UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MAPEAMENTO DO ESTANDE E DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE PLANTAS DE MILHO

GUSTAVO COELHO ARANTES

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020

MAPEAMENTO DO ESTANDE E DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE PLANTAS DE MILHO

Gustavo Coelho Arantes

Orientador: Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez
Co-orientadora: Eng[a]. Agr[a]. M. Sc. Diandra Pinto Della Flora

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para conclusão do Título de Engenheiro Agrônomo.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A662. Arantes, Gustavo Coelho
. Mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho. [recurso eletrônico] / Gustavo Coelho Arantes. -- 2020.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Jorge Wilson Cortez.
Coorientadora: Diandra Pinto Della Flora.
TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio

1. Agricultura de Precisão. 2. Semeadora-Adubadora. 3. Mecanização Agrícola. 4. Qualidade de Semeadura. 5. Milho. I. Cortez, Jorge Wilson. II. Flora, Diandra Pinto Della. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

MAPEAMENTO DO ESTANDE E DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE PLANTAS DE MILHO

Gustavo Coelho Arantes

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Bacharel em ENGENHARIA AGRONÔMICA

Aprovado em 04/11/2020.

Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Orientador – UFGD/FCA

Profª. Drª. Anamari Viegas de Araújo Motomiya

UFGD/FCA

Eng. Agr., M. Sc. Hermano José Ribeiro Henriques

Doutorando – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

A Deus nosso pai, pelas lutas e pela vitória.

Aos meus pais pelos conselhos, incentivo ao estudo e apoio durante este.

A minha namorada por compreender minha ausência em alguns momentos e apoiar meus estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez pela oportunidade.

Á minha co-orientadora pelo companheirismo e ensinamentos.

Á coordenadora do curso pelo auxílio durante esta fase da minha vida.

Ao meu colega Marlon Vendruscolo por ceder a área do seu pai para a realização do trabalho.

Aos meus colegas Gabriel Dalla, Gustavo Toniolli, João Pedro Parisotto, Daniel Manzato, João Paulo Morales e Marlon Vendruscolo pelo apoio com as amostragens a campo.

Aos meus colegas de turma pela amizade e salutar convivência acadêmica.

SUMÁRIO

RESUMO v

ABSTRACT vi

1 INTRODUÇÃO 7

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 9

2.1 Cultura do milho 9

2.2 Distância longitudinal 10

2.3 Profundidade de semeadura 11

2.4 Densidade de semeadura 11

2.5 Agricultura de precisão 12

3 MATERIAL E MÉTODOS 14

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 17

5 CONCLUSÕES 22

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 23

ARANTES, G. C. **Mapeamento do estande e distribuição longitudinal de plantas de milho**. 2020. 25f. Monografia (Graduação em Engenharia Agronômica), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

RESUMO

Para se atingir uma boa produtividade na colheita faz-se necessário que o processo de semeadura seja bem executado, de modo a garantir o estabelecimento de um estande de plântulas correto, conforme a necessidade de cada cultura. Neste contexto, objetivou-se avaliar o mapeamento do estande e a distribuição longitudinal das plantas de milho por meio da análise da variabilidade espacial. O experimento foi instalado em uma fazenda comercial localizada em Dourados MS, com talhão com área de 35,09 ha. A malha foi gerada com grid amostral de 2 pontos por ha, totalizando 81 pontos amostrais. Foram avaliados o estande de plântulas e a distribuição longitudinal por meio dos espaçamentos normais, falhos e duplos. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e geoestatística com posterior interpolação dos dados. Após a espacialização das variáveis foi realizada a construção dos mapas temáticos. Foi identificada variabilidade espacial no estande e na distribuição longitudinal de plantas de milho. Variando o estande entre 2 a 3 plantas por metro, e a distribuição longitudinal para os espaçamentos normais abaixo do esperado para uma semeadora com dosador pneumático, exclusivamente utilizado no trabalho. Também observou-se maior variabilidade de espaçamentos falhos do que os duplos.

Palavras-chaves: agricultura de precisão, semeadora-adubadora, mecanização agrícola.

ARANTES, G. C. **Stand mapping and longitudinal distribution of corn plants**. 2020. 25f. Monograph (Graduation in Agronomic Engineering), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

ABSTRACT

In order to achieve good productivity in the harvest, it is necessary that the sowing process is well executed, in order to guarantee the establishment of a correct seedling stand, according to the needs of each crop. In this context, the objective was to evaluate the stand mapping and the longitudinal distribution of the corn plants through the analysis of spatial variability. The experiment was installed on a commercial farm, in a plot with an area of 35.09 ha. The grid was generated with a sampling grid of 2 points per ha, obtaining 81 sample points. The seedling stand and longitudinal distribution were evaluated using normal, flawed and double spacing. The data were submitted to descriptive statistical analysis and geostatistics with subsequent data interpolation. After spatialization of the variables, thematic maps were constructed. Spatial variability occurs in the stand and in the longitudinal distribution of corn plants. Most of the area had a stand of 2 to 3 plants per meter. The longitudinal distribution for normal spacing was lower than expected for the sower with pneumatic doser. There is a greater variability of the faulty spacing than the double spacing.

KeyWords: precision agriculture, fertilizer-spreader, agricultural mechanization.

1 INTRODUÇÃO

O milho *(Zea mays)* pertence ao grupo dos cereais e, devido às suas qualidades nutricionais, é extensivamente usado na alimentação humana e de animais. O milho tem alto potencial produtivo e é altamente adaptável a novas tecnologias, além de ser uma cultura de grande relevância para a agropecuária brasileira e mundial. Na safra de 2018/19, foi a segunda cultura de grãos com maior área total estabelecida nas lavouras brasileiras, com 17,49 milhões de hectares, e um aumento de um milhão de hectares na safra 2019/20 (CONAB, 2020).

O estabelecimento da cultura é primordial para obter elevadas produtividades e, segundo Pinheiro et al. (2015), tem-se como meta 90% da lavoura com espaçamentos normais. Entretanto, muitos agricultores não conseguem atingir esta meta de espaçamentos por diversos fatores que podem influenciar positivamente e negativamente o estabelecimento das plantas dependendo da maneira como são empregados, tais como a tecnologia, vigor e os tratamentos de sementes (ANDREOLI et al., 2002), adubação pré-semeadura do solo, níveis de nutrientes desejáveis para um bom desenvolvimento da planta (CORTEZ et al., 2009) e a distribuição uniforme das plantas ao longo do sulco de semeadura (TOURINO, 1986).

A distância longitudinal das plantas é de grande importância e influencia diretamente na qualidade do estande, pois arranjos espaciais equidistantes entre as plantas na área permitem maior exploração de recursos naturais, aproveitando a máxima potencialidade produtiva das plantas. Esta organização não apenas do número de plantas por hectare, mas também da distribuição espacial tanto na linha quanto na entrelinha. Quanto mais equidistante, melhor a planta pode aproveitar a luminosidade, além de reduzir a competição por água e nutrientes do solo (SCHIMANDEIRO et al., 2006; EMBRAPA, 2015).

Todos estes fatores alinhados de forma positiva e equivalente dependem, ainda, da semeadura mecanizada da semente efetuada com precisão. A uniformidade de distribuição das sementes é de grande relevância na produtividade e pode ser afetada por diversas variáveis (DELAFOSSE, 1986; KURACHI et al., 1989). Isto envolve a profundidade adequada que a semente é depositada no solo (SANTO et al., 2008), a equidistância e uniformidade das plantas na linha de semeadura (PINHEIRO NETO et al., 2008).

Bottega et al. (2018) em seu estudo comparando dosadores de sementes empregados no Brasil e diferentes velocidades de semeadura, obtiveram melhores resultados com uma semeadora equipada com mecanismo dosador pneumático, trabalhando a velocidades de 4 km h^{-1} e 6 km h^{-1} e observaram que o aumento da velocidade interfere diretamente na precisão da distribuição das plantas gerando maiores porcentagens de espaçamentos duplos no estande.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o mapeamento do estande e a distribuição longitudinal das plantas de milho por meio da análise da variabilidade espacial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do milho

O milho pertence à família Gramineae/Poaceae, com origem Mexicana, há mais de 8000 anos e é cultivado em muitas partes do Mundo (Estados Unidos da América, República Popular da China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul, etc.) (BARROS et al., 2014)

Provavelmente, o milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas, e através de medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos cinco mil anos (DUARTE et al., 2000)

É consumido e cultivado em todos os continentes, devido principalmente a sua importância na alimentação animal, humana e na utilização da matéria-prima para a indústria (BARAVIERA et al., 2014).

Levantamento da Safra 2019/2020, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) aponta que o volume da produção de grãos no Brasil está estimado em 250,9 milhões de toneladas, 3,6% ou 8,8 milhões de toneladas superiores ao colhido em 2018/19 (BRASIL, 2020).

2.2 Qualidade da semente

A germinação é o reinício do crescimento do embrião paralisado nas fases finais da maturação da semente. É a capacidade da semente de produzir plântula que, pelas características de suas estruturas essenciais, demonstre aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo (POPINIGIS, 1985; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O teste de germinação visa determinar se uma semente é ou não capaz de germinar. Este teste oferece às sementes condições favoráveis, tais como umidade, temperatura, oxigênio e substrato. Os resultados são de grande valia para a comparação

entre lotes de sementes para fins de comercialização, e para o cálculo de densidade da semeadura (POPINIGIS, 1985).

Deve-se lembrar que o vigor fisiológico depende não apenas do fator genético da semente, mas também das condições a que foram submetidas as plantas e as sementes que estas irão produzir (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988).

Alguns fatores como condições climáticas, maturidade da semente condições de armazenamento, danificações mecânicas e idade das sementes afetam o vigor das sementes e podem influir decisivamente não só no estabelecimento de uma população inicial no campo, como também sobre todo o ciclo da planta e sobre a produtividade (POPINIGIS, 1985).

2.2 Distância longitudinal

A recomendação de arranjo de plantas em milho foi alterada ao longo do tempo, junto com as modificações de ordem genética, fisiológica, bioquímica e anatômica introduzidas na planta e a evolução do manejo cultural. Incrementos lineares na produtividade de grãos ocorreram na região do milho, nos EUA, nos últimos 70 anos, devido ao início de comercialização de híbridos duplos na década de 30 e dos híbridos simples em meados da década de 60 (RUSSEL, 1991).

A interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel exerce grande influência sobre a produtividade de grãos da cultura do milho quando outros fatores ambientais são favoráveis (OTTMAN E WELCH, 1989). Uma das formas de se aumentar a interceptação de radiação e, consequentemente, a produtividade de grãos é através da escolha adequada do arranjo de plantas. A associação entre evolução do arranjo de plantas e aumento da produtividade de grãos de milho tem sido frequentemente reportada na literatura (CARDWELL, 1982; RUSSEL, 1991; SANGOI, 2000). O arranjo de plantas pode ser manipulado através de alterações na densidade de plantas, no espaçamento entre linhas, na distribuição de plantas na linha e na variabilidade entre plantas (emergência desuniforme).

A qualidade na distribuição longitudinal das sementes com disco perfurado horizontal está relacionada com o ângulo de repouso das sementes no depósito, o teor de água, a presença de material estranho, a orientação das partículas e, principalmente, a rugosidade da superfície da semente (MOHSENIM, 1974).

Delafosse (1986) afirmou que a velocidade de trabalho é a variável que mais possui influência no desempenho de semeadoras afetando a distribuição longitudinal de sementes no sulco de semeadura o que influencia, na produtividade das culturas.

Jasper et al. (2006) trabalhando com milho, concluiu que o tratamento fitossanitário aumentou os espaçamentos falhos e múltiplos e reduziu os espaçamentos aceitáveis e que emprego de grafite reduz os espaçamentos falhos e múltiplos e eleva os espaçamentos aceitáveis.

2.3 Profundidade de semeadura

A profundidade de semeadura está condicionada aos fatores temperatura do solo, umidade e tipo de solo. A semente deve ser colocada numa profundidade que possibilite um bom contato com a umidade do solo. Entretanto, a maior ou menor profundidade de semeadura vai depender do tipo de solo. Em solos mais pesados, com drenagem deficiente ou com fatores que dificultam o alongamento do mesocótilo, dificultando a emergência de plântulas, as sementes devem ser colocadas entre 3 e 5 cm de profundidade. Já em solos mais leves ou arenosos, as sementes podem ser colocadas mais profundas, entre 5 e 7 cm de profundidade, para se beneficiarem do maior teor de umidade do solo.

No Sistema Plantio Direto, onde há sempre um acúmulo de resíduos na superfície do solo, especialmente em regiões mais frias, a cobertura morta pode retardar a emergência, reduzir o estande e, em alguns casos, pode até causar queda no rendimento de grãos da lavoura, dependendo da profundidade em que a semente foi colocada. Contrário a uma crença popular, a profundidade de semeadura tem influência mínima na profundidade do sistema radicular definitivo, que se estabelece logo abaixo da superfície do solo (CRUZ et al., 2010).

2.4 Densidade de semeadura

A densidade de semeadura, ou estande, definida como o número de plantas por unidade de área, tem papel importante na produtividade de uma lavoura de milho, uma vez que pequenas variações na densidade têm grande influência no rendimento final da cultura (CRUZ et al., 2010).

A população ideal depende do cultivar, da fertilidade do solo, da disponibilidade hídrica e da época de semeadura. Desse modo, a produtividade tende a se elevar com o aumento da população, até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área. Quando a densidade de plantas é baixa, ocorre certa compensação por meio do aumento no número de espigas, em razão da prolificidade do genótipo e, ou, variação no tamanho da espiga, o que pode minimizar a diferença da produtividade (PEREIRA, 1991).

Teoricamente, o melhor arranjo de plantas de milho é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes (CRUZ et al., 2010).

A escolha e o cuidado com as semeadoras representam um importante elemento dentro do processo de produção, uma vez que afetam a distribuição e a localização do adubo, a distribuição de sementes nas fileiras e a profundidade de plantio, o espaçamento entre fileiras, determinando a qualidade do plantio e seu efeito sobre as operações subsequentes e a produtividade da lavoura (CRUZ et al., 2010).

A variabilidade espacial ou a heterogeneidade da produtividade de grãos e sementes podem estar associadas a uma série de fatores que interagem de forma complexa e condicionam a expressão da cultura (VIAN et al., 2016).

2.5 Agricultura de precisão

A solução hoje utilizada é a de enfocar grandes áreas e entendê-las como homogêneas, levando ao conceito da necessidade média para a aplicação dos insumos o que faz com que, por exemplo, a mesma quantidade do fertilizante seja utilizada para toda a área, atendendo apenas as necessidades médias e não considerando, desta forma, as necessidades específicas de cada parte do campo. O mesmo acontece para os demais insumos, causando como resultado uma lavoura com produtividade não uniforme (CAPELLI, 1999).

A agricultura de precisão promete reverter o quadro atual permitindo a aplicação de insumos agrícolas nos locais corretos e nas quantidades requeridas de acordo com a variabilidade de cada ponto mapeado por GNSS (FATORGIS, 1998).

Para se obter a exatidão, a área precisa ser bem amostrada mostrando suas características e qualidades em diferentes pontos, evidenciando diferentes necessidades

de aplicações de insumos e em diferentes quantidades em busca de, no fim, homogeneizar a área (MANZATO et al., 1999; ROZA, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em fazenda comercial, localizada no distrito de Picadinha, município de Dourados, MS, latitude 22° 18' S e longitude 54° 99' W.

A região possui temperatura média anual de 22°C e clima do tipo CWa, segundo a classificação de (KÖPPEN, 1948), com solo de altos teores de argila com baixa atividade, classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (SANTOS et al., 2018). Dados de pluviosidade média e temperatura ao longo do período de ensaio estão apresentados na Figura 1. A semeadura do milho foi realizada no dia cinco de março de 2020.

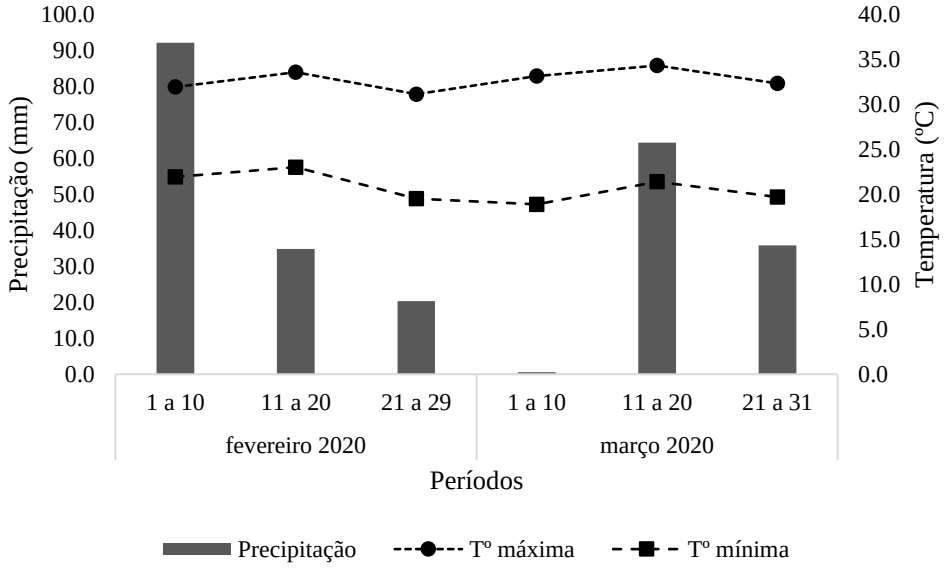

Figura 1. Temperatura máxima e mínima do ar e precipitação pluviométrica acumulada no período de estabelecimento do estande, dados obtidos da estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste (EMBRAPA, 2020).

O contorno foi realizado por um aplicativo de GNSS para smartphone, por meio de um trajeto percorrido, resultando em contorno de aproximadamente 35 ha, e malha gerada com gride amostral de 2 pontos por ha (Figura 2).

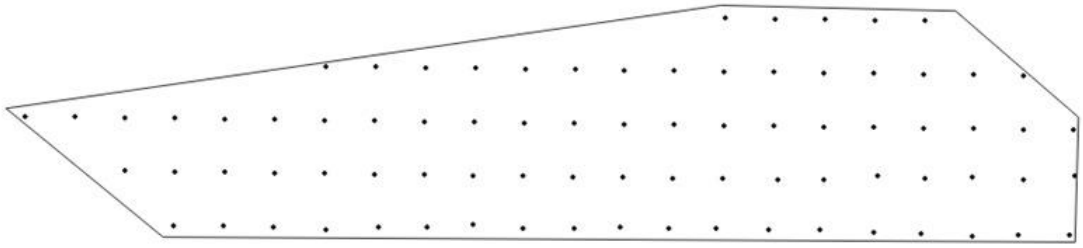

Figura 2. Malha e contorno da área amostral.

A lavoura de milho está em uma área com um histórico de 20 anos de cultivo com sucessão de soja e milho com braquiária em plantio direto.

Para a semeadura foi utilizada a semeadora John Deere 11/13 equipada com sistema pneumático e espaçamentos entre linhas de 0,45 cm com um total de treze linhas, capacidade da caixa de adubo de 1680 kg e 50 kg de sementes, requerendo por linha uma potência de 71,1 kW, totalizando 91,9 kW. A semeadora foi acoplada a um trator New Holland T8 com 301,5 kW de potência, trabalhando a uma velocidade de 6 km h^{-1}, tais tecnologias empregadas no híbrido super precoce da Syngenta, o 488 VIP3, que tem por características um ciclo curto com 798 graus dias de florescimento aliado com uma genética de apelo produtivo e de um alto investimento, esperando uma população de 57.777,77 plantas por hectare.

O estande foi amostrado através da contagem direta de plantas em 2 metros com 3 repetições (linhas) em cada ponto, 10 dias após a semeadura do milho.

A determinação de espaçamentos normais, falhos e duplos foi realizado através da contagem direta de plantas, de acordo com as normas da ABNT (1984) e Kurachi et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D): < 0,5 vez o Xref., “normais" (A): 0,5 <Xref. < 1,5, e "falhos" (F): > 1,5 o Xref.

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, segundo Vieira et al. (2002), obtendo-se média, variância, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de variação, assimetria e curtose. Foi utilizado o teste de normalidade de Ryan-Joiner, sendo considerados como distribuição normal os dados que obtiveram *p*-valor > 0,05.

A análise geoestatística foi realizada por meio de semivariogramas experimentais (Vieira, 2000). O ajuste dos modelos foi realizado com base no melhor coeficiente de determinação (r^2). O interpolador utilizado, quando constatada dependência espacial entre os dados, foi a krigagem e os dados que não apresentaram dependência espacial foram interpolados pelo inverso do quadrado da distância (IDW).

Do ajuste de um modelo matemático aos dados, foram definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), contribuição (C_1), patamar (C_0+C_1) e alcance (a). O índice de dependência espacial (IDE) foi calculado por meio da equação: IDE=[C_0/(C_0+C_1)]*100. Com base nos IDE, foi classificado o grau de dependência espacial (GDE) como: forte, para IDE ≤ 25%; moderado, para IDE entre 25 e 75%; e fraco, para IDE > 75% (CAMBARDELLA et al., 1994).

A espacialização da variabilidade do estande e espaçamentos normais, falhos e duplos, foi procedida por meio da construção dos mapas temáticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da estatística descritiva a respeito do estande e da distribuição longitudinal estão apresentados na Tabela 1. Observa-se uma amplitude dos dados e alto valor do coeficiente de variação principalmente no falho% e duplo%, que se deve principalmente pela grande variação dos espaçamentos duplos e falhos em meio ao estande sendo bem evidenciados em alguns pontos.

Objetivou-se pelo produtor alcançar uma média de 57.777,77 plantas por hectare sendo que ele conseguiu atingir com uma média de 2,51 plantas por metro um total de 55.777,77 plantas por hectare ficando abaixo do esperado pelo produtor.

Tabela 1. Estatística Descritiva do estande e das distribuições longitudinais da cultura do milho.

	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV%	Cs	Ck	RJ
Estande (pl m^{-1})	1,80	2,51	3,00	0,29	11,56	0,02	-0,49	$0,99^{ns}$
Falho (%)	0,00	9,81	35,60	8,82	89,91	0,70	-0,09	$0,99^{ns}$
Duplo (%)	0,00	1,84	19,00	3,59	195,21	2,42	7,19	0,97*
Normal (%)	57,80	88,36	100,00	9,66	10,93	-0,75	0,66	$0,99^{ns}$

DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Cs: coeficiente de assimetria; Ck: coeficiente de curtose; RJ: teste de normalidade de Ryan-Joiner, onde (*) significativo em níveis de p <0,05 e (^{ns}) não significativo. Quando for significativo indica que a hipótese para distribuição normal é rejeitada.

Segundo Snedecor e Cochran (1967), os valores que podem ser considerados normais para os coeficientes de assimetria e curtose dentro de uma distribuição vão de zero a três. A Tabela 1 apresenta o coeficiente de assimetria negativo para o espaçamento normal deslocando a curva de distribuição dos dados para a esquerda e valores positivos deste coeficiente para as demais deslocando a distribuição para a direita. Sendo, ainda, classificados como uma distribuição platicúrtica o estande e o falho% por ter o coeficiente de curtose negativo e uma distribuição leptocúrtica o duplo% e normal% pois possuem coeficiente de curtose positivo.

O teste de Ryan Joiner (Tabela 1) demonstrou que as variáveis estande, falho e normal apresentam uma distribuição caracterizada como normal, enquanto a variável duplo apresentou resultado significativo para o teste, indicando que os dados não seguem a distribuição normal, confirmado pelos altos valores de assimetria e curtose.

Na análise espacial da distribuição longitudinal de plantas de milho e do estande, através da geoestatística (Tabela 2), observa-se que apenas o estande apresenta

dependência espacial com um modelo de semivariograma exponencial (Figura 3a), com índice de dependência espacial classificado como moderado (IDE 25-75%).

Ainda para a variável estande, o alcance obtido foi de 94 m. O alcance da dependência espacial é um parâmetro geoestatístico importante na agricultura por auxiliar o delineamento de futuras amostragens de estandes, indicando a máxima distância entre amostras para obter boa representatividade (SAMPAIO et al., 2010), o que indica que, no presente trabalho, a distância considerada para amostragem (70,71 m) foi satisfatória para analisar a dependência espacial.

Tabela 2. Parâmetros geoestatísticos, pontos de estande e da distribuição longitudinal.

	Efeito Pepita (C_0)	Patamar (C_0+C_1)	Contribuição (C_1)	Alcance (a) m	Modelo	r^2	Dependência Espacial	
							IDE	GDE
Estande	0,0282	0,0875	0,0593	94	Exponencial	0,99	32,23	Moderado
Falho (%)	76,6341	76,6341	-	-	EPP	-	-	-
Duplo (%)	11,6516	11,6516	-	-	EPP	-	-	-
Normal (%)	94,6845	94,6845	-	-	EPP	-	-	-

r^2:coeficiente de determinação; IDE: índice de dependência espacial; GDE: grau de dependência espacial.

A distribuição longitudinal de plantas apresentou gráficos de efeito pepita puro (Figura 3), evidenciando que não existe a dependência espacial entre os pontos de amostragem no falho%, duplo% e normal%. Assim os mapas foram gerados pelo interpolador inverso da distância.

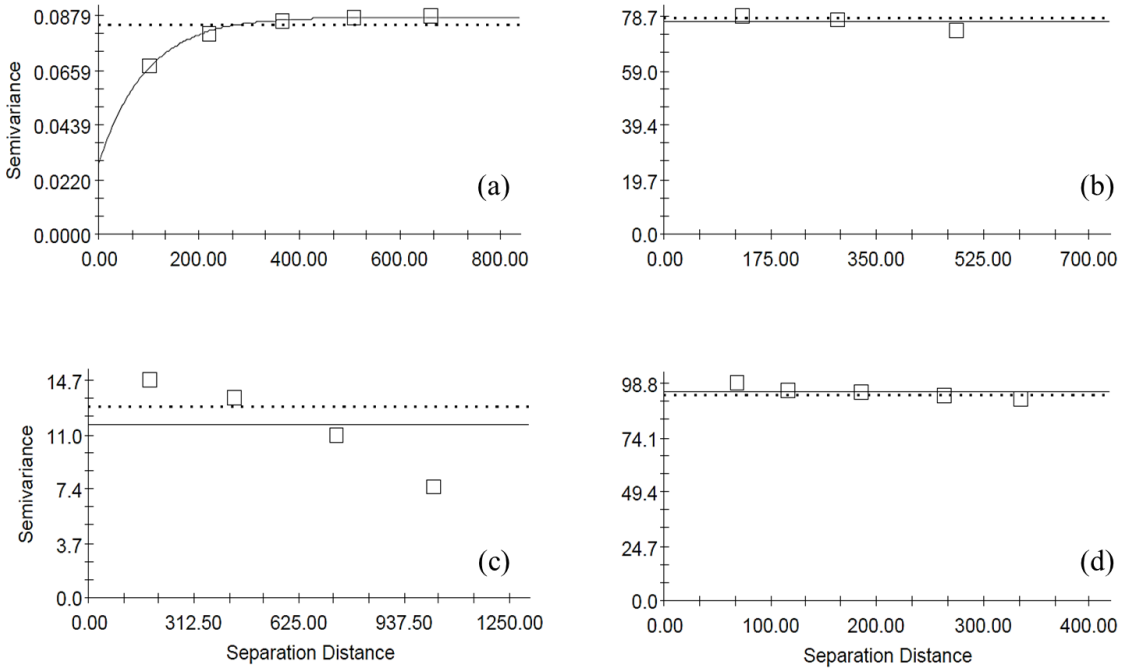

Figura 3. Semivariogramas do estande (a) e distribuição longitudinal de plantas de milho considerados falho (b), duplo (c) e normal (d).

No estande de plantas (Figura 4) mais de 99% da área teve de duas a três plantas por metro o que é considerado aceitável. O ideal para a cultura do milho pode variar de acordo com a seleção genética, arquitetura da planta e sua relação com o ambiente, além de fatores como o solo e as correções feitas no mesmo com isso deve ser feito um estudo para a escolha da densidade de plantas ideal de acordo com as características apresentáveis da área, o que não aconteceu no caso do projeto (SANGOI, 2000).

No entanto, segundo as conclusões de Penariol et al. (2003), trabalhando com duas cultivares de milho safrinha, os espaçamentos de 0,40 m entre linhas obtiveram maior produtividade para ambas as variedades. Demétrio et al. (2008) encontrou em suas pesquisas resultados que confirmam o espaçamento entre linhas de 0,40 m sendo mais adequado juntamente com o adensamento das populações entre 70000 à 80000 plantas por hectare que garantiram os melhores resultados de produtividade para o híbrido utilizado no seu estudo tendo um estande de em média 3,2 plantas por metro.

que se comparado com o utilizado neste trabalho, 2,6 plantas por metro esperando 57.777,77 plantas por hectare e 0,45 m entre linhas mostra que o índice populacional almejado pelo produtor está abaixo do que é classificado como o ideal para o estudo em questão.

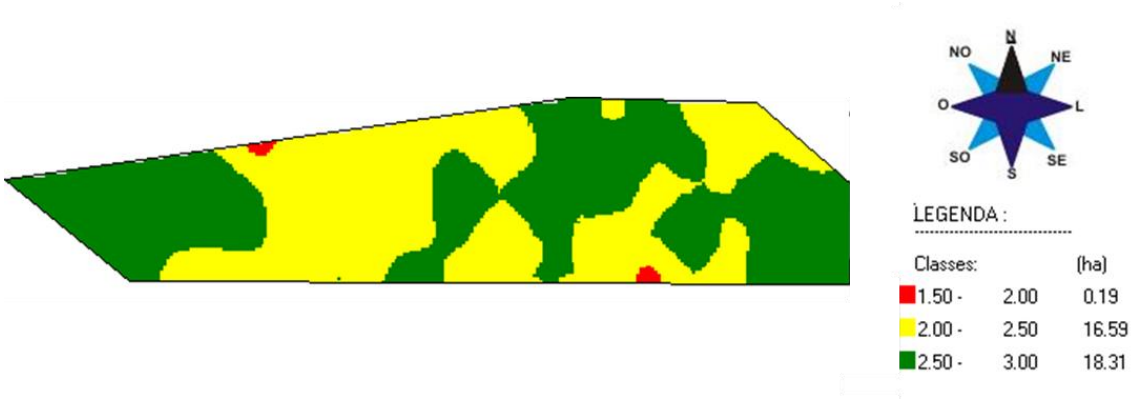

Figura 4 – Variabilidade do estande de milho.

Os espaçamentos normais são importantes para não se ter uma grande variabilidade do estande evitando espaçamentos falhos e duplos sendo estipulada uma regra, 90% dos espaçamentos normais é o mínimo para uma semeadora com dosador pneumático sendo este o utilizado na semeadura do trabalho.

Obteve-se resultados de que 93% da área com 80% dos espaçamentos avaliados como normal (Figura 5), não alcançando o mínimo de 90% dos espaçamentos normais estipulados para o dosador pneumático.

As plantas podem ter tido dificuldades no seu estabelecimento pelo fato da baixa pluviosidade durante o estabelecimento destas, evidenciado na Figura 1, aumentando o número de espaçamentos falhos. Com os espaçamentos falhos se evidência uma variabilidade no estande não mantendo a uniformidade nos espaçamentos.

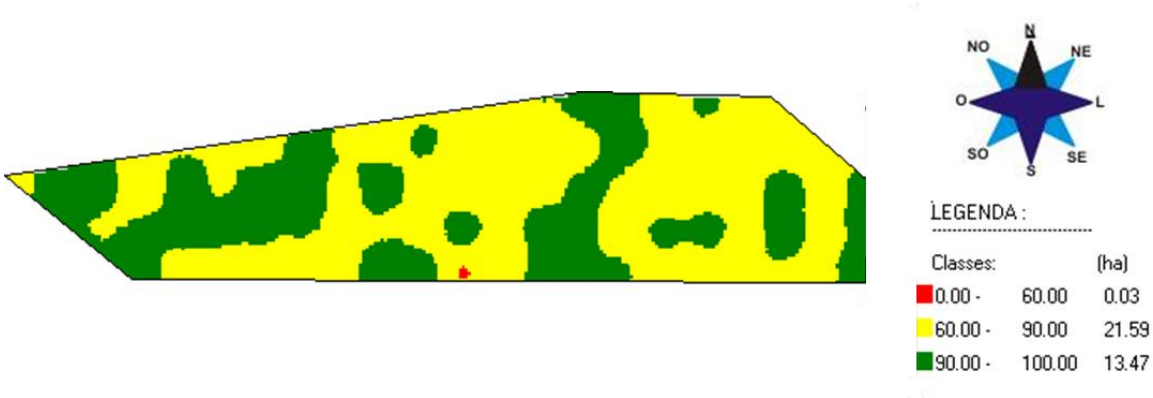

Figura 5 – Variabilidade do espaçamento normal da cultura do milho.

O mapa de espaçamentos falhos (Figura 6a) mostra que em 95,4% da área se tem menos de 20% de espaçamentos falhos sendo que destes mais da metade é menor que 10%. A média de plantas por metro revela que faltaram plantas, o que é explicado quando se vê o mapa de espaçamentos falhos revelando a falta de plantas para uma população almejada, perdendo de produzir por não se ter o estabelecimento dessas plantas talhão.

O duplo (Figura 6b) tem em 98,7% da área total menos de 10% de espaçamentos duplos. O que é um percentual baixo afetando muito pouco a equidistância das plantas, ao analisar o mapa verifica-se que estes espaçamentos duplos ocorreram de maneira concentrada e bem pouco variada no talhão.

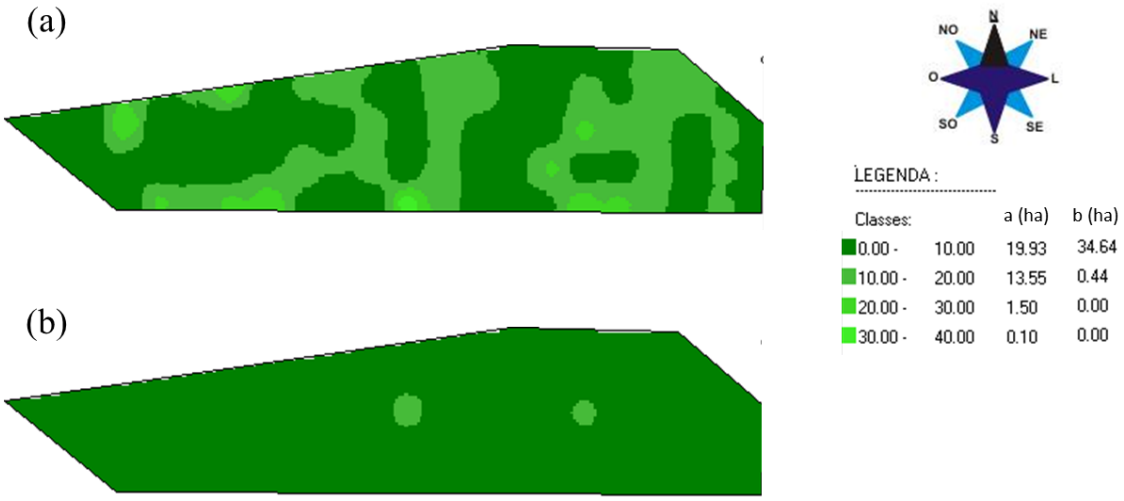

Figura 6 – Variabilidade de espaçamentos falhos (a) e duplos (b) da cultura do milho.

5 CONCLUSÕES

Ocorre variabilidade espacial no estande de plantas de milho.

A maior parte da área ficou com um estande de 2 a 3 plantas por metro.

A distribuição longitudinal foi abaixo do esperado para a semeadora com dosador pneumático.

Ocorre maior variabilidade pelos espaçamentos falhos do que os duplos.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C.; ANDRADE, R.V.; ZAMORA, S.A.; GORDON, M. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.1-5, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 04:015.06-004 - semeadoras de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio**. São Paulo: ABNT, 1984. 26 p.

BARAVIERA, C. M. C.; CANEPELLE, C. DOURADO, L. G. A.; AGUERO, N. F. Avaliação de propriedades físicas de grãos de híbridos de milho. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v.10, n.19, p. 291-297, 2014.

BARROS, J.F.C.; CALADO, J.G. **A Cultura do Milho.** Évora: Escola de ciências e tecnologia departamento de fitotecnia Évora, 2014. 52 p.

BOTTEGA, E.L.; VIAN, T.; GUERRA, N.; NETO, A.M.O. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 22, p. 1-5, 2018.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.1501-1511, 1994.

CAPELLI, N. L. Agricultura de precisão - Novas tecnologias para o processo produtivo. In: TSCHIEDEL, M., FERREIRA, M. F., Introdução à Agricultura de Precisão: conceitos e vantagens**. Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 159-163, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento Da Safra de Grãos: Sétimo levantamento, abril 2020 – safra 2019/2020. Brasília: CONAB, 2020. Disponível em:<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 7 jul. 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Levantamento de grãos confirma produção acima de 250 milhões de toneladas na safra 2019/2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3371-levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-de-toneladas-na-safra-2019-2020. Acesso em: 7 jul. 2020.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.277-287, 2009.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F. de; MATRANGOLO, W.J.R.; ALBUQUERQUE

ALBUQUERQUE, M.R. **Cultivo do milho.** 6ª ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

DEMÉTRIO, C.S.; FORNASIER, I.D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa agropecuária brasileira,** Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DELAFOSSE, R.M. **Máquinas sembradoras de grano grueso: descripcion y uso**. Santiago: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1986. 48 p.

DUARTE, J. de O; MATOSSO, M.J.; GARCIA, J.C. **Importância econômica**. In: CRUZ, J. C; VERSIANI, R. P.; M. T. R. (Eds.) Cultivo do milho. Sete Lagoas; EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 2000.

FRAISSE, C. Agricultura de Precisão: a tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas. **Revista Fator GIS**, Curitiba, n. 21, p. 28-33, 1998.

JASPER, R.; JANSZEN, U; JASPER, M.; GARCIA L.C. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 292-299, 2006.

KÖPPEN, W. **Climatologia: conunestudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478 p.

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 e dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 48, n. 2, p. 249-262, 1989.

MANZATTO, C. V.; BHERING, S. B.; SIMÕES, M. **Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos**. 1999. Disponível em: < http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/ proj01/proj01.html>. Acesso em: 7 jul. 2020.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials.** New York: Gordan and Breach, 1974. 734 p.

OTTMAN, M.J., WELCH, L.F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.2, p.167-174, 1989.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p.11-41.

PENARIOL, F.G.; FORNASIERI, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento De Cultivares De Milho Semeadas Em Diferentes Espaçamentos Entre Linhas E Densidades Populacionais, Na Safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003.

PEREIRA, R.S.B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético do milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 745-751, 1991.

PINHEIRO, R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; BORTOLOTTO, V.C.; PINHEIRO, A.C. Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, p. 611-617, 2008.

ROZA, D. Novidade no campo: Geotecnologias renovam a agricultura. **Revista InfoGEO,** n. 11, 2000. Disponível em<http://www.infogeo.com.br/Revista/materia_11.html>. Acesso em: 7 jun. 2020.

RUSSELL, W.A. Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of maize breeding. **Maydica**, Bergamo, v.29, n. 5, p.375-390, 1984.

SAMPAIO, F.M.T.; FERREIRA, M.M.; OLIVEIRA, M.S.; ALMEIDA, A.C.; JOSÉ, M.R. Variabilidade espacial da umidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 854-61, 2010.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2000.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical method**s. 6.ed. Ames: Iowa State University Press, 1967. 593p.

SANTO, A.P.; TOURINO, M.C.C.; VOLPATO, E.S. Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1601-1608, 2008.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

TOURINO, M.C.C. A semente no lugar certo. **A Granja**, Porto Alegre, v. 42, n. 461, p. 36-40, 1986.

TEIXEIRA, F.F.; ANDRADE, R.V. de; OLIVEIRA, A. C. de; FERREIRA, A. da S.; SANTOS, M. X. dos. Diversidade no germoplasma de milho coletado na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 01, n. 03, p. 59-67, 2002.

TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, B. O. de; ANDRADE, R. V. de; PADILHA, L. **Boas Práticas na Manutenção de Germoplasma e Variedades Crioulas de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 113).

VIEIRA, S.R.; MILLETE, J.; TOPP, G.C.; REYNOLDS, W.D. Handbook for geoestatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ, V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V.; COSTA, J.M. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p.1-45.

VIAN, A. L. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. **Ciência Rural.** Santa Maria, 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**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.171-179, 2015.

WILSON, J.H.; CLOWES, M. St. J.; ALLISON, J.C.S. Growth and yield of maize ate different altitudes in Rhodesia. **Annals of Applied Biology,** v. 73, n. 1, p. 77-84, 1973.