KLAVER, P. P. C.; VASCONCELOS JÚNIOR, J. F. S. Influência da velocidade de trator e semeadora de precisão na implantação e produtividade da cultura do milho verde. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 1, p. 25-32, 2014.
- CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. **Milho: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p.
- CRUZ, J. C.; MONTEIRO, M. A. R.; LOUREIRO, J. E.; PEREIRA FILHO, I. A.; NOCE, M. A.; VIANA, A. C.; ALBERNAZ, W. M. **Avaliação de Cultivares de Milho na Região de Sete Lagoas, MG**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 6p.
- DANTAS, J. S.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; RESENDE, J. M. do A.; CAMARGO, L. A.; BARBOSA, R. S. Gênese de solos coesos do Leste Maranhense: relação solo-paisagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1039-1050, 2014.
- DIAS, P. P. **Efeito das densidades e profundidades de semeadura sobre o desempenho agrônomo da soja**. 2017. 70 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.
- DOEBLEY, J. F.; BACIGALUPO, A.; STEC, A. Inheritance of kernel weight in two maize – teosinte hybrid populations: implications for crop evolution. **Journal of Heredity**, v. 85, p. 191-195, 1994.
- DUARTE, J. O; MATTOSO, M. J ; GARCIA, J. C. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica: Árvore do conhecimento milho**. 2019. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html): Acesso em: 08 nov. 2019.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. In: SANDINI, I.E.; FANCELLI, A.L. **Milho: estratégia de manejo para Região Sul**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000b. 209 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000a. 360 p.

FIESP - Federação das Indústrias de São Paulo. **Produção Mundial de Milho: Terceiro levantamento safra 2019/20, USDA/Fiesp**. Boletim informativo, julho de 2019. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20190715143626-boletimmilhojulho2019/>. Acesso em: 22 nov. 2019.

FURLANI, C. E. A.; JÚNIOR, A. P.; CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P. E.; GROTTA, D. C. C. Influência do manejo da cobertura vegetal e da velocidade de semeadura no estabelecimento da soja (*Glycine max*). **Engenharia na Agricultura**, v. 18, n. 3, p. 227-233, 2010.

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

FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; ABRAHÃO, F.Z.; LEITE, M.A.S. Características da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 177-86, 1999.

GARCIA, L.C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A.J.; BLUM, J. Influência da velocidade de operação na semeadura do milho. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.

GUIDUCCI, R. C. N.; ALVES, E. R. A.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 10 nov. 2019.

KOAKOSKI, A.; SOUZA, C.M.A.; RAFULL, L.Z.L.; SOUZA, L.C.F.; REIS, E.F. Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se dois mecanismos rompedores e três pressões da roda compactadora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 725-731, 2007.

KOPPER, C. V.; MEERT, L.; KRENSKI, A.; BORGHI, W. A.; DE OLIVEIRA NETO, A. M.; FIGUEIREDO, A. S. T. Características agronômicas e produtividade de milho segunda safra em função da velocidade de semeadura e população de plantas. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.12661/pap.2017.002>.

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 ensaio e Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho Regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v. 48, n. 2, p. 249-62, 1989.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.758-766, 2016.

MACHADO, T. M.; REYNALDO, É. F.; VALE, W. G. Semeadoras adubadoras com diferentes mecanismos dosadores de sementes e a influência da velocidade na semeadura do milho. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 118, n. 1, p. 37-42, 2019.

MARANHÃO – GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico** – GEPLAN. Atlas do Maranhão. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 39p. 2002.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. F. S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, O. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 851-858, 1999.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas para plantio**. Campinas: Editora Millennium, 1 edição, 2012, 648 p.

MELLO, A. J.; FURLANI, C. E.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; BORSATTO, E. A. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 02, p. 479-486, 2007.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B.B. Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description. **ACIAR Monograph**, nº 121. University of the Queensland, Australia, 2006, 178p.

NASCIMENTO, F. M.; BICUDO, S. J.; RODRIGUES, J. G. L.; FURTADO, M.B.; CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**, v. 58, n. 2, p. 193-201, 2011.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COISEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre linha e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

REETZ, H. Here's how to estimate yields for corn and soybeans before harvest. **Better Crops With Plant Food**, v. 71, p. 18-19, 1987.

REIS, J. G. M. D.; VENDRAMETTO, O.; NAAS, I. D. A.; COSTABILE, L. T.; MACHADO, S. T. Avaliação das Estratégias de Comercialização do Milho em MS Aplicando o Analytic Hierarchy Process (AHP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 1, p. 131-146, 2016.

SANTOS, A.P.; VOLPATO, C.E.S.; TOURINO, M.C.C. Desempenho de três semeadoras-adubadoras de plantio direto para a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 540-546, 2008

SANTOS, J. R., FREITAS MAIA, A. G., COSTA, A. F., GODOY, M. S., SILVA, R. I. R. Eficiência de métodos de controles na supressão da *Spodoptera frugiperda* (Smith) na cultura do milho. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, v.4, n. 1, p. 7-13, 2018.

SANTOS, V. C.; SANTOS, P. R. A.; LIMA, I. O.; PEREIRA, V. R. F.; GONÇALVES, F. R.; CHIODEROLI, C. A. Desempenho de semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e do mecanismo sulcador de fertilizantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 286-291, 2016.

- SILVA, M. C.; GAMERO, C. A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora-adubadora de Plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento. **Revista Energia na Agricultura**, v. 25, n. 01, p. 85-102, 2010.
- SILVA, M. C.; GAMERO, C. A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora-adubadora de plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento. **Revista Energia na Agricultura**, vol. 25, p. 85-102, 2010.
- SILVA, R. P.; CORÁ, J. E.; CARVALHO FILHO, A.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A. Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 929-937, 2008.
- SILVEIRA, G. M. **As Máquinas para Plantar: aplicadores, distribuidoras, semeadoras, plantadoras e cultivadoras**. 1 ed. Rio de Janeiro: Globo, 1989. 257 p.
- SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL FILHO, A.; TIEPPO, R. C.; TORRES, D. G. B.; BALDESSIN JUNIOR, A.; BOLIGON, F. Uniformidade de distribuição de plantas e estande de milho (*Zea mays* L.) em função do mecanismo dosador de sementes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 467-472, 2005a.
- SILVEIRA, J. C. M.; MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; GABRIEL FILHO, A. Força de tração e potência em duas velocidades de deslocamento e duas profundidades de deposição de sementes. **Revista Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 125-128, 2005b.
- SOUZA JUNIOR, R. L.; CUNHA, J. P. A. R. Desempenho de uma semeadora de plantio direto na cultura do milho. **Revista Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 81- 90, 2012.
- SOUZA, T. V. RIBEIRO, C. M.; SCALON, J. D.; GUEDES, F. L. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 4, p. 495-506, 2014.
- STACCIARINI, T. C. V.; CASTRO, P. H. C.; BORGES, M. A.; GUERIN, H. F.; MORAES, P. A. C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 516-519, 2010.
- TOURINO, M. C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. - In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13, 1983, Rio de Janeiro - RJ. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. v.2, p.103-16.
- TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; SCARSI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, v. 72, n. 1, p. 101-109, 2013a.
- TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; SCARSI, M.; SILVA, C.; LADAMI, P.F.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 7, p. 796-802, 2013b.
- VASCONCELLOS, J. P. R., REIS, R. B., REZENDE, R. M., REZENDE, R. A. L. S., CARVALHO, A. F. S. Influência da velocidade de semeadura na produtividade do trigo. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 3, p. 04-07, 2019.
- VIAN, A. L.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; SIMON, D. H.; DAMIAN, J. M.; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho

irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 464-471, 2016.

WEIRICH NETO, P.H.; FORNARI, A.J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L.C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.1, p.171-179, 2015.

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