



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA
DOUTORADO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

ANAILSON DE SOUSA ALVES

**PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES E
ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS**

MOSSORÓ/RN

2015

ANAILSON DE SOUSA ALVES

**PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES E
ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Manejo do Solo e da Água no Ambiente Agrícola

Orientador: Suedêmio de Lima Silva, Prof. Dr.

Coorientador: Joaquim Odilon Pereira, Prof. Dr.

MOSSORÓ/RN

2015

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca
“Orlando Teixeira” da UFERSA – Mossoró, RN

A474p Alves, Anailson de Sousa.

Produção de cultivares de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas. / Anailson de Sousa Alves – Mossoró-RN, 2015.

86f. il.

1. Milho (*Zea mays*). 2. Adubação organomineral. 3. Produção agrícola. 4. Arranjo espacial. I. Título.

CDD: 633.15

Bibliotecário-Documentalista
Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo
CRB5 1013

ANAILSON DE SOUSA ALVES

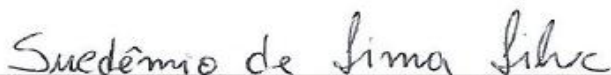
**PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES E
ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS**

Tese apresentada ao Doutorado em Manejo de Solo e Água do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Manejo do Solo e da Água no Ambiente Agrícola

Defendida em: 18/06/2015.

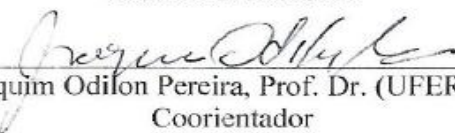
BANCA EXAMINADORA



Suedêmio de Lima Silva, Prof. Dr. (UFERSA)

Orientador

Presidente da Banca



Joaquim Odilon Pereira, Prof. Dr. (UFERSA)

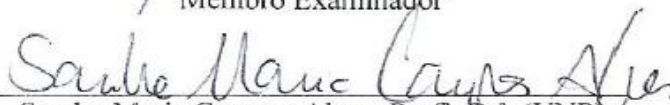
Coorientador

Membro Examinador



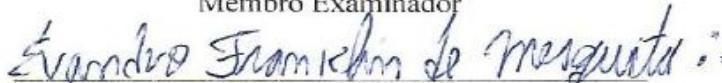
Neyton de Oliveira Miranda, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador



Sandra Maria Campos Alves, Prof.^a. Dr.^a. (UNP)

Membro Examinador



Evandro Franklin de Mesquita, Prof. Dr. (UEPB)

Membro Examinador

Ao meu avô José Alves (*in memoriam*), e
minhas avós Francisca Maria (*in memoriam*) e
Judite Maria (*in memoriam*), fonte de eternos
ensinamentos, orações e infinitas saudades.

OFEREÇO!

Aos meus amados e admirados pais, Antônio
Alves e Irene Clementino pelo apoio e carinho
incondicional...

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha fonte de inspiração, pelo dom da vida, por ser meu leme e meu guia, pela constante proteção, por me fazer superar as adversidades e pela permissão da realização de mais um sonho.

Aos meus pais que me propiciaram uma vida digna, sempre acreditando que tudo é possível, desde que sejamos honestos, íntegros de caráter e tendo a convicção de que desistir nunca seja uma ação contínua em nossas vidas e que sonhar e concretizar os sonhos só dependerá de nossa vontade.

A minha noiva, amada e fiel companheira, Luana Ribeiro, que sempre aceitou e entendeu a distância, me apoiando e incentivando, por sempre me receber de braços abertos, tornando minha caminhada aqui na terra mais suave e agradável: você também faz parte desta conquista.

A minha irmã e ao meu tio de adoção (João Alves), portador de cuidados especiais, que me impulsionou a lutar por uma vida mais digna, bem como meus demais tios, tias, primos e primas, pelo amor, força e confiança em mim depositada, e por estarem sempre comigo, me fazendo perseverar, figurando como plateia de todas as minhas conquistas, sempre me dando a mão para levantar nos momentos em que fraquejei.

Ao professor Suedêmio de Lima Silva, pela confiança, pela paciência na transmissão dos conhecimentos e pelo insubstituível caráter como pessoa e como profissional: levarei teu exemplo de trabalho e dedicação sempre comigo.

Ao professor Joaquim Odilon Pereira, pela amizade, pelos sábios conselhos e por demonstrar sempre prontidão nas vezes que necessitei, sempre com muita simplicidade, dignidade, caráter e respeito.

Aos professores Evandro Franklin de Mesquita, Sandra Maria Campos Alves e Neyton Miranda, pelas valiosíssimas contribuições, e ensinamentos científicos que com certeza, lapidaram este trabalho, assim como o vaso na mão do oleiro.

Aos professores Luís Cézar e Janilson Pinheiro, pela amizade, compreensão e apoio na realização deste trabalho.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) por ter oportunizado a realização deste sonho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, que com responsabilidade e dedicação souberam transmitir os conhecimentos necessários para minha vida profissional.

Aos colegas e amigos de turma do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água pela amizade e companheirismo, pelos momentos de conversas e descontração e pela importante troca de experiências ao longo do curso.

A Capes pelo incentivo financeiro.

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo financiamento do Projeto, viabilizando assim toda sua execução.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), pela doação de parte das sementes utilizadas neste experimento.

A Paulo Roberto, Tayd Dayvisson e Aécio Pereira, pela amizade, companheirismo e inestimável apoio na condução do experimento.

Aos agricultores do nosso país, que com seu imenso trabalho e dedicação, contribuem para que o alimento chegue à mesa de todos;

Enfim, para não pecar por omissão, agradeço de coração a todas as pessoas que de forma direta ou indireta, contribuíram para realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

ANAILSON DE SOUSA ALVES, filho de Antônio Alves da Silva e Irene Clementino de Sousa Alves, nasceu na cidade de Catolé do Rocha, Estado da Paraíba, em 03 de agosto de 1988.

Quando criança cursou o primário na Escola Municipal Raimunda Maria da Conceição, no Sítio Trapiá, zona rural do município de Catolé do Rocha, PB: cursando o ensino fundamental no Centro de Ensino Fundamental Luzia Maia e o ensino médio na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Obdúlia Dantas, ambas no mesmo município.

Em julho de 2009, graduou-se em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em Catolé do Rocha, PB.

Em fevereiro de 2012, concluiu curso de mestrado no Programa de Pós Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal da Paraíba, (UFPB), em Areia, PB, tendo concentrado seus estudos na área de Agricultura Sustentável, Solos e Nutrição Mineral de Plantas.

Em março de 2012, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, em nível de Doutorado, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, (UFERSA), em Mossoró, RN, concentrando seus estudos na área de Manejo do Solo e da Água no Ambiente Agrícola, submetendo-se a defesa de Tese em Junho de 2015.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu. Há tempo de nascer e tempo de morrer; tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou; Tempo de matar e tempo de curar; tempo de derrubar e tempo de edificar; Tempo de chorar e tempo de rir; tempo de prantear e tempo de dançar; Tempo de espalhar pedras e tempo de ajuntar pedras; tempo de abraçar e tempo de afastar-se de abraçar; Tempo de buscar e tempo de perder; tempo de guardar e tempo de lançar fora; Tempo de rasgar e tempo de coser; tempo de estar calado e tempo de falar; Tempo de amar e tempo de odiar; tempo de guerra e tempo de paz”.

(Eclesiastes 3:1-8)

SUMÁRIO

RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1. REFERENCIAL TEÓRICO	1
2. REFERÊNCIAS	7
CAPÍTULO I	11
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4. CONCLUSÕES	29
5. REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO II	32
COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4. CONCLUSÕES	46
5. REFERÊNCIAS	47
CAPÍTULO III	50
ANÁLISE MULTIVARIADA NA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE MILHO SUBMETIDO A ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS	50
RESUMO	51
ABSTRACT	52
1. INTRODUÇÃO	53
2. MATERIAL E MÉTODOS	55

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4. CONCLUSÕES	66
5. REFERÊNCIAS	67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1	Caracterização química e física do solo na camada de 0-20 cm	17
Tabela 2	Médias e valores de F referentes ao índice de velocidade de emergência-IVE (plântulas dia ⁻¹), população inicial-PI (plantas ha ⁻¹), população final-PF (plantas ha ⁻¹) e altura de inserção de espigas-AIE (cm) de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas.....	21
Tabela 3	Desdobramento da interação entre os fatores adubações e cultivares para a altura de inserção de espigas (AIE)	24
Tabela 4	Desdobramento da interação entre os fatores cultivares e espaçamentos para a altura de inserção de espigas (AIE).	24
Tabela 5	Médias e valores de F referentes ao diâmetro do colmo (DC), número de grãos por espigas (NGE), massa de grãos por espiga (MGE) e produtividade (P) de cultivares de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas	25
Tabela 6	Desdobramento da interação entre os fatores adubações e espaçamentos para o diâmetro do colmo (DC)	27
Tabela 7	Desdobramento da interação entre os fatores adubações e cultivares para o número de grãos por espigas (NGE) e para a produtividade (P)	28

CAPÍTULO II

Tabela 1	Caracterização química e física do solo na camada de 0-20 cm	37
Tabela 2	Médias e valores de F da massa de espigas com palha (MECP), massa de espigas sem palha (MESP), comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), massa de 1000 grãos (M1000G) e produtividade (P) de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas	40
Tabela 3	Desdobramento da interação entre os fatores adubações e cultivares para o comprimento da espiga (CE) e para a produtividade (P)	45

CAPÍTULO III

Tabela 1	Caracterização química e física do solo na camada de 0-20 cm	55
Tabela 2	Valores do teste F obtidos nas análises de variância das características avaliadas em função das adubações (A), das cultivares de milho (C) e dos espaçamentos (E)	59
Tabela 3	Matriz de correlação das variáveis de produtividade do milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas	60

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1	Variáveis meteorológicas observadas durante o período de junho a outubro de 2013	16
Figura 2	Índice de velocidade de emergência de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50	22
Figura 3	População inicial de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas	23
Figura 4	Massa de grãos por espigas de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido a adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas	26

CAPÍTULO II

Figura 1	Massa de espigas com palha de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas	41
Figura 2	Massa de espigas sem palha de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas	42
Figura 3	Diâmetro de espigas de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas	43

CAPÍTULO III

Figura 1:	Percentual de variância dos componentes de produtividade de cultivares de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas	62
------------------	--	----

Figura 2 Dendrograma resultante da análise de agrupamento dos 12 tratamentos, utilizando-se a percentagem da variação da distância euclidiana média como coeficiente de similaridade. O: Adubação orgânica; OM: Adubação organomineral; M: Adubação Mineral; B: Bras 3010; P: Potiguar; E1: 80 cm; E2: 50 cm 63

RESUMO

ALVES, A. S.; D. Sc. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Junho de 2015. **Produção de cultivares de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas.** Orientador: D. Sc. Suedêmio de Lima Silva. Coorientador: D. Sc. Joaquim Odilon Pereira.

O potencial produtivo da cultura do milho pode ser explorado pela implementação criteriosa de aspectos técnicos, como a escolha da cultivar que melhor se adapta às condições de cultivo, espaçamento utilizado e o manejo adequado. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônomo, os componentes de produção e a produtividade de duas cultivares de milho em função dos tipos de adubações e espaçamentos entre linhas, em sistema de cultivo irrigado. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Mossoró, RN, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 3 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por três adubações (AO - Adubação Orgânica; AOM - Adubação Organomineral e AM - Adubação Mineral), duas cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) e dois espaçamentos entre linhas (80 cm e 50 cm). Foram avaliados o índice de velocidade de emergência, população inicial e final de plantas, altura de inserção de espigas, diâmetro do colmo, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por espiga, massa de espiga com e sem palhas, diâmetro, comprimento e massa de grãos por espiga e produtividade. A adubação organomineral (AOM) não apresentou diferenças significativas em relação à adubação mineral (M) nos parâmetros desempenho agrônomo das cultivares de milho avaliadas, com exceção do diâmetro do colmo. Os aspectos agrônomo das cultivares de milho avaliadas foram incrementados com a utilização do espaçamento de 80 cm entre linhas, com exceção da população inicial e final de plantas. A maior produtividade foi encontrada com a utilização da adubação orgânica, para a cultivar Potiguar, no espaçamento de 80 cm entre linhas. A população final, a produtividade e a massa de mil grãos foram os componentes que mais influenciaram na avaliação do conjunto dos dados. Cada cultivar de milho avaliada respondeu de maneira diferenciada às adubações e espaçamentos avaliados. A concordância entre os resultados da análise de agrupamentos e da análise de componentes principais com a análise de variância evidencia a adequação das técnicas estatísticas multivariadas utilizadas nesta pesquisa. O uso combinado das técnicas multivariadas possibilitou inferir com maior segurança nos agrupamentos formados entre os tratamentos e em suas características.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L. Adubação organomineral. Produção agrícola. Arranjo espacial.

ABSTRACT

ALVES, A. S. D. Sc; Universidade Federal Rural do Semi-Árido, June 2015. **Production of maize cultivars as a function of fertilization and row spacings.** Advisor: D. Sc. Suedêmio Lima Silva. Coorientador: D. Sc. Joaquim Pereira Odilon.

The production potential of maize can be exploited by the judicious implementation of technical aspects, such as the choice of cultivar that best suits growing conditions, spacing employ and proper management. The objective was to evaluate the agronomic performance, yield components and yield of two maize cultivars for different types of fertilization and row spacing an irrigated cropping system. The experiment was conducted at the Experimental Farm Rafael Fernandes, in Mossoro, RN, adopting a randomized complete block design in a factorial 3 x 2 x 2, with four replications. Treatments consisted of three fertilizer (AO - Organic fertilization; AOM - fertilization and organic-AM - Mineral fertilization), two corn cultivars (Bras 3010 and Potiguar) and two row spacings (80 cm and 50 cm). We evaluated the emergency speed index, initial and final plant population, spikes insertion height, stem diameter, number of kernel rows per ear, number of grains per ear, ear yield with and without straw, spike diameter, spike length, grain weight per ear and yield. The organic-fertilizer (AOM) showed no significant differences in relation to mineral fertilization (M) in the parameters of agronomic performance of maize cultivars increased, except for stem diameter. The agronomic aspects of corn cultivars were evaluated using the incremented spacing of 80 cm between rows, except the initial and final population of plants. The highest yield was obtained with the use of organic fertilizer in cultivar Potiguar, spaced at, 80 cm between rows. The final population, yield and thousand grain weight were the components that most influenced the evaluation of all the data. Each corn cultivar evaluated responded differently to fertilization and evaluated spacings. The agreement between the results of cluster analysis and principal component analysis with the analysis of variance shows the appropriateness of multivariate statistical techniques used in this study. The combined use of multivariate techniques allowed to infer more safely about groups formed between treatments and their characteristics.

KEY WORDS: *Zea mays* L. Organic-mineral fertilization. Crop production, Spatial arrangement.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

O desafio para a agricultura é produzir alimentos, de forma sustentável e em quantidade suficiente para atender a demanda crescente da população por alimentos, fibras e produção de biocombustíveis. Neste cenário, torna-se necessário um aumento nos esforços nas áreas de pesquisa e extensão, com foco no aumento de produtividade das culturas, visando a atender essas demandas.

O Brasil se apresenta como terceiro maior produtor mundial de milho, sendo superado apenas pelos Estados Unidos (365,7 milhões de toneladas) e China (217 milhões de toneladas). Já como exportador, o mesmo se situa na segunda posição, com 20 milhões de toneladas exportadas na safra 2013/14 (USDA, 2014), garantindo assim, importante papel no abastecimento mundial de milho.

Acompanhamento realizado pela Conab (2014) indica produção total, nacional, de aproximadamente 76,6 milhões de toneladas de milho na primeira e segunda safra no ano agrícola de 2014/2015. Esta produção será obtida semeando-se área de aproximadamente 15,8 milhões de hectares, apresentando assim, produtividade média de 5.057 kg ha⁻¹. Esta média produtiva pode ser considerada baixa comparando-se a outros países. De acordo com Sangoi et., (2010), isso ocorre em decorrência de fatores ligados à fertilidade do solo, arranjo espacial de plantas e ao uso de genótipos e práticas de manejo inadequadas. No entanto, várias técnicas de cultivo vêm elevando a produtividade nos últimos anos.

O Nordeste brasileiro, em toda sua extensão, apresenta grande potencial para o cultivo do milho, em diferentes condições ambientais e diferentes sistemas de produção. O milho assume importância ainda maior na contextualização da agricultura familiar, sendo um dos pilares do cultivo de subsistência e da alimentação das famílias, fortalecendo a economia solidária. Estimativas da Conab (2014) apontam que a região NE ocupa a terceira posição em área cultivada com milho, com 2,78 milhões de hectares, abaixo das regiões Centro-Oeste e Sul, com 6,10 e 3,74 milhões de hectares cultivados, respectivamente.

No Estado do Rio Grande do Norte, a cultura do milho é explorada em praticamente todos os municípios, predominando como sistema de cultivo, o de sequeiro, cujo suprimento hídrico depende das precipitações pluviométricas. Segundo dados da EMPARN, (2010) a produtividade média da cultura nesse estado é extremamente baixo, em torno de 700 kg ha⁻¹, sendo que a produção de grãos maduros varia entre de 700 kg ha⁻¹ cultivado em regime de sequeiro e 5.235 kg ha⁻¹, se irrigado.

A produção de milho da safra 2014/2015 no Rio Grande do Norte poderá alcançar 15.100 toneladas, significando redução de 26,3 % em relação à safra anterior. Em relação à produção de milho na região Nordeste na safra de 2014 a 2015, o RN ocupa a oitava posição, apresentando uma produtividade média de 465 kg ha⁻¹, (CONAB, 2014).

As baixas produtividades de grãos de milho nas safras brasileiras estão diretamente relacionados com as condições climáticas (Cruz et al, 2008; Martin et al., 2011), arranjo espacial de plantas, bem como a fertilidade do solo (Alvarez et al., 2006; Kaneko et al., 2010; Chioderoli et al., 2012)

Considera-se que a fertilidade do solo seja um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade das áreas destinadas para a produção de grãos. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes nos solos, mas também ao uso inadequado de calagem e adubações, principalmente com Nitrogênio e Potássio, e também à alta capacidade extrativa do milho. A cultura do milho apresenta grandes diferenças no uso de fertilizantes entre as várias regiões do país (Coelho et al., 2007).

A quantidade média de nitrogênio (N) utilizado em culturas de milho no Brasil no ano de 2007 era de 60 kg ha⁻¹, enquanto nos Estados Unidos era de 150 kg ha⁻¹ (COELHO, 2007). Um dos fatores que contribuem para obtenção das elevadas produtividades nesses países é o uso acentuado de fertilizantes nitrogenados, visto que esta cultura é muito exigente em nitrogênio. Souza et al., (2012) afirmam que o N é o nutriente mais limitante para o crescimento e desenvolvimento de plantas de milho e representa um dos mais altos custos de insumos nos sistemas agrícolas.

Neste cenário, diversos trabalhos demonstram o efeito positivo da adubação mineral nos componentes de produção para a cultura do milho, com benefícios sobre características agronômicas, como diâmetro caulinar, número de grãos por espiga, peso da espiga com e sem palha, e produtividade de grãos (Aratani et al., 2006; Harger et al., 2007; Deparis et al., 2007, Gonçalves Júnior et al., 2007; 2008; Oliveira et al., 2012; Frazão et al., 2014).

Entretanto, o uso crescente de fertilizantes para corrigir o problema da baixa disponibilidade de nutrientes exerce forte impacto econômico e ambiental, visto que os processos químicos para a produção desses fertilizantes são de custo elevado, em termos energéticos, além de utilizarem fontes não renováveis e finitas de energia (Oliveira Júnior et al., 2008).

As exigências nutricionais da produção agropecuária aliada à baixa eficiência de utilização de fertilizantes pelas culturas fizeram do Brasil o quarto maior consumidor de fertilizantes no mundo em 2013 (IFA, 2013). Em 2012, o país consumiu 29,53 milhões de toneladas de fertilizantes, dos quais 17,9 milhões (66,04%) foram importadas (ANDA, 2013).

No mesmo ano, aproximadamente 84% dos fertilizantes nitrogenados consumidos no país também foram importados (IFA, 2013), o que demonstra grande dependência externa.

Conforme Hanisch et al., (2012), nas últimas décadas o solo tem perdido sua capacidade natural de suporte para a produção agrícola, sobretudo pela perda da matéria orgânica, bem como pela perda das condições físicas naturais, devido ao mau uso e manejo dos mesmos; dessa forma, para manter produtividades adequadas, os produtores precisam fazer uso intenso de insumos externos às propriedades, o que leva a um ciclo vicioso de compra de insumos para a produção, deixando de lado os recursos disponíveis na propriedade.

Os preços dos fertilizantes químicos, notadamente derivados do petróleo, geram grande evasão de recursos financeiros da propriedade rural. Por isso, fontes alternativas de adubação, principalmente orgânica, têm despertado o interesse, tanto dos produtores quanto dos pesquisadores, nos últimos anos. Em termos nutricionais, uma alternativa é a substituição do adubo mineral, de preços elevados, por produtos de origem vegetal e animal, disponíveis na propriedade, que, além de ter preços mais acessíveis, influenciam positivamente, por meio da matéria orgânica, as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Sendo assim, produtos de origem orgânica têm sido utilizados como complementos de grande valor, visto que a baixa lucratividade das atividades agrícolas e a constante preocupação com a agricultura sustentável tornam-se necessário à definição de um sistema capaz de obter a maior produtividade aliada à eficiência no manejo do solo, melhorando a nutrição e o desenvolvimento da cultura do milho.

De acordo com a Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM), atualmente no mundo pouco mais de 35 milhões de hectares são manejados organicamente num total de 1,4 milhão de propriedades, o que representa cerca de 1% do total das terras agrícolas do mundo. A maior parte destas áreas está localizada na Austrália (12,1 milhões de hectares, basicamente pastagens nativas), seguida da Europa (8,2 milhões de hectares) e América Latina (8,1 milhões de hectares). Dados internacionais mostram que o Brasil está entre os cinco países com maior área em produção orgânica, cerca de 1,7 milhões de hectares (Willer et al., 2010). A maior parte das propriedades são pequenas e de origem familiar concentrando-se no Sul e Sudeste do país.

Todos esses dados mostram como a agricultura orgânica vem crescendo no Brasil e no mundo, tudo isso relacionado com o maior conhecimento da população, que ao longo dos anos vem descobrindo os impactos e as consequências do manejo convencional sobre as plantas, o homem e o planeta. Neste sentido, diversas pesquisas já comprovaram a eficiência dos insumos orgânicos testados como fornecedores de nutrientes às culturas, podendo-se citar, dentre outras Bellingieri et al., (1988) com feijão, Gomes et al., (2005); Silva et al., (2007;

2008); Santos et al., (2007); Mata et al. (2010); Cancellier et al., (2010) e Rodrigues et al., (2012) com milho.

Entretanto, com o intuito de aumentar a eficiência na utilização de fertilizantes nos sistemas agrícolas mantendo o equilíbrio ecológico, aumentou recentemente, o interesse pela utilização de insumos de animais, associada ao uso de adubos minerais. Conforme Kiehl (1993), na mistura de fertilizantes orgânicos com fertilizantes minerais para produzir o fertilizante organomineral, a parte orgânica envolve as partículas ou grânulos minerais, protegendo os nutrientes da fixação, principalmente o P. Neste contexto, tem-se verificado diversos resultados positivos com a utilização de fertilizantes organominerais em relação ao manejo fitossanitário das culturas, além do incremento em produtividade e aproveitamento de nutrientes.

Foi verificado por Tiritan et al., (2010) que a utilização de matéria orgânica em conjunto com a adubação mineral é viável, podendo ser utilizada como estratégia para elevar a produtividade agrícola e reduzir os custos com adubação na cultura do milho. Dania et al. (2012), também verificaram aumento na produtividade de milho com a utilização de fertilizante organomineral. Entretanto, Castoldi et al., (2011), Costa et al., (2011a) e Costa et al., (2011b) observaram que não houve diferença entre a adubação mineral, orgânica e organomineral na produtividade do milho.

Lana et al. (2014), também verificaram que a adubação organomineral com Umostart e mineral (MAP) proporcionaram a mesma produtividade de grãos de milho. Já Rodrigues et al. (2012) verificaram que o uso de organomineral a base de húmus não proporcionou maior produtividade que a fonte mineral, contudo, a fonte orgânica teve maior custo-benefício que as fontes organomineral e mineral. Neste sentido, Santana, (2012) avaliou fertilizante organomineral na cultura do milho e não observou diferença significativa para a produtividade.

O potencial produtivo da cultura do milho pode ser explorado pela implementação criteriosa de aspectos técnicos, como a escolha da cultivar que melhor se adapta às condições de cultivo, emprego de espaçamento o manejo adequado. Neste sentido, Costa, (2011b) aponta como causa da baixa produtividade na cultura do milho no Brasil, e principalmente no Nordeste, é o uso de espaçamentos entre linhas inadequados. Ressaltando que o espaçamento amplo, variando de 100 a 120 cm, largamente utilizado até a década de 1990 é oriundo do uso de mecanização animal nas lavouras para realização de tratos culturais. Entretanto, com o rápido avanço tecnológico da mecanização agrícola nos tratos culturais e o uso de herbicidas no manejo de plantas indesejáveis, o espaçamento passou a ser reduzido, sendo comum espaçamentos entre 40 e 90 cm.

Neste cenário, diversas pesquisas evidenciam as vantagens potenciais da utilização de espaçamentos mais estreitos, como o aumento da produtividade de grãos, em função de uma distribuição mais equidistante de plantas na área; aumento da eficiência de utilização da luz solar, água e nutrientes; melhor controle de plantas daninhas, devido ao fechamento mais rápido dos espaços disponíveis, com consequente redução da erosão; melhor qualidade de semeadura, por meio da menor velocidade de rotação dos sistemas de distribuição de sementes e maximização da utilização de semeadoras, uma vez que diferentes culturas, como, por exemplo, milho e soja, poderão ser semeadas com o mesmo espaçamento, permitindo maior praticidade e ganho de tempo (Trezzi et al., 2008; Lana et al., 2009; Modolo et al., 2010; Stacciarini et al., (2010), Turco, 2011; Farinelli; Penariol & Fornasieri Filho, 2012; Lana et al., 2014).

Entretanto, estudando o comportamento do milho em diferentes espaçamentos no Carvalho et al., (2007) não obteve significância componentes de produtividade entre os espaçamentos de 50, 70 e 90 cm. Neste sentido, Gonçalves (2008) ao avaliar o desempenho de três híbridos de milho, AS 1570, AS 1565 e AS 1575, em três locais no Oeste do Paraná, não observou alteração significativa no número de grãos por espiga em três espaçamentos entre linhas distintos (45, 68, e 90 cm). Fato também observado por Farinelli et al., (2012) ao estudar o efeito de três espaçamentos (40, 60 e 80 cm) e três densidades populacionais nas características agrônomicas, de dois híbridos de milho. Deparis et al., (2007) também não verificaram aumentos significativos nos componentes de produtividade comparando espaçamentos de 90, 60 e 45 cm. Neste sentido, é notório na literatura, que ocorre divergência de resultados nos componentes de produção e produtividade entre espaçamentos reduzidos em até 40 cm para espaçamentos de até 90 cm entre linhas em diferentes condições edafoclimáticas, com distintas cultivares de milho.

O estudo da adaptabilidade de cultivares, a diferentes condições de semeadura, também pode ser considerado como um dos principais fatores para a boa produtividade do milho. Carvalho et al., (2005) afirmam que, apesar do menor potencial genético, comparado aos híbridos, algumas variedades têm apresentado produtividade média de grãos semelhantes à de alguns híbridos, o que justifica seu emprego em sistemas de produção mais sofisticados, destacando ainda que a utilização de cultivares precoces também tem sido crescente no Nordeste brasileiro, evidenciando-se sua importância em áreas onde são constantes as frustrações de safras, provocadas, basicamente, por irregularidade climática.

Sendo assim, é importante validar novas variedades adaptadas às condições do edafoclimáticas locais, levando-se em conta o manejo, o sistema de produção e o nível tecnológico e social, de forma a identificar os melhores genótipos em termos de componentes

de produção e produtividade, uma vez que nem sempre as cultivares mais produtivas atendem à demanda de comércio da região (Santos et al., 2009b).

Considerando a necessidade de obter recomendações técnicas e científicas relativas ao uso adequado de adubações e espaçamentos, visando uma maximização da produtividade de cultivares de milho na região semiárida, torna-se imprescindível obter informações que possam ser implementadas em áreas de produção agrícola de milho na região oeste do RN, situado no semiárido do nordeste brasileiro.

Diante o exposto, objetivou-se avaliar o desempenho agronômico, os componentes de produção e a produtividade de duas cultivares de milho em função de três tipos de adubações e dois espaçamentos entre linhas, em sistema de cultivo irrigado.

2. REFERÊNCIAS

- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. Anuário estatístico do setor de fertilizantes de 2012. <<http://www.anda.org.br/>>. 19 Fev. 2013.
- Aratani, R. G.; Fernandes, F. M.; Mello, L. M. M. de. Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado, em sistema plantio direto. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v.5, p.1-10, 2006.
- Bellingieri, P. A.; Galbiatti, J. A.; Fernandes, E. J. Efeitos da biofertilização e da adubação mineral sobre o acúmulo de nutrientes pelo feijoeiro. Ciência Agronômica, v.3, p.13-14, 1988.
- Cancellier, L. L.; Afférri, F. S.; Adorian, G. C.; Rodrigues, H. V. M. Influência da adubação orgânica na linha de semeadura na emergência e produção forrageira de milho. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.5, p. 25-32, 2010.
- Carvalho, H.W. L.; Cardoso, M. J.; Leal, M. L. S.; Santos, M. X dos.; Tabosa, J. N.; Souza, E. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. Pesquisa agropecuária brasileira, v.40, p.471-477, 2005.
- CARVALHO, I. Q. Espaçamento entre fileiras e população de plantas de milho. 2007, 118f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.
- Castoldi, G.; Costa, M. S. S. de M.; Costa, L. A. M. da; Pivetta, L. A.; Steiner, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. Acta Scientiarum Agronomy, v. 33, p. 139-146, 2011.
- Chioderoli, C. A, Mello, L. M. M.; Grigolli, P. J.; Furlani C. E. A.; Silva, J. O. R. da; Cesarin, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, p. 37-43, 2012.
- Coelho, A. M, França, G. E, Pitta, G. V. E.; Alves, V. M. C.; Hernani, L. C. Sistemas de produção, 1: Cultivo do milho. Brasília: Embrapa CNPMS. s/p. 2007.
- Coelho, A. M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo. 11 p. 2007. (Circular técnica, n. 96.)
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira de grãos. Safra 2014/15, v.1, Brasília, p.1-89, out. 2014.
- Costa, M. S. S. de M.; Pivetta, L. A.; Costa, L. A. de M.; Pivetta, L. G.; Castoldi, G.; Steiner, F. Atributos físicos de solo e produtividade do Milho sob Sistemas de Manejo e adubações. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 810-815, 2011a.
- Costa, M. S. S. de M.; Steiner, F.; Costa, L. A. de M.; Castoldi, G.; Pivetta, L. A. Nutrição e produtividade da Cultura do Milho em Sistemas de Culturas e Fontes de adubação. Revista Ceres, v. 58, p. 249-255, 2011b.

- Cruz, S. C. S.; Pereira, F. R. S.; Santos, J. R. dos; Albuquerque, A. W.; Pereira R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 62-68, 2008.
- Dania, S. O.; Fagbola, O.; Isitekhal, H. H. E. Effects of sawdust and organomineral fertilizer and their residual effect on the yield of maize on degraded soil. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, v. 49, p. 61-66, 2012.
- Deparis, G. A.; Lana, M. do C.; Frandoloso, J. F. Espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho. *Acta Scitiarum Agronomy*, v.29, p.517-525, 2007.
- EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN. Recomendações técnicas para cultura do milho. Natal, RN, 2010. 21 p
- Farinelli, R.; Penariol, F.G.; Fornasieri Filho, D. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. *Científica*, v.40, p. 21-27, 2012.
- Frazão, J. J.; Silva, Á. R. da; Silva V. L. da, Oliveira, V. A.; Corrêa, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 1262-1267, 2014.
- Gomes, J. A.; Scapim, C. A.; Braccini, A. L.; Vidigal Filho, P. S.; Sagrilo, E.; Mora, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. *Acta Scientiarum, Agronomy*, v.27, p.521-529, 2005.
- Gonçalves Júnior, A. C.; Nacke, H.; Strey, L.; Schwantes, D.; Selzlein, C. Produtividade e componentes de produção do milho adubado com Cu e NPK em um argissolo. *Scientia Agrária*, v.9, p.35-40, 2008.
- Gonçalves Júnior, A. C.; Trautmann, R. R.; Marengoni, N. G.; Ribeiro, O. L.; Santos, A. L. dos Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e Zn em Argissolo Vermelho amarelo Eutrófico e Latossolo Vermelho Eutroférico. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.1231-1236, 2007.
- Gonçalves, M. L. Desempenho agrônômico de híbridos de milho em função de espaçamentos e densidades populacionais em três locais. Marechal Cândido Rondon-PR, UEOP, 68p. Dissertação.
- Hanisch, A. L.; Fonseca, J. A.; Vogt, G. A. Adubação do milho em um sistema de produção de base agroecológica: desempenho da cultura e fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.7, p.176-186, 2012.
- Harger, N.; Brito, O. R.; Ralisch, R.; Ortiz, F. R.; Watanabe, T. S. Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. *Semina Ciências Agrárias*, v.28, p.39-44, 2007.
- IFA - International Fertilizer Industry Association. IFA database. <<http://www.fertilizer.org/>>. 17 Set. 2013.

- Kaneko, F. H.; Arf, O.; Gitti, D.C, Arf, M. V, Chioderoli, C. A.; Kappes, C. Manejo do solo e do nitrogênio e milho cultivado em espaçamentos reduzidos e tradicional. *Bragantia*, v. 69, p. 677-686, 2010.
- Kappes, C, Andrade, J. A.; Arf, O.; Oliveira, A. C.; Arf, M. V.; Ferreira, J. P.; Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. *Bragantia*, v. 70, p. 334-343, 2011.
- Kiehl, E. J. Fertilizantes Organominerais. Piracicaba, São Paulo: Ed. Do autor, 1993. 146p.
- Kiehl, E.J. Adubação orgânica: 500 perguntas e 500 respostas. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. 227p.
- Lana, M. C.; Junior, P. P. W.; Bracicini, A. L.; Scapim, C. A, Ávila, M. R.; Albrecht L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 31, p. 433-438, 2009.
- Lana, M. C.; Rampim, L.; Vargas, G. Adubação fosfatada no milho com fertilizante organomineral em latossolo vermelho eutroférico. *Global Science and Technology*, v. 7, p. 26-36, 2014.
- Martin, T.N.; Venturini, T.; Api, I.; Pagnoncelli, A.; Vieira Júnior, P. A. Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. *Revista Ceres*, v. 58, p. 01-08, 2011.
- Mata, J. F.; Silva, J. C.; R, J. F.; Afférri, F. S.; Vieira, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.3, p., 2010.
- Modolo, A. J.; Carnieletto, R.; Kolling, E. M.; Trogello, E.; Sgarbossa M. Desempenho de híbridos de milho da Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.435-441, 2010.
- Oliveira Júnior, A.; Prochnow, L. I.; Klepker, D. Eficiência agronômica do fosfato natural reativo na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.623-631, 2008.
- Ohland, T.; Fávero, F. Spacing, population density and nitrogen fertilization in corn grown in an Oxisoil. *Revista Ceres*, v. 61, p. 424-433, 2014.
- Oliveira, M. A.; Zucareli, C.; Spolaor, L. T.; Domingues, A. R.; Ferreira, A. S. Desempenho agronômico do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1040–1046, 2012.
- Rodrigues, T. R. D.; Broetto, L.; Oliveira, P. S. R.; Rubio, F. Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. *Bioscience Journal*, v. 28, p. 509-514, 2012.
- Sangoi, L.; Schweitzer, C.; Silva, P. R. F. Da; Schmitt, A.; Vargas, V. P.; Casa, R. T.; Souza, C. A. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p. 609-616, 2011.
- Sangoi, L.; Silva, P.R.F. da; Argenta, G. Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho. Lages, SC: Graphel, 2010. 64p.

- Santana, C. T. C. Comportamento de Milho (*Zea Mays* L.) e Propriedades Físicas do Solo, no Sistema Plantio Direto, em Resposta a Aplicação de Fertilizante Organomineral. Botucatu, UESP/FCA, 2012. 48p. Dissertação.
- Santos, J. F.; Grangeiro, J. I. T.; Brito, L. M. P. Variedades e híbridos de milho para a mesorregião do Agreste Paraibano. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.3, n.3, p.13-17, 2009b.
- Santos, M. M. dos; Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Ferreira, G.V.; Melo, A.V. de; Fontanetti, A. Espaçamento entre fileiras e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 29, p.527-533, 2007.
- Silva, R. G.; Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Silva, D. G.; Arnhold, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, RN, v. 2, n. 2, p. 136-141, 2007.
- Silva, R. G.; Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Silva, D. G.; Arnhold, E. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Revista Caatinga*, v. 21, p. 78-85, 2008.
- Souza, J. A.; Buzetti, S.; Tarsitan, O.; Anselmo, M, A.; Valderrama, M. Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. *Revista Ceres*, v. 59, p. 321-329, 2012.
- Stacciarini, T. C. V.; Castro, P. H. C, Borges, M. A.; Guerin, H. F, Moraes, P. A. C; Gotardo, M. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. *Revista Ceres*, v.57, p. 516-519, 2010.
- Tiritan, C. S.; Santos, D. H.; Foloni, J. S. S.; Júnior, R. A. Adubação fosfatada mineral e organomineral no desenvolvimento do milho *Colloquium Agrariae*, v. 6, p. 08-14, 2010.
- Trezzi, M. M.; Vidal, R. A.; Kruse N. D.; Prates, M. V. B, Gustman, M. S. Nunes, A. L.; Argenta, G. Manejo químico de plantas daninhas na cultura do milho em função de características morfofisiológicas e redução de espaçamento da cultura. *Planta Daninha*, v. 26, p. 845-853, 2008.
- Turco, G. M. S. Produção e composição física da planta de milho para silagem, cultivado em dois níveis de adubação, dois espaçamentos entre linhas e duas densidades de plantio. Guarapuava-PR, UNICENTRO-PR, 2011. 65p. Dissertação.
- USDA-United States Department of Agriculture – World Agricultural Outlook Board. World agricultural supply and demand estimates, 2014.
- Willer, H.; Kilcher, L.; (Eds.) *The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2010*. IFOAM, Bonn, and FiBL, Frick, 2010.

CAPÍTULO I

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS

RESUMO

O potencial produtivo da cultura do milho pode ser explorado pela implementação criteriosa de aspectos técnicos, como a escolha da cultivar que melhor se adapta às condições de cultivo, emprego de espaçamento e o manejo adequado. Objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico de duas cultivares de milho em função dos tipos de adubações e espaçamentos entre linhas em sistema de cultivo irrigado. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Mossoró, RN, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por três adubações (AO - Adubação Orgânica; AOM - Adubação Organomineral e AO- Adubação Mineral), duas cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) e dois espaçamentos entre linhas (80 cm e 50 cm). Foram avaliados o índice de velocidade de emergência, população inicial e final de plantas, altura de inserção de espigas, diâmetro do colmo, número e massa de grãos por espigas e a produtividade. A adubação organomineral (AOM) não apresentou diferenças significativas em relação à adubação mineral (M) nos parâmetros de desempenho agrônômico das cultivares de milho avaliadas, com exceção do diâmetro do colmo. Os aspectos agrônômicos das cultivares de milho avaliadas foram incrementados com a utilização do espaçamento de 80 cm entre linhas, com exceção da população inicial e final de plantas. A variedade de milho Potiguar apresentou maior produtividade de grãos, principalmente quando adubado de forma orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L. Adubação organomineral. Produção. Arranjo espacial.

ABSTRACT

The yield potential of corn can be exploited by careful implementation of technical aspects such as the choice of cultivar best suited to growing conditions, use of spacing and proper management. This study aimed to evaluate yield components of two cultivars of maize for different types of fertilization and row spacing on irrigated farming system. The experiment was conducted at the Experimental Farm Rafael Fernandes, in Mossoro, RN, adopting a randomized block design in a 3 x 2x 2 factorial design with four replications. Treatments consisted of three fertilization (AO - Organic Fertilizer; AOM - Fertilizing Organomineral and AO-Mineral Fertilizer), two cultivars of maize (Bras 3010 and Potiguar) and two row spacings (80 cm and 50 cm). The rate of speed of emergence, initial and final plant population, ear insertion height, stem diameter, number and weight of grains per ear and yield were evaluated. The organic mineral fertilizer (AOM) showed no significant differences compared to mineral fertilizer (M) in increasing the agronomic parameters of corn cultivars evaluated, with the exception of stem diameter. Agronomic aspects of maize cultivars evaluated were increased with the use of spacing of 80 cm between rows, except for the initial and final population of plants. The maize variety Potiguar showed higher grain yield, especially when fertilized organically.

KEY WORDS: *Zea mays* L. Organic-fertilizer. Production, Spatial arrangement.

1. INTRODUÇÃO

O potencial produtivo da cultura do milho pode ser explorado pela implementação de aspectos técnicos, como manejo adequado, escolha da cultivar que melhor se adapta às condições de cultivo, e de espaçamento adequados, que é uma das causas da baixa produtividade na cultura do milho no Nordeste.

A produção de milho da safra 2013/2014 no estado do Rio Grande do Norte atingiu 8,5 mil toneladas, apresentando produtividade muito baixa, de aproximadamente 640 kg ha⁻¹. A cultura é explorada em praticamente todos os municípios, predominando como sistema de cultivo, o de sequeiro, cujo suprimento hídrico depende das precipitações pluviométricas (CONAB, 2014).

Pesquisas evidenciam o efeito positivo da adubação NPK nos componentes de produção para a cultura do milho, com benefícios sobre características agronômicas, como diâmetro do colmo, número de grãos por espigas, massa de grãos por espiga, e produtividade de grãos pela cultura (Aratani et al., 2006; Deparis et al., 2007; Gonçalves Júnior et al., 2007; Harger et al., 2007). Neste contexto, Santos et al., (2007), ao avaliarem a adubação nitrogenada e a redução do espaçamento entre fileiras (1,0 e 0,5 m) de três cultivares de milho no município de Viçosa - MG, concluíram que houve um incremento de 8% na produtividade de grãos em todas as cultivares quando submetidas à redução do espaçamento, independentemente do uso de adubação nitrogenada.

Entretanto, também é notório na literatura, que ocorre divergência de resultados nos componentes de produção e produtividade entre espaçamentos reduzidos em até 40 cm para espaçamentos de até 90 cm entre linhas em diferentes condições edafoclimáticas, com distintas cultivares de milho. Farinelli et al., (2012) ao avaliarem o efeito de três espaçamentos (40, 60 e 80 cm) e três densidades populacionais nas características agronômicas de dois híbridos de milho não constaram diferença dos espaçamentos nos componentes de produção e na produtividade. Deparis et al., (2007) também não verificaram aumentos significativos nos componentes de produtividade comparando espaçamentos de 90, 60 e 45 cm.

Com o intuito de aumentar a eficiência na utilização de fertilizantes nos sistemas agrícolas mantendo o equilíbrio ecológico aumentou-se, recentemente, o interesse pela utilização de insumos de animais, associada ao uso de adubos minerais. O uso contínuo da adubação organomineral na cultura do milho provoca aumentos significativos por vários anos no desempenho agrônomo e na produção de grãos (SILVA et al., 2007). Enquanto que Mata et al., (2011) avaliando produção de milho submetido a oito doses de esterco bovino curtido e adubação química com 500 kg ha⁻¹, utilizando-se o milho híbrido simples DAS655 no

município de Gurupi, TO, observaram que houve uma correlação positiva entre emergência e velocidade de crescimento inicial das plântulas, sendo que doses menores resultaram em uma menor germinação e baixa velocidade de emergência.

Entretanto, Gomes et al., (2005) verificaram que a associação de composto orgânico e adubo químico não influenciou significativamente a produtividade da cultura de milho. No mesmo sentido, Cancellier et al., (2010), estudando a influência da adubação orgânica na linha de semeadura na emergência e produção forrageira de milho, verificaram que os tratamentos com maiores doses de esterco bovino apresentaram emergência mais rápida.

A necessidade de estudos voltados para cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas é importante, pois pode evidenciar o comportamento diferenciado das cultivares nos espaçamentos estudados, em cada região de cultivo. Sendo assim, a escolha de cultivares adaptadas às condições semiáridas pode representar acréscimos substanciais na produtividade do milho.

Com isso, objetivou-se avaliar os aspectos agronômicos e a produtividade de duas cultivares de milho em função de tipos de adubações e espaçamentos entre linhas sob irrigação no semiárido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, na comunidade de Alagoinha, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A localização geográfica está definida pelas coordenadas 5°03'37" de Latitude Sul e 37°23'50" de Longitude Oeste, com altitude média de 72 metros e declividade entre 0 e 2%.

O município de Mossoró encontra-se na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Norte. Segundo a classificação climática de W. Koeppen, o clima é do tipo BSw^h, ou seja “clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média anual de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% outono” (PEREIRA et al., 2011). Os dados das variáveis meteorológicas foram monitorados através de uma estação agrometeorológica situada a aproximadamente 400 m da área experimental, cujos dados observados estão apresentados na Figura 1.

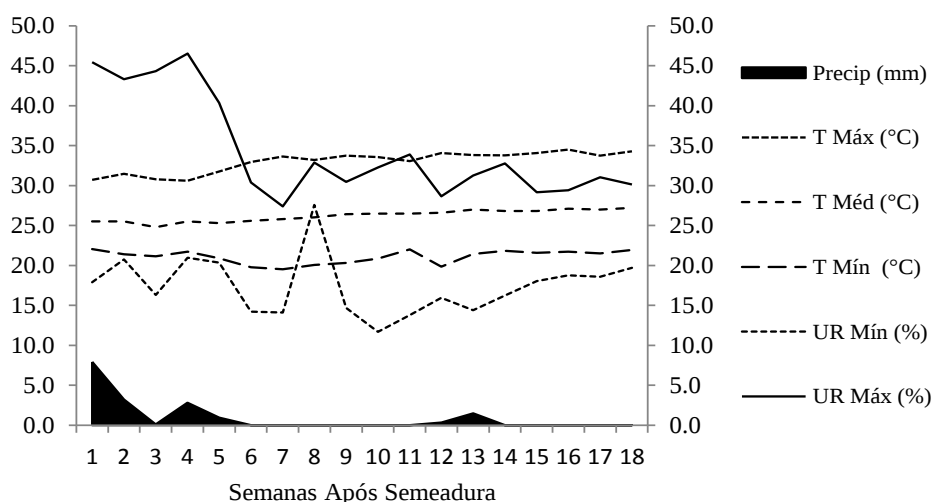


Figura 1: Variáveis meteorológicas observadas durante o período de junho a outubro de 2013. Mossoró, RN, 2013.

O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO latossólico de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2013). A análise química do solo, efetuada antes da instalação do experimento na camada de 0-20 cm de profundidade, através da coleta de 10 amostras simples de solo na área, coletadas com o auxílio de enxada, e sacos plásticos, que posteriormente compuseram uma única amostra composta, sendo levada ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, para caracterização física e química, apresentando os resultados da Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo na camada de 0-20 cm.

Atributos químicos												
pH	N	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg	Al ³⁺	SB	CTC	V	MO
(água)		---mg dm ⁻³ ---			-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	g kg ⁻¹
4,84	0,14	8,1	40,1	7,6	0,83	0,52	0,15	0,44	1,10	1,92	57	4,19
Atributos físicos												
Granulometria					DS		DP		Porosidade			
Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)			(g cm ⁻³)		(g cm ⁻³)		(%)			
82	4	12			1,53		2,64		42,05			

SB = soma de bases (Na⁺ + K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica = SB + (H⁺ + Al³⁺); V = Valor de saturação por bases (100 x SB/CTC); MO = matéria orgânica; DS = Densidade do solo; DP = Densidade de partículas.

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA.

A área apresentava vegetação nativa arbustiva de pequeno porte até o ano de 2010, a qual foi posteriormente removida e, no ano de 2011 foi gradeada, escarificada e cultivada com feijão-caupi em sistema de cultivo convencional, em 2012 a área ficou em pousio. Para implantar o experimento foi realizada uma aração na profundidade de 25 cm, seguido de gradagem niveladora. Sendo realizado uma calagem no solo da área experimental, elevando o pH a uma faixa adequada às exigências nutricionais do milho: 5,5 a 6,5. Esta constou da aplicação a lanço de 2,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, com 12% de MgO, 60 dias antes da semeadura, o qual foi incorporado a uma profundidade de 10 cm, com o auxílio de uma grade niveladora. A área foi irrigada duas vezes por semana, no período de 60 dias para reação completa do produto com as partículas minerais do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 2, composto por três tipos de adubação (Orgânica: AO, Organomineral: AOM, e Mineral: AM), dois espaçamentos entre linhas (E1:80 cm e E2:50 cm), e duas cultivares de milho (Híbrido Bras 3010 e cultivar Potiguar) com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais de 4 x 30 m.

A adubação orgânica (AO) foi realizada conforme recomendação mínima da EMPARN (2010), que corresponde a 10 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido. O material foi coletado no setor de bovinocultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, cujo material foi analisado quimicamente usando as mesmas metodologias propostas pela Embrapa (2011), apresentando as seguintes características: pH de 7,7; 10,22 g kg⁻¹ de N; 34,68 g kg⁻¹ de matéria orgânica, 806,7 mg dm⁻³ de P 5178,5 mg dm⁻³ de K; 1887,4 mg dm⁻³ de Na; 9,6 cmol_c dm⁻³ de Ca; 8,3 cmol_c dm⁻³ de Mg e 0,44 cmol_c dm⁻³ de Al.

A adubação organomineral (AOM) foi composta pela aplicação de 50% da recomendação da quantidade de esterco bovino da adubação orgânica (AO), 5 t ha⁻¹ e 50% da recomendação da adubação mineral (AM). A adubação mineral (AM) foi baseada nos

resultados da análise de solo e da recomendação para a cultura do milho na região em função de uma máxima produtividade esperada (Ribeiro, 1999), onde foram aplicados 15 kg ha⁻¹ de nitrogênio na adubação de fundação e 60 kg ha⁻¹ na adubação de cobertura, usando como fonte ureia, que possuiu em sua composição 50% de N. Também foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de fósforo, utilizando como adubo comercial o fosfato monoamônico granulado (MAP) constituído de 11% de N e 52% de P₂O₅, e 50 kg ha⁻¹ de potássio em fundação, sendo utilizado o cloreto de potássio, apresentando em sua composição 60% de K₂O.

A semeadura foi realizada no dia 20 de junho de 2013, após as sementes do híbrido Bras 3010, produzido pela Brasmilho, e da variedade de milho Potiguar serem tratadas foram semeadas nos dois espaçamentos entre linhas: 80 cm e 50 cm. Antes da operação de semeadura as sementes foram tratadas com inseticida de princípio ativo imidacloprido e tiodicarbe na dose de 0,35 L ha⁻¹.

Conhecendo-se os valores de percentagem de emergência e pureza de cada lote de sementes utilizadas no experimento, a semeadora foi regulada para distribuir 4,18 e 3,46 sementes por metro linear para os espaçamentos de 80 e 50 cm, respectivamente. O valor esperado foi de 69.200 e 52.250 sementes por hectare, para uma população desejada de 50.000 plantas por hectare. A semeadora-adubadora de precisão utilizada foi da marca Marchesan, modelo T2SI, chassi com 2.800 mm, peso de 656 Kg e potência requerida de 60 CV operando a uma velocidade média de aproximadamente 5 km h⁻¹, ajustada a 80 cm e 50 cm entre linhas.

A água de irrigação disponível na Fazenda Experimental é proveniente de um poço escavado do aquífero Arenito Assu, caracterizando-se por apresentar profundidade aproximada de 700 m. Foi coletada uma amostra e levada ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA para análise. A mesma apresentou pH de 7,50; 2,50; 1,40; 2,01 e 0,49 mmol_c L⁻¹ de Ca; Mg; Na e K, respectivamente e 2,40; 0,40 e 2,0 mmol_c L⁻¹ de Cl⁻; CO₃²⁻ e HCO₃³⁻ e condutividade elétrica (CE) de 0,58 dS m⁻¹, sendo classificada como água de boa qualidade para irrigação (C₁S₁) conforme Richards (1954).

O método de irrigação utilizado foi o sistema convencional por aspersão, alimentado por uma bomba hidráulica trifásica da marca Thebe, com potência de 7,5 CV e vazão máxima de 38 m³h⁻¹, constando de 9 linhas secundárias distanciadas 12 m entre si, com 8 aspersores da marca Agropolo NY 25 em cada linha, também espaçados de 12 m. Os aspersores apresentaram pressão de trabalho de 25 mca, raio de alcance de 12 m, vazão de 528 L h⁻¹ e altura do jato de 2,5 m. Com os dados meteorológicos da estação instalada próximo ao experimento determinou-se e aplicou-se a lâmina de água necessária para cada fase da cultura.

A irrigação foi feita sempre no período noturno, devido a melhor eficiência de aplicação e melhor aproveitamento hídrico por parte da cultura.

Foram avaliados no experimento: índice de velocidade de emergência, população inicial, população final, altura de inserção de espigas, diâmetro do colmo, número de grãos por espigas, massa de grãos por espigas e produtividade. O índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) foi avaliado em um comprimento de 20 metros nas duas linhas centrais de semeadura. A contagem das plântulas foi realizada diariamente, duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, até que o número de plântulas emergidas tornou-se constante. Cada planta foi considerada emergida a partir do instante em que a mesma rompeu o solo e pode ser observada a olho nu de um ângulo qualquer. A partir dessas contagens, se expressou o IVE, utilizando-se a equação 1, adaptada de (Maguire, 1962).

Equação 1.

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Em que:

IVE = Índice de Velocidade de Emergência; G_1 , G_2 e G_n = Número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; N_1 , N_2 e N_n = Número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

A população inicial foi obtida com base na soma de todas as contagens das plantas emergidas, durante avaliação do índice de velocidade de emergência, extrapolando-se os dados para plantas ha^{-1} ; a população final foi obtida pela contagem das plantas na área útil da parcela, transformando-se a população obtida para a correspondente por hectare, quando feita a colheita final do experimento; a altura de inserção de espiga foi determinada com a utilização de trena flexível milimétrica, medindo-se a distância do solo ao pedúnculo da primeira espiga; o diâmetro do colmo foi determinado, em milímetros, com auxílio de paquímetro, tomando como base o primeiro internódio da planta.

Para avaliação dos componentes de produção, aos 120 dias após a plena germinação das sementes, foram coletadas 10 espigas, ao acaso, das duas linhas centrais da parcela, visando às seguintes determinações: número de grãos por espiga, obtido através da multiplicação da contagem do número de grãos em uma fileira pelo número total de fileiras, obtendo valores médios; massa de grãos por espigas: obtida através das pesagens em balança digital dos grãos debulhados das espigas coletadas, obtendo valores médios; a produtividade de grãos foi obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela experimental, com umidade corrigida para 13% (umidade de armazenamento para grãos de milho) e ajuste dos dados para $kg\ ha^{-1}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste “F” a 1 e 5 % de probabilidade. Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SISVAR 5.0 (Ferreira, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

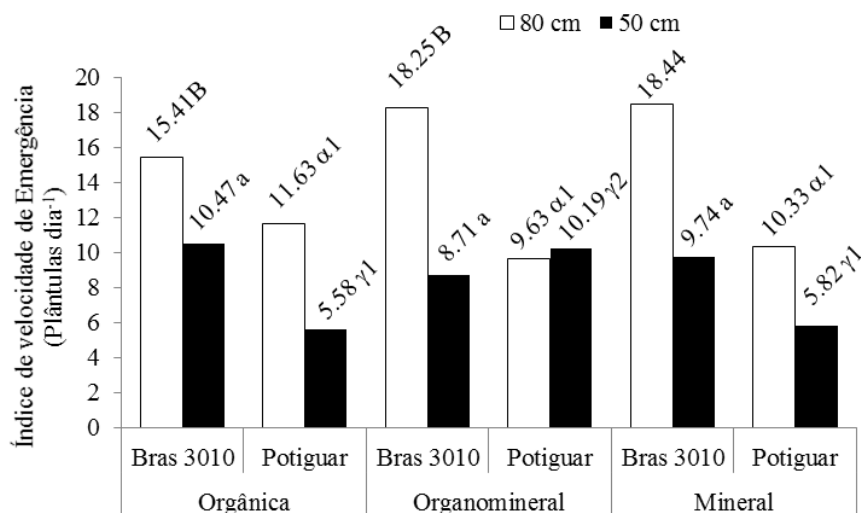
Analisando os dados apresentados, observou-se que as variáveis: índice de velocidade de emergência e população inicial apresentaram interação tripla significativa para os fatores adubação, cultivar e espaçamento (A x C x E), respectivamente. A população final não foi afetada de forma significativa pelas interações entre os fatores avaliados. Houve um decréscimo da população final em relação à população inicial de aproximadamente 44%, com uma média de 25.555 plantas ha⁻¹. Esse decréscimo pode ser justificado devido à contagem final ter sido apenas nas plantas que produziram. A variável altura de inserção de espigas apresentou significância em função das interações entre adubação x cultivar (A x C) e cultivar x espaçamento (C x E) (Tabela 2). Os coeficientes de variação (CV) oscilaram de 16,03% para a altura de inserção de espigas a 29,71%, para a população final, sendo considerados de médios a altos, segundo Pimentel-Gomes, (2009).

Tabela 2. Valores de F referentes ao índice de velocidade de emergência: IVE (plântulas dia⁻¹), população inicial: PI (plantas ha⁻¹), população final: PF (plantas ha⁻¹) e altura de inserção de espigas: AIE (cm) de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas.

Fontes de Variação	IVE	PI	PF	AIE
Adubações (A)	0,86 ^{ns}	0,98 ^{ns}	1,84 ^{ns}	1,09 ^{ns}
Cultivares (B)	62,91 ^{**}	30,99 ^{**}	1,42 ^{ns}	594,73 ^{**}
Espaçamentos (E)	89,09 ^{**}	5,84 [*]	9,88 ^{**}	6,34 [*]
A x C	1,53 ^{ns}	2,16 ^{ns}	1,83 ^{ns}	7,24 ^{**}
A x E	1,08 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,02 ^{ns}
C x E	14,12 ^{**}	0,18 ^{ns}	0,62 ^{ns}	5,88 [*]
A x C x E	7,65 ^{**}	7,34 ^{**}	0,17 ^{ns}	0,64 ^{ns}
Média Geral	11,18	45.570	25.555	86,02
CV (%)	18,14	19,48	29,71	16,03

** : Significativo (P<0,01); * : Significativo (P<0,05); ^{ns}: Não Significativo; CV(%): Coeficiente de variação.

Analisando os desdobramentos da interação tripla significativa, constatou-se que o híbrido Bras 3010 apresentou um maior número de plantas emergidas em relação à variedade Potiguar, principalmente com a utilização do espaçamento de 80 cm entre linhas. A adubação não interferiu com significância no índice de velocidade de emergência do milho Bras 3010 em ambos os espaçamentos avaliados. (Figura 2)



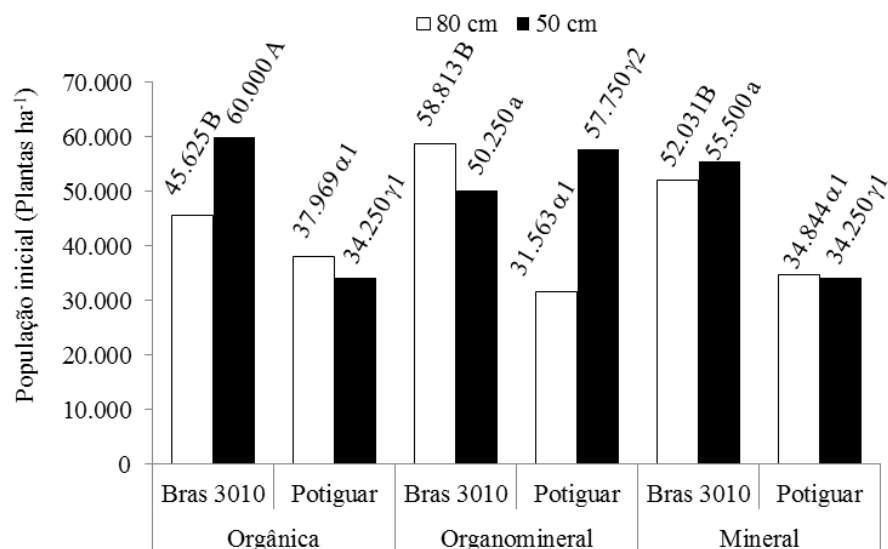
Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas e minúsculas para a variedade de milho Bras 3010 em de cada tipo de adubação no espaçamento de 80 e 50 cm entre linhas, respectivamente, e letras gregas (α) e (γ) seguidas de mesma numeração para a variedade de milho Potiguar no espaçamento de 80 e 50 cm, respectivamente não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 2. Índice de velocidade de emergência de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas.

O índice de velocidade de emergência da variedade de milho Potiguar não sofreu alteração significativa em função dos tipos de adubações avaliados no espaçamento de 80 cm entre linhas. Já com a utilização do espaçamento de 50 cm entre linhas, observou-se que a adubação organomineral promoveu aumento na velocidade de emergência das plântulas de milho. A adubação orgânica não diferiu com significância da adubação mineral, no menor espaçamento avaliado. Estes resultados corroboram Mata et al., (2011) e Cancellier et al., (2010).

A população inicial sofreu modificações significativas quando submetida às diferentes adubações, cultivares e espaçamentos avaliadas, comportamento semelhante ao índice de velocidade de emergência. O desdobramento da interação tripla significativa (A x C x E) para esta variável está apresentado na Figura 3.

O híbrido Bras 3010 apresentou maior população inicial de plantas em relação à variedade Potiguar, variável diretamente relacionada com o índice de velocidade de emergência, principalmente com a redução do espaçamento de 80 cm para 50 cm entre linhas. As adubações também não interferiram com significância na população inicial de plantas do milho Bras 3010 em ambos os espaçamentos avaliados.



Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas e minúsculas para a variedade de milho Bras 3010 em de cada tipo de adubação no espaçamento de 80 e 50 cm entre linhas, respectivamente, e letras gregas (α) e (γ) seguidas de mesma numeração para a variedade de milho Potiguar no espaçamento de 80 e 50 cm, respectivamente não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 3. População inicial de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral nos espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas.

A população inicial de plantas da variedade de milho Potiguar não apresentou diferenças significativas em função dos tipos de adubações avaliados no espaçamento de 80 cm entre linhas. A utilização do esterco bovino associado ao fertilizante mineral promoveu aumento da população inicial de plantas da variedade de milho avaliada associado ao espaçamento de 50 cm entre linhas. A adubação orgânica não diferiu com significância da adubação mineral. O insumo orgânico condiciona uma melhor estruturação física do solo, promovendo aumento na aeração, diminuição da temperatura, aumento da absorção de água, diminuição da densidade, aumento da porosidade total do solo, bem como incrementa a presença de microrganismos benéficos, tudo isso associado ao fertilizante mineral, que tem a capacidade de suprir as deficiências nutricionais das plantas, justificam e comprovam estes resultados.

A adubação organomineral promoveu incremento significativo da AIE do milho Bras 3010, não diferindo da adubação mineral. A adubação orgânica proporcionou menores valores, diferindo estatisticamente da adubação organomineral, para a variável analisada (Tabela 3). Esses resultados corroboram os encontrados por Silva et al., (2007) e Cancellier et al., (2010). Já na variedade de milho Potiguar a adubação orgânica aumentou significativamente a altura de inserção de espigas, sem ocorrência de diferenças significativas em relação à adubação organomineral. Com a utilização da adubação mineral verificou-se

uma menor AIE da variedade de milho avaliada, diferindo estatisticamente das adubações organomineral e mineral. A variedade de milho Potiguar apresentou uma maior altura de inserção de espigas, em comparação ao híbrido Bras 3010, independentemente do tipo de adubação utilizado, fato que pode ser explicado pela arquitetura das plantas possuírem características morfológicas diferentes entre as cultivares.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os fatores adubações e cultivares para a altura de inserção de espigas (AIE).

Adubações	AIE (cm)	
	Bras 3010	Potiguar
Orgânica	76,59 Bb	95,31 Aa
Organomineral	79,94 Ab	93,30 Aba
Mineral	78,50 ABb	92,48 Ba

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando o desdobramento da interação entre os fatores cultivares x espaçamentos para a altura de inserção de espigas observou-se que o híbrido Bras 3010 e a variedade de milho Potiguar apresentam diferenças significativas para a AIE quando comparados em espaçamentos de 80 e 50 cm. Observou-se um aumento da altura de inserção de espigas do híbrido Bras 3010 no espaçamento de 80 cm entre linhas, diferindo de forma significativa da variedade de milho Potiguar (Tabela 4). Enquanto isso a utilização do espaçamento de 50 cm entre linhas proporcionou aumento na altura de inserção de espigas das duas cultivares avaliadas, alterando-se significativamente em relação ao espaçamento de 80 cm entre linhas, no entanto, não constatou-se interferência significativa entre o híbrido Bras 3010 e a variedade de milho Potiguar com a utilização do menor espaçamento avaliado.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre os fatores cultivares e espaçamentos para a altura de inserção de espigas (AIE).

Cultivares	AIE (cm)	
	80 cm	50 cm
Bras 3010	79,90 Ab	93,73 Aa
Potiguar	76,79 Bb	93,67 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A diferença pode ser explicada devido à redução do espaçamento para 50 cm entre linhas proporcionar um maior espaçamento entre plantas, e consequentemente uma distribuição mais equidistante de plantas na área, aumentando a eficiência de utilização da luz solar, água e nutrientes, conforme Lana et al., (2014). Resultados semelhantes também foram encontrados por Porto, (2011), verificando que em espaçamentos mais abertos o milho tem como característica apresentar maior altura de planta, por conseguinte maior altura de inserção de espigas.

Analisando os dados da Tabela 5 observou-se que a massa de grãos por espigas foi alterada com significância pelas interações entre as adubações, cultivares e espaçamentos avaliados (A x C x E). Enquanto que o diâmetro do colmo foi afetado de forma significativa apenas pela interação entre as adubações e os espaçamentos (A x E). Por sua vez, o número de grão por espigas e a produtividade das culturas de milho avaliadas foram afetadas de forma significativa pela interação entre as adubações e cultivares (A x C). Os coeficientes de variação (CV) variaram de 18,88% para o número de grãos por espigas a 27,31%, para a massa de grãos por espigas, sendo considerados de a médios a altos, segundo Pimentel-Gomes, (2009).

Tabela 5. Médias e valores de F referentes ao diâmetro do colmo: DC (mm), número de grãos por espigas: NGE, massa de grãos por espiga: MGE (g) e produtividade: P (kg ha⁻¹) de cultivares de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas.

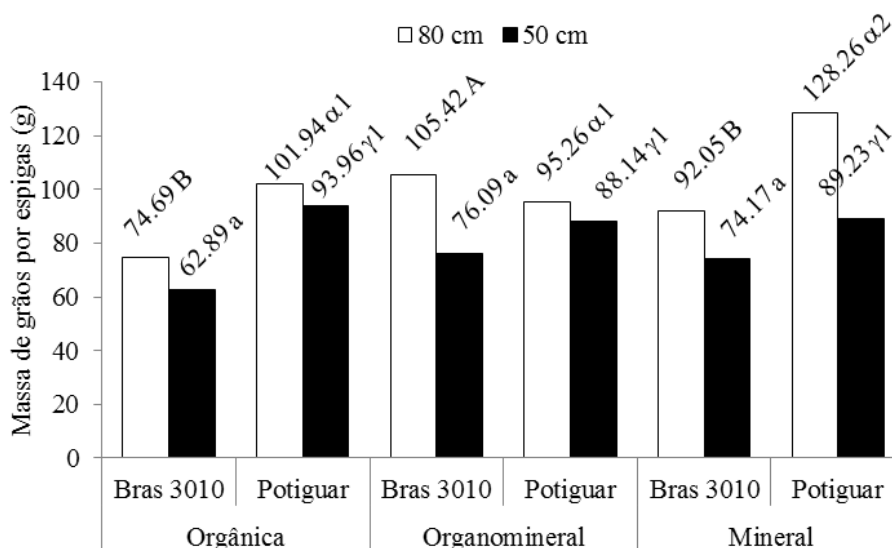
Fontes de Variação	DC	NGE	MGE	P
Valor de F				
Adubações (A)	4,89 **	1,31 ^{ns}	7,51 **	1,31 ^{ns}
Cultivares (B)	139,30 **	1,34 ^{ns}	48,29 **	6,10 *
Espaçamentos (E)	0,82 ^{ns}	11,88 **	49,72 **	0,04 ^{ns}
A x C	2,38 ^{ns}	6,11 **	11,01 **	4,02 *
A x E	4,96 **	1,17 ^{ns}	4,03 *	0,01 ^{ns}
C x E	0,33 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,34 ^{ns}
A x C x E	0,87 ^{ns}	2,86 ^{ns}	5,52 **	0,45 ^{ns}
Média Geral	24,11	436,63	89,96	1369
CV (%)	21,84	18, 88	27,31	25,21

**: Significativo (P<0,01); *: Significativo (P<0,05); ^{ns}: Não Significativo; CV(%): Coeficiente de variação.

Analisando o desdobramento da interação tripla significativa, verificou-se que adoção da adubação organomineral, no espaçamento de 80 cm entre linhas propiciou maior massa de grãos por espigas do híbrido Bras 3010 em comparação as adubações orgânica e mineral. Este

fato possivelmente ocorreu porque os fertilizantes organominerais têm características orgânicas e minerais que reduzem as perdas de nutrientes, estimulando também a proliferação de microrganismos benéficos que irão agir na solubilização dos fertilizantes minerais, liberando nutrientes para as plantas. As adubações não interferiram com significância na variável analisada com a utilização do espaçamento de 50 cm entre linhas. Esses resultados contrariam os verificados por Santos et al., (2007), Borges et al., (2006), Porto et al., (2011), os quais verificaram melhores desempenhos em espaçamentos reduzidos.

Uma maior massa de grãos foi encontrada na variedade de milho Potiguar adubada com fertilizantes minerais associada ao espaçamento de 80 cm entre linhas. Deparis et al., (2007) verificaram maiores massas dos grãos por espiga no espaçamento de 90 cm quando comparado com o de 60 cm e 45 cm. Não se constatou alterações significativas da variável em função dos tipos de adubações com a utilização do espaçamento reduzido.



Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas e minúsculas para a variedade de milho Bras 3010 em de cada tipo de adubação no espaçamento de 80 e 50 cm entre linhas, respectivamente, e letras gregas (α) e (γ) seguidas de mesma numeração para a variedade de milho Potiguar no espaçamento de 80 e 50 cm, respectivamente não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 4. Massa de grãos por espigas de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido a adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas.

Analisando o desdobramento da interação significativa entre as adubações x espaçamentos para o diâmetro do colmo (DC) (Tabela 6), observou-se que a adubação mineral promoveu incremento significativo do DC das cultivares avaliadas no espaçamento de 80 cm entre linhas, diferindo apenas da adubação organomineral, que reduziu o diâmetro do colmo das cultivares avaliadas. Esses resultados divergem de Gonçalves Júnior et al., (2007),

ao afirmarem que em menores espaçamentos, ocorre uma melhor interceptação da radiação solar pelo dossel da cultura nos estádios iniciais e anteriores ao florescimento, onde o maior espaçamento entre plantas na linha de semeadura ocasionado pela redução do espaçamento entre linhas, contribui para o aumento no diâmetro do colmo de plantas de milho.

Com a utilização do espaçamento de 50 cm entre linhas, as adubações não interferiram com significância nos valores de diâmetro de colmo, verificando-se que a adubação organomineral proporcionou aumento da variável analisada em relação ao espaçamento de 80 cm entre linhas. Demétrio et al, (2008) verificaram que a redução do espaçamento entre linhas, de 80 cm para 40 cm não afetou o diâmetro do colmo das plantas de milho. Esses resultados podem ser justificados conforme as informações de Mata et al., (2010), no qual afirmam que o material orgânico aumenta a capacidade de troca catiônica do solo, funciona como fonte de energia para microrganismos úteis, minimiza as variações na reação do solo provocadas por diversas causas, aumenta a infiltração e armazenamento de água.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre os fatores adubações e espaçamentos para o diâmetro do colmo (DC).

Adubações	DC (mm)	
	80 cm	50 cm
Orgânica	21,78 ABa	21,56 Aa
Organomineral	20,85 Bb	22,13 Aa
Mineral	22,57 Aa	22,16 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme resultados apresentados na Tabela 7, a adubação organomineral e mineral promoveram um aumento significativo no número de grãos por espigas do híbrido duplo Bras 3010, não diferindo entre si, porém significativo em relação a adubação orgânica, que apresentou menor valor de produtividade do híbrido avaliado. Enquanto que a variedade do milho Potiguar, não alterou significativamente a quantidade de grão por espigas em função dos tipos de adubações. Constatou-se ainda que, com a utilização da adubação organomineral, o híbrido Bras 3010 superou a variedade Potiguar, apresentando um maior número de grãos por espigas. Esses resultados corroboram Silva et al., (2007), os quais constataram que o uso contínuo de adubação organomineral na cultura do milho provoca aumentos significativos na produção de grãos, sendo esta adubação mais eficiente que a aplicação única de adubação orgânica ou mineral.

Tabela 7. Desdobramento da interação entre os fatores adubações e cultivares para o número de grãos por espigas (NGE) e para a produtividade (P).

Adubações	NGE (unid)		P (kg ha ⁻¹)	
	Bras 3010	Potiguar	Bras 3010	Potiguar
Orgânica (AO)	416,83 Ba	439,23 Aa	933 Bb	1.579 Aa
Organomineral (AOM)	462,18 Aa	420,23 Ab	1.415 Aa	1.456 Aa
Mineral (AM)	443,94 ABa	437,40 Aa	1.390 Aa	1.442 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A adubação organomineral e a mineral proporcionaram produtividades semelhantes, porém diferiram estatisticamente da adubação orgânica para o híbrido Bras 3010. A maior produtividade foi alcançada com a utilização da adubação organomineral, com valor de 1415 kg ha⁻¹, superando em 34,4% e 1,7% as adubações orgânica e mineral, respectivamente. Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva et al., (2007) e Cancellier et al., (2010). Enquanto isto a variedade de milho Potiguar não foi afetada de forma significativa por nenhum dos tipos de adubações avaliados. Observando-se uma maior produtividade quando adubado de forma orgânica (1.579 kg ha⁻¹). Embora esses resultados sejam inferiores aos da EMPARN, (2010), que apresenta produtividade de 5 t ha⁻¹, podem ser considerados positivos, tendo em vista à redução de custos com fertilizantes minerais, com a resposta positiva da variedade de milho Potiguar quando adubado de forma adubação orgânica, tornando-se uma estratégia para melhoria da qualidade do solo e conseqüentemente, aumento de produtividade.

Observou-se diminuição significativa da produtividade do híbrido Bras 3010 quando se utilizou adubação orgânica, não havendo reduções significativas entre o híbrido e a variedade de milho com a utilização da adubação organomineral e mineral. Estes resultados são superiores a produtividade média verificada pela CONAB, (2014), embora tenha sido realizado correção do solo, adubação e manejo da irrigação, os resultados encontrados na presente pesquisa evidenciam aumento de produtividade com o uso dos fatores avaliados no experimento na região oeste do semiárido Potiguar.

4. CONCLUSÕES

A adubação mineral e organomineral proporcionou aumento nos componentes agronômicos da cultivar Bras 3010.

A adubação organomineral proporcionou aumento no índice de velocidade de emergência, e na população inicial e final de plantas da variedade de milho Potiguar com a utilização do espaçamento de 50 cm entre linhas.

A utilização do espaçamento de 80 cm entre linhas incrementou os parâmetros agronômicos, independente da cultivar avaliada, com exceção da população inicial e final de plantas.

A variedade de Potiguar apresentou maior produtividade de grãos em relação ao híbrido Bras 3010, quando adubada de forma orgânica.

5. REFERÊNCIAS

- Aratani, R. G.; Fernandes, F. M.; Mello, L. M. M. de. Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado, em sistema plantio direto. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.5, p.1-10, 2006.
- Bertolini, E. V.; Gamero, C. A. Salata, A. da C.; Piffer, C. R.; Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2355-2366, 2008.
- Borges, I. D.; Von Pinho, R. G.; Pereira, J. L. de A. R.; Alvarez, C. G. D. Efeito das épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, das fontes de nitrogênio e dos espaçamentos entre fileiras na cultura do milho. *Revista Ceres*, v.53, p. 75-81, 2006.
- Cancellier, L. L.; Afférri, F. S.; Adorian, G. C.; Rodrigues, H. V. Influência da adubação orgânica na linha de semeadura na emergência e produção forrageira de milho. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, p. 25-32, 2010.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: Grãos; Quarto levantamento, Safra 2013/2014. – Brasília: Conab, jan 2014.
- Demétrio, C. de S.; Fornasieri Filho, D.; Cazetta, J. O.; Cazetta, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.1691-1697, 2008.
- Deparis, G. A.; Lana, M. do C.; Frandoloso, J. F. Espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.29, p.517-525, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos 2013. 353p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN. Recomendações técnicas para cultura do milho. Natal, RN, 2010, 21 p.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- Gomes, J. A.; Scapim, C. A.; Braccini, A. de L.; Vidigal Filho, P. S.; Sagrilo, E.; Mora, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. *Acta Scientiarum, Agronomy*, v.27, p.521-529, 2005.
- Gonçalves Júnior, A. C.; Trautmann, R. R.; Marengoni, N. G.; Ribeiro, O. L.; Santos, A. L. dos. Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e Zn em Argissolo Vermelho amarelo Eutrófico e Latossolo Vermelho Eutroférico. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.1231-1236, 2007.

- Harger, N.; Brito, O. R.; Ralisch, R.; Ortiz, F. R.; Watanabe, T. S. Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. *Semina Ciências Agrárias*, v.28, p.39-44, 2007.
- Lana, M. C.; Rampim, L.; Vargas, G. Adubação fosfatada no milho com fertilizante organomineral em latossolo vermelho eutroférico. *Global Science and Technology*, v. 7, p. 26-36, 2014.
- Maguire, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, p.176-177, 1962.
- Mata, J. F.; Silva, J. C. da; R, J. F.; Afférri, F. S.; Vieira, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.3, p. 125-134, 2010.
- Mata, J. F. da; Pereira, J. C. da S.; Chagas, J. F. R.; Vieira, L. M. Germinação e emergência de milho híbrido sob doses de esterco bovino. *Revista Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, v.6, p. 31-40, 2011.
- Pereira, V. da C.; Espínola Sobrinho, J. Oliveira, A. D. de; Melo T. K. de; Vieira R.Y. M. Influencia dos eventos El Nino e La Nina na precipitação pluviométrica de Mossoró-RN. *Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer*, v. 7, p. 1-13, 2011.
- Pimentel-Gomes, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009.
- Porto, A. P. F.; Vasconcelos, R. C. de; Viana, A. E. S.; Almeida, M. R. S. de. Variedade de milho a diferentes espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista – BA. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, p.208-214, 2011.
- Ribeiro, A. C; Guimarães, P. T. G; Alvarez, V. V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. Viçosa, MG. 1999. 359p.
- Richards, L. A. (ed.). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural handbook 60. Washington: U.S: Department of Agriculture, 1954.
- Santos, M. M. dos; Galvão, J. C. C.; Miranda, G.V.; Ferreira, G.V.; Melo, A.V. de; Fontanetti, A. Espaçamento entre fileiras e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 29, p.527-533, 2007.
- Silva, A. P.; Silveira, J. P. A.; Santos, D. Respiração Edáfica Após a Aplicação de Biofertilizantes em Cultivo Orgânico de Milho. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, p.1251-1254, 2007.

CAPÍTULO II

COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS

RESUMO

A produtividade do milho é uma variável complexa e depende da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo. Objetivou-se avaliar os componentes de produção e a produtividade de duas cultivares de milho em função de três tipos de adubações e dois espaçamentos entre linhas em sistema de cultivo irrigado. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Mossoró, RN, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por três adubações (AO - Adubação Orgânica; AOM - Adubação Organomineral e AM - Adubação Mineral), duas cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) e dois espaçamentos entre linhas (80 cm e 50 cm). Constatou-se que a adubação mineral (AM) proporcionou aumento nos componentes de produtividade do híbrido Bras 3010 e da variedade Potiguar. A AOM não apresentou diferenças significativas em relação à AM nos componentes de produtividade das cultivares de milho avaliadas. Os componentes de produção e produtividade das cultivares de milho avaliadas foram incrementados com a utilização do espaçamento de 80 cm entre linhas. A variedade de milho Potiguar apresentou maior produtividade de grãos, quando comparada com o híbrido Bras 3010, principalmente quando adubado de forma orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L. Adubação organomineral. Produtividade. Arranjo espacial.

ABSTRACT

The corn yield is a complex variable, which depends on the interaction between genetic, environmental and management factors. This study aimed to evaluate the productivity and yield components of two cultivars of maize for three types of fertilization and two row spacing on irrigated farming system. The experiment was conducted at the Experimental Farm Rafael Fernandes, in Mossoro, RN, adopting a randomized block design in a 3 x 2 x 2 factorial design with four replications, and treatments consisted of three fertilization (AO - Organic Fertilizer; AOM - Fertilizing Organomineral and AO-Mineral Fertilizer), two cultivars of maize (Bras 3010 and Potiguar) and two row spacings (80 cm and 50 cm). It was found that the mineral fertilization (AM) provided an increase in productivity components of the hybrid variety and Bras 3010 Potiguar. AOM showed no significant differences in the AM in yield components of maize cultivars evaluated. Components of production and productivity of corn cultivars were evaluated using the incremented spacing of 80 cm between rows. The maize variety Potiguar showed higher grain yield compared with the hybrid Bras 3010, especially when fertilized organically.

KEY WORDS: *Zea mays* L. Organic-mineral fertilization. Production, Spatial arrangement.

1. INTRODUÇÃO

Aspectos como qualidade nutricional, facilidade de adaptação e aplicabilidade fazem do milho um cereal de importância mundial, com destaque para os Estados Unidos, China e Brasil, que figuram entre os maiores produtores do cereal, com 353,9; 218,5 e 79,3 milhões de toneladas na safra 2013/2014, respectivamente, representando 70% da produção mundial (USDA, 2014).

A demanda mundial por alimentos, ração e combustível está aumentando continuamente e o milho é frequentemente utilizado para atender a esses três usos. Esta característica multiuso do grão levou a um grande aumento da procura do cereal durante a última década (Bremner et al., 2010).

O milho (*Zea mays* L.) o principal cereal produzido no Brasil, destacando-se pelo volume de produção e pela importância socioeconômica. Estima-se que na safra 2014/2015 foram cultivados 15,80 milhões de hectares com essa cultura, nos quais foram produzidos 78,69 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2014).

O milho também se configura como uma das mais importantes culturas do Rio Grande do Norte, sendo cultivado em todos os 167 municípios do estado, sendo explorado principalmente por pequenos agricultores, mas também por grandes empresas de fruticultura, especialmente na entressafra da cultura do melão (*Cucumis melo* L.)

A produtividade do milho depende do nível tecnológico e da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo da cultura (Raun et al., 2010). Entre os fatores, a fertilidade do solo é um dos principais responsáveis pela baixa produtividade das áreas destinadas à produção de grãos de milho. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes nos solos, mas também ao uso inadequado de calagem e adubações (Coelho et al., 2007)

O efeito positivo da adubação mineral sobre os componentes de produção da cultura do milho, como número de grãos por espiga, massa da espiga com e sem palha e produtividade de grãos pela cultura é demonstrado em diversos trabalhos (Aratani et al., 2006; Gonçalves Júnior et al., 2007; Deparis et al., 2007). Entretanto, com o intuito de aumentar a eficiência na utilização de fertilizantes nos sistemas agrícolas, mantendo o equilíbrio ecológico, aumentou-se recentemente o interesse pela utilização de insumos orgânicos, associada ao uso de adubos minerais, segundo Silva et al., (2007) o uso contínuo de adubação organomineral na cultura do milho, por vários anos, provocou aumentos significativos na produção de grãos, sendo esta adubação mais eficiente que a aplicação única de adubação orgânica ou mineral.

Até o momento, as informações disponíveis na literatura, quanto ao uso associado de adubação orgânica com fertilizantes minerais são incipientes. Trabalhando em um Argissolo Vermelho-Amarelo, Gomes et al., (2005) verificaram que a associação de composto orgânico e adubo químico não influenciou significativamente a produtividade da cultura de milho. Segundo Costa, (2011) o potencial produtivo da cultura do milho pode ser explorado pela implementação de aspectos técnicos, como a escolha da cultivar que melhor se adapta às condições de cultivo, emprego de espaçamento e o manejo adequado.

Uma das formas práticas para que o agricultor familiar venha a adotar uma nova tecnologia consiste da introdução de novas cultivares. Dessa forma, trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos procurando avaliar e validar novas cultivares de milho, sob diferentes condições edafoclimáticas nas diferentes regiões (Grigulo et al., 2011; Santos et al., 2011).

Shapiro e Wortmann (2006), em estudos no Nordeste de Nebraska relataram que a redução do espaçamento entre as linhas de cultivo podem favorecer o aumento na produção de grãos, pois espaçamentos menores na linha resultam em uma distribuição mais equidistante entre plantas, aumentando a área foliar, a interceptação da radiação solar e o sombreamento do solo, ocorrendo redução nas perdas de água por evaporação, resultando em maior capacidade fotossintética e consequentemente em maior produtividade de grãos.

No Brasil, em Guarapuava/PR, Turco, (2011) não obteve diferença nos comprimentos de espigas quando comparou os espaçamentos de 40 e 80 cm numa população de 50.000 plantas ha⁻¹. Gonçalves, (2008) ao avaliar o desempenho de três híbridos de milho, AS 1570, AS 1565 e AS 1575, em três locais no Oeste do Paraná, não observou alteração significativa no número de grãos por espiga em três espaçamentos entre linhas (45, 68 e 90 cm). Kappes et al. (2011) verificaram que o espaçamento entre linhas não afetou os componentes de produtividade de cinco híbridos de milho de ciclo precoce e super precoce com o aumento do espaçamento de 0,45 m para 0,90 m no município de Selvíria no MS, em Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa

Entretanto, com a crescente necessidade de aumento de produtividade agrícola no País, torna-se primordial o avanço científico nos estudos do suprimento das carências nutricionais e das deficiências de manejo na cultura do milho, atuando cada vez mais como fator de relevância para a ciência e para a agricultura. Neste cenário, objetivou-se avaliar os componentes de produção e a produtividade de duas cultivares de milho em função de diferentes tipos de adubações e espaçamentos entre linhas em sistema de cultivo irrigado na região oeste Potiguar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de junho a outubro de 2013, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, na comunidade de Alagoinha, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Situada na Latitude 5°03'37" S e Longitude 37°23'50 W Gr, com uma altitude média de 72 metros e declividade entre 0 e 2%, distando 20 km da cidade de Mossoró- RN.

O município de Mossoró encontra-se na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Norte. Segundo a classificação climática de W. Koeppen, o clima é do tipo BSw^h, ou seja “clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média anual de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% outono” (Pereira et al., 2011).

O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO latossólico de textura franco-arenosa (2013). A análise química do solo, efetuada antes da instalação do experimento na camada de 0-20 cm de profundidade, através da coleta de 10 amostras simples de solo na área, coletadas com o auxílio de enxada, e sacos plásticos, que posteriormente compuseram uma única amostra composta, sendo levada ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, para caracterização física e química. para caracterização física e química, apresentando os resultados da Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo na camada de 0-20 cm.

Atributos químicos												
pH	N	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg	Al ³⁺	SB	CTC	V	MO
(água)		----mg dm ⁻³ ----			-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	g kg ⁻¹
4,84	0,14	8,1	40,1	7,6	0,83	0,52	0,15	0,44	1,10	1,92	57	4,19
Atributos físicos												
Granulometria			DS			DP			Porosidade			
Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	(g cm ⁻³)			(g cm ⁻³)			(%)			
82	4	12	1,53			2,64			42,05			

SB = soma de bases (Na⁺ + K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica = SB + (H⁺ + Al³⁺); V = Valor de saturação por bases (100 x SB/CTC); MO = matéria orgânica; DS = Densidade do solo; DP = Densidade de partículas.

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA.

A área apresentava vegetação nativa arbustiva de pequeno porte até o ano de 2010, a qual foi posteriormente removida e, no ano de 2011 foi gradeada, escarificada e cultivada com feijão-caupi em sistema de cultivo convencional, em 2012 a área ficou em pousio. Para implantar o experimento foi realizada uma aração na profundidade de 25 cm, seguido de

gradagem niveladora. Sendo realizado uma calagem no solo da área experimental, elevando o pH a uma faixa adequada às exigências nutricionais do milho: 5,5 a 6,5. Esta constou da aplicação a lanço de 2,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, com 12% de MgO, 60 dias antes da semeadura, o qual foi incorporado a uma profundidade de 10 cm, com o auxílio de uma grade niveladora. A área foi irrigada duas vezes por semana, no período de 60 dias para reação completa do produto com as partículas minerais do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 2, composto por três tipos de adubação (Orgânica: AO, Organomineral: AOM, e Mineral: AM), dois espaçamentos entre linhas (E1:80 cm e E2:50 cm), e duas cultivares de milho (Híbrido Bras 3010 e cultivar Potiguar) com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais de 4 x 30 m.

A adubação orgânica (AO) foi realizada conforme recomendação mínima da EMPARN (2010), que corresponde a 10 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido. O material foi coletado no setor de bovinocultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, cujo material foi analisado quimicamente usando as mesmas metodologias propostas pela Embrapa (2006), apresentando as seguintes características: pH de 7,7; 10,22 g kg⁻¹ de N; 34,68 g kg⁻¹ de matéria orgânica, 806,7 mg dm⁻³ de P 5178,5 mg dm⁻³ de K; 1887,4 mg dm⁻³ de Na; 9,6 cmol_c dm⁻³ de Ca; 8,3 cmol_c dm⁻³ de Mg e 0,44 cmol_c dm⁻³ de Al.

A adubação organomineral (AOM) foi composta pela aplicação de 50% da recomendação da quantidade de esterco bovino da adubação orgânica (AO), 5 t ha⁻¹ e 50% da recomendação da adubação mineral (AM). A adubação mineral (AM) foi baseada nos resultados da análise de solo e da recomendação para a cultura do milho na região em função de uma máxima produtividade esperada (Ribeiro, 1999), onde foram aplicados 15 kg ha⁻¹ de nitrogênio na adubação de fundação e 60 kg ha⁻¹ na adubação de cobertura, usando como fonte ureia, que possuiu em sua composição 50% de N. Também foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de fósforo, utilizando como adubo comercial o fosfato monoamônico granulado (MAP) constituído de 11% de N e 52% de P₂O₅, e 50 kg ha⁻¹ de potássio em fundação, sendo utilizado o cloreto de potássio, apresentando em sua composição 60% de K₂O.

A semeadura foi realizada no dia 20 de junho de 2013, após as sementes do híbrido Bras 3010, produzido pela Brasmilho, e da variedade de milho Potiguar serem tratadas foram semeadas nos dois espaçamentos entre linhas: 80 cm e 50 cm. Antes da operação de semeadura as sementes foram tratadas com inseticida de princípio ativo imidacloprido e tiodicarbe na dose de 0,35 L ha⁻¹.

Conhecendo-se os valores de percentagem de emergência e pureza de cada lote de sementes utilizadas no experimento, a semeadora foi regulada para distribuir 4,18 e 3,46

sementes por metro linear para os espaçamentos de 80 e 50 cm, respectivamente. O valor esperado foi de 69.200 e 52.250 sementes por hectare, para uma população desejada de 50.000 plantas por hectare. A semeadora-adubadora de precisão utilizada foi da marca Marchesan, modelo T2SI, chassi com 2.800 mm, peso de 656 Kg e potência requerida de 60 CV operando a uma velocidade média de aproximadamente 5 km h⁻¹, ajustada a 80 cm e 50 cm entre linhas.

A água de irrigação disponível na Fazenda Experimental é proveniente de um poço escavado do aquífero Arenito Assu, caracterizando-se por apresentar profundidade aproximada de 1000 m, sendo coletada amostra e levada ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, apresentando pH de 7,50; 2,50; 1,40; 2,01 e 0,49 mmol_c L⁻¹ de Ca; Mg; Na e K, respectivamente e 2,40; 0,40 e 2,0 mmol_c L⁻¹ de Cl⁻; Co₃²⁻ e HCo³⁻ e condutividade elétrica (CE) de 0,58 dS m⁻¹, sendo classificada como água de boa qualidade para irrigação (C₁S₁) conforme Richards (1954).

O método de irrigação utilizado foi o sistema convencional por aspersão, alimentado por uma bomba hidráulica trifásica da marca Thebe, com potência de 7,5 CV e vazão máxima de 38 m³h⁻¹, constando de 9 linhas secundárias distanciadas 12 m entre si, com 8 aspersores da marca Agropolo NY 25 em cada linha, também espaçados de 12 m. Os aspersores apresentaram pressão de trabalho de 25 mca, raio de alcance de 12 m, vazão de 528 L h⁻¹ e altura do jato de 2,5 m. Com os dados meteorológicos da estação instalada próximo ao experimento determinou-se e aplicou-se a lâmina de água necessária para cada fase da cultura. A irrigação foi feita sempre no período noturno, devido a melhor eficiência de aplicação e melhor aproveitamento hídrico por parte da cultura.

Para avaliação dos componentes de produção foram coletadas 10 espigas, ao acaso, das duas linhas centrais da parcela, visando às seguintes determinações: massa de espigas com e sem a palha, comprimento e diâmetro de espigas e massa de 1000 grãos. A produtividade de grãos foi obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela experimental, debulhados de forma mecânica, somando-se também a massa de grãos das espigas coletadas, corrigindo a umidade para 13%, sendo realizado ajuste dos dados para kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste “F” a 5 % de probabilidade. Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SISVAR 5.0 (Ferreira, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados apresentados, constatou-se que a massa de espigas com e sem palha e o diâmetro de espigas apresentaram interação significativa para os fatores adubação, cultivar e espaçamento (A x C x E), enquanto que o comprimento de espiga e a produtividade apresentaram interação significativa apenas para os fatores adubação e cultivar (A x C). Constatando-se que o número de fileiras de grãos por espiga e a massa de mil grãos não foram afetadas com significância pelas interações entre os fatores avaliados (Tabela 2). Os coeficientes de variação (CV) variaram de 7,24% para a massa de mil grãos a 29,75%, para a massa de espigas sem palha, sendo considerados de baixos a altos, conforme classificação de Pimentel-Gomes, (2009), no entanto aceitáveis, devido à pesquisa ter sido desenvolvida em condições de campo.

Tabela 2. Valores de F da massa de espigas com palha: MECP; massa de espigas sem palha MESP; comprimento da espiga: CE; diâmetro da espiga: DE; número de fileiras de grãos por espiga: NFGE; massa de 1000 grãos: M1000G e produtividade: P em função de adubações e espaçamentos entre linhas.

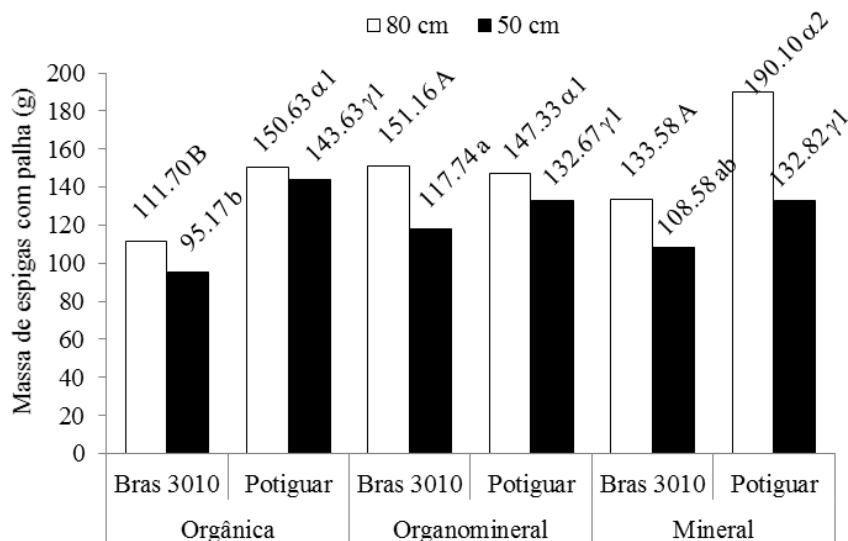
Causas de Variação	MECP (g)	MESP (g)	CE (cm)	DE (mm)	NFGE (unid)	M1000G (g)	P (kg ha ⁻¹)
Adubações (A)	7,66 **	7,75 **	5,18 **	3,40 *	1,03 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,31 ^{ns}
Cultivares (C)	73,68 **	50,23 **	6,67 *	187,55 **	0,85 ^{ns}	4,17 *	6,10 *
Espaçamentos (E)	54,28 **	49,33 **	3,95 *	22,86 **	2,12 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,04 ^{ns}
A x C	12,29 **	10,91 **	4,73 **	5,92 **	0,49 ^{ns}	1,13 ^{ns}	4,02 *
A x E	5,96 **	4,94 **	1,28 ^{ns}	6,31 **	1,33 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}
C x E	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,05 ^{ns}	2,48 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,34 ^{ns}
A x C x E	5,15 **	5,41 **	1,20 ^{ns}	3,88 *	1,79 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,45 ^{ns}
Média Geral	134,60	116,22	15,33	40,26	24,41	127,35	1369
CV(%)	28,29	29,75	12,66	8,77	14,07	7,24	25,21

*: Significativo (P<0,05); N.S: Não Significativo; CV(%): Coeficiente de Variação.

Analisando os desdobramentos da interação tripla significativa entre as adubações, as cultivares e os espaçamentos para a massa de espigas com palha (Figura 1), constatou-se que o híbrido Bras 3010 apresentou maior massa de espigas com palha quando fertilizado de forma organomineral, no espaçamento de 80 cm entre linhas, não diferindo significativamente da adubação mineral. A combinação da adubação orgânica com a adubação mineral apresenta-se como alternativa viável para o aumento da massa de espigas com palha, pois reduz 50% dos custos, em relação à aquisição de fertilizantes minerais, proporcionando

melhorias na qualidade física, química e biológica do solo. O espaçamento de 50 cm entre linhas promoveu uma diminuição da massa de espigas com palha do híbrido Bras 3010 com a utilização da adubação orgânica, fato ocorrido possivelmente devido uma maior competitividade por luz, em função do fechamento mais rápido das plantas de milho no espaçamento avaliado, bem como o tempo de decomposição da matéria orgânica no solo, ocasionando uma lenta disponibilidade de nutrientes. Estes resultados divergem dos verificados por Shapiro e Wortmann (2006), relataram que a redução do espaçamento entre as linhas de cultivo podem favorecer o aumento na massa de grãos. E corroboram os de Kappes et al. (2011) verificaram que a massa de grãos por espiga de cinco híbridos de milho de ciclo precoce e super precoce com não foi afetada significativamente com aumento de espaçamento de 45cm para 90 cm entre linhas.

A variedade Potiguar apresentou maior massa de espigas com palha em relação ao híbrido Bras 3010 quando fertilizado de forma mineral, no espaçamento de 80 cm entre linhas (190,10 g). Esses resultados corroboram Calonego et al., (2011), que, avaliando dois espaçamentos (90 e 45 cm) na cultura do milho, verificaram maiores resultados da massa de espigas com palha no maior espaçamento avaliado. O espaçamento de 50 cm entre linhas não alterou significativamente a massa de espigas com palha da variedade potiguar nos tipos de adubações avaliados.

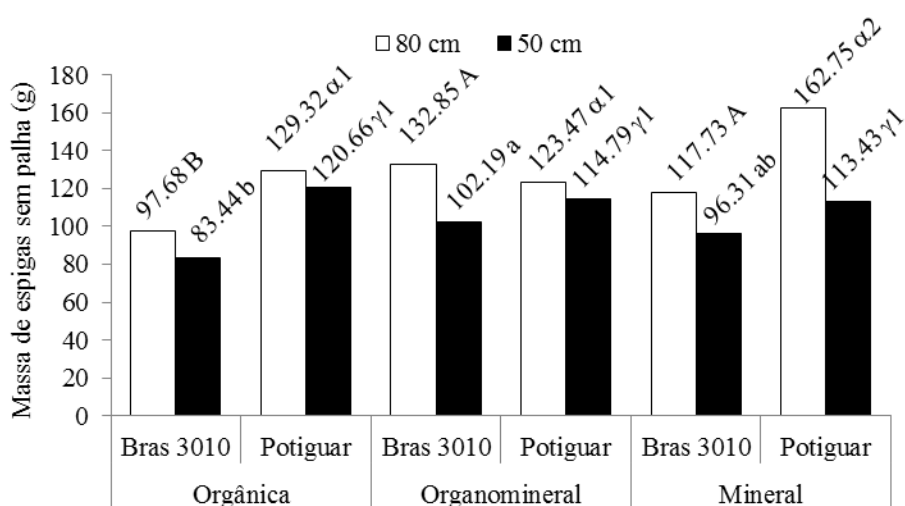


Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas e minúsculas para a variedade de milho Bras 3010 em de cada tipo de adubação no espaçamento de 80 e 50 cm entre linhas, respectivamente, e letras gregas (α) e (γ) seguidas de mesma numeração para a variedade de milho Potiguar no espaçamento de 80 e 50 cm, respectivamente não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 1. Massa de espigas com palha de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas.

A massa de espigas sem palha seguiu a mesma tendência da massa de espigas com palhas. O híbrido Bras 3010 apresentou maior massa de espigas quando fertilizado de forma mineral, não ocorrendo interferência significativa da adubação organomineral, diferindo-se apenas do tratamento com adubação orgânica.

O espaçamento de 80 cm entre linhas influenciou positivamente a massa de espigas sem palha no milho Bras 3010, quando fertilizado de forma mineral e organomineral, promovendo valores superiores no peso de espigas sem palhas em comparação a adubação orgânica. O espaçamento de 50 cm entre linhas alterou significativamente a massa de espigas sem palha do híbrido avaliado, apresentando maiores valores quando adubados de forma organomineral e mineral. Enquanto que a adubação orgânica reduziu a massa de espigas na variedade de milho avaliada em associação com o espaçamento de 80 cm entre linhas. Não houve significância estatística no espaçamento de 50 cm entre linhas da variedade de milho Potiguar nos tipos de adubações testados.



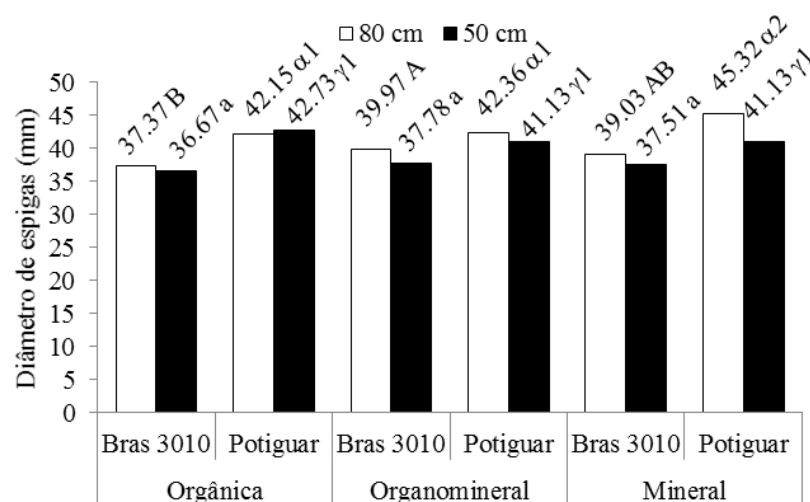
Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas e minúsculas para a variedade de milho Bras 3010 em de cada tipo de adubação no espaçamento de 80 e 50 cm entre linhas, respectivamente, e letras gregas (α) e (γ) seguidas de mesma numeração para a variedade de milho Potiguar no espaçamento de 80 e 50 cm, respectivamente não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 2. Massa de espigas sem palha de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas.

As adubações, cultivares e espaçamentos avaliados exerceram efeito significativo sob o diâmetro de espiga (DE). A adubação mineral incrementou o diâmetro de espigas, seguida pela adubação organomineral, diferenciando-se de forma significativa da adubação orgânica. Já a cultivar de milho Potiguar apresentou valor significativamente superior de diâmetro de

espigas em comparação ao híbrido Bras 3010. Verificou-se que o espaçamento de 80 cm entre linhas resultou em um maior valor médio de diâmetro de espiga de 45,32 mm nas plantas adubadas de forma mineral. Neste sentido, Sangoi et al. (2010b) verificaram que a competição entre as plantas por recursos naturais interfere de forma negativa nos componentes de rendimento, entre eles, no diâmetro de espigas.

O espaçamento de 80 cm entre linhas interferiu significativamente no diâmetro de espigas do híbrido avaliado (Figura 3), constatando-se que quando fertilizado de forma organomineral e mineral, o híbrido Bras 3010 apresentou um maior diâmetro de espigas, diferindo apenas da adubação orgânica. Esses resultados diferem dos obtidos por Carvalho et al., (2005), que não verificaram significância nos diâmetros das espigas em diferentes espaçamentos; somente puderam observar uma tendência de diminuição no diâmetro de espiga com o aumento do espaçamento, no qual afirmam estar relacionado com o aumento da população e competição interespecífica.



Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas e minúsculas para a variedade de milho Bras 3010 em de cada tipo de adubação no espaçamento de 80 e 50 cm entre linhas, respectivamente, e letras gregas (α) e (γ) seguidas de mesma numeração para a variedade de milho Potiguar no espaçamento de 80 e 50 cm, respectivamente não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Figura 3. Diâmetro de espigas de cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) submetido à adubação orgânica, organomineral e mineral e espaçamentos de 80 cm e 50 cm entre linhas.

O espaçamento de 50 cm entre linhas não promoveu alterações significativas no diâmetro de espigas do milho Bras 3010 quando submetido aos tipos de adubações avaliadas. Segundo Mata et al., (2010) o diâmetro da espiga reflete a capacidade produtiva da planta, o maior diâmetro favorece a formação de maior quantidade de grãos. Os autores verificaram

que as doses de 20, 40, 50 e 60 t ha⁻¹ de esterco foram responsáveis pelo melhor efeito no diâmetro de espigas.

O espaçamento de 80 cm entre linhas também interferiu com significância no diâmetro de espigas de milho Potiguar, constatando-se que quando fertilizado de forma mineral, maiores valores foram encontrados para a variável avaliada, não havendo alteração significativa da variável quando fertilizado com a AO e a AOM. O aumento no diâmetro de espigas com a utilização da adubação mineral corrobora os resultados de Ciancio, (2010), quando afirma que nutrientes presentes nos fertilizantes minerais exercem importante papel no crescimento e desenvolvimento das culturas.

O diâmetro de espigas da variedade de milho Potiguar não foi alterado significativamente pelas adubações avaliadas com a utilização do espaçamento de 50 cm entre linhas. Nummer Filho e Hentschke (2006) afirmam que a distribuição equidistante das plantas de milho na área melhora os componentes de produção, dentre eles, o diâmetro de espigas, favorece o fechamento da entrelinha, melhorando a interceptação da radiação solar e a taxa de crescimento das plantas de milho em estádios iniciais justamente quando há a definição do diâmetro do colmo.

As adubações influenciaram significativamente o comprimento de espigas do híbrido Bras 3010 (Tabela 3). A adubação organomineral e mineral não diferiram significativamente entre si, diferindo da adubação orgânica. A adubação organomineral proporcionou maior comprimento de espigas (15,92 cm), seguida da adubação mineral (15,84 cm). Constatou-se ainda que quando adubado de forma organomineral, o híbrido Bras 3010 apresentou maior comprimento de espigas que a variedade de milho Potiguar.

Não foi constatada diferença significativa entre as adubações mineral e orgânica no comprimento de espigas da variedade Potiguar, diferindo da adubação organomineral. A adubação mineral promoveu aumento no comprimento de espigas de milho (15,54 cm), seguido pela adubação orgânica (15,05 cm). Esses resultados corroboram os de Reina et al., (2010), que verificaram alteração significativa no comprimento das espigas submetidas a adubação orgânica, a partir de uma dose de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, comparada com a adubação mineral. Entretanto, Carmo et al.,(2012) obtiveram valores médios superiores de comprimento de espiga que variaram entre 18,61 e 19,51 cm, de acordo com as doses de N.

Os resultados encontrados também são semelhantes ao de Stacciarini et al., (2010), que determinaram valores superiores de CE variando entre 16,57 a 18,22 cm, em função dos espaçamentos entre linhas e das densidades populacionais. Mata et al.,(2010) obtiveram valor superior (15,96 cm) de CE para 20 t ha⁻¹ de esterco bovino aplicado e mineral variando entre 14,03 e 15,12 cm de CE, de acordo com a adubação.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os fatores adubações e cultivares para o comprimento da espiga (CE) e para a produtividade (P).

Adubações	CE (cm)		P (kg ha ⁻¹)	
	Bras 3010	Potiguar	Bras 3010	Potiguar
Orgânica (AO)	14,94 Ba	15,05 ABa	933 Bb	1579 Aa
Organomineral (AOM)	15,92 Aa	14,72 Bb	1415 Aa	1456 Aa
Mineral (AM)	15,84 Aa	15,54 Aa	1390 Aa	1442 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna, e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As adubações exerceram interferência significativa na produtividade do híbrido Bras 3010. A adubação organomineral aumentou a produtividade de grãos do híbrido duplo avaliado em 34,1% em relação pela adubação orgânica (933 kg ha⁻¹), não diferindo significativamente da adubação organomineral (1390 kg ha⁻¹).

A produtividade da variedade Potiguar não foi afetada de forma significativa por nenhum dos tipos de adubações avaliados. Embora esses resultados sejam inferiores aos da EMPARN, (2010), são positivos, tendo em vista à redução de custos com fertilizantes minerais, comprovando resposta positiva da variedade de milho Potiguar com a adubação orgânica, tornando-se uma estratégia para melhoria da qualidade do solo e consequentemente, aumento de produtividade.

Houve alteração significativa entre o híbrido Bras 3010 e a variedade Potiguar. Observou-se uma diminuição significativa da produtividade do híbrido Bras 3010 (933,04 cm) quando fertilizado de forma orgânica não havendo reduções significativas entre o híbrido e a variedade de milho com a utilização da adubação organomineral e mineral.

4. CONCLUSÕES

Os componentes de produtividade do híbrido Bras 3010 e na variedade Potiguar (AM) foram incrementados com adubados de forma mineral e organomineral.

O espaçamento de 80 cm entre linhas proporcionou aumento na produção das cultivares de milho.

A variedade de milho Potiguar apresentou maior produtividade de grãos, quando comparada com o híbrido Bras 3010 quando foi utilizada a adubação orgânica.

5. REFERÊNCIAS

- Aratani, R. G.; Fernandes, F. M.; Mello, L. M. M. de. Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado, em sistema plantio direto. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v. 9, p. 1-10, 2006.
- Bremner, J.; Frost, A.; Haub, C.; Mather, M.; Ringheim, K.; Zuehlke, E. World population highlights: key finding from prb's world population data sheet. *Population Reference Bulletin*, v. 65, p.1-14, 2010.
- Calonego, J. C.; Poletto, L. C.; Domingues, F. N.; Tiritan, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. *Revista Agrarian*, v. 4, p. 84-90, 2011.
- Carmo, M. S. do; Cruz, S. C. S.; Souza, E. J. de; Campos, L. F. C.; Machado, C. G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *saccharatavar. rugosa*). *Bioscience Journal*, v. 28, p. 223-231, 2012.
- Carvalho, H. W. L. de; Cardoso, M. J.; Leal, M. de L. da S.; Santos, M. X. dos; Tabosa, J. N.; Souza, E. M. de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.40, p.471-477, 2005.
- Ciancio, N. H. R. Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral. Santa Maria, UFSM/RS, 2010. 86p. Dissertação de Mestrado.
- Coelho, A. M, França, G. E, Pitta, G. V. E.; Alves, V. M. C.; Hernani, L. C. Sistemas de produção, 1: Cultivo do milho. Brasília: Embrapa CNPMS. s/p. 2007.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2014/15, v.1, n.9, Brasília, p.1-89, out. 2014.
- Deparis, G. A.; Lana, M. do C.; Frandoloso, J. F. Espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.29, p.517-525, 2007.
- EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte Recomendações técnicas para cultura do milho. Natal, RN, 2010, 21 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos 2013. 353p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- Ferreira, D. F. SISVAR: Um programa para análise e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v. 6, p. 36-41, 2008.
- Gomes, J. A.; Scapim, C. A.; Braccini, A. de L.; Vidigal Filho, P. S.; Sagrilo, E.; Mora, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. *Acta Scientiarum, Agronomy*, v.27, p.521-529, 2005.

- Gonçalves Júnior, A. C.; Trautmann, R. R.; Marengoni, N. G.; Ribeiro, O. L.; Santos, A. L. dos. Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e Zn em Argissolo Vermelho amarelo Eutrófico e Latossolo Vermelho Eutroférico. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.1231-1236, 2007.
- Gonçalves, M. L. Desempenho agrônômico de híbridos de milho em função de espaçamentos e densidades populacionais em três locais. Marechal Cândido Rondon: UEOP/PR. 2008, 68p. Dissertação de Mestrado.
- Grigulo, A. S. M.; Azevedo, V. H. de; Krause, W.; Azevedo, P. H. de. Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo in natura em Tangará da Serra, MT, Brasil. *Bioscience Journal*, v. 27, p. 603-608, 2011.
- Kappes, C.; Andrade, J. A. da C.; Arf, O.; Oliveira, A. C. de; Arf, M. V.; Ferreira, J. P.; Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. *Bragantia*, v. 70, p. 334-343, 2011
- Mata, J. F.; Silva, J. C. da; R, J. F.; Afférri, F. S.; Vieira, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.3, p. 125-134, 2010.
- Nummer Filho, I.; Hentschke, C. W. Redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho. *Revista Plantio Direto*, ed. 92, 2006.
- Pereira, V. da C.; Sobrinho, J. E.; Oliveira, A. D. de; Melo, T. K. de; Vieira, R. Y. M. V. Ramon Yogo Marinho Vieira. Influência dos eventos El Nino e La Nina na precipitação pluviométrica de Mossoró-RN. *Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer*. v. 7, p. 1-13, 2011.
- Pimentel-Gomes, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009.
- Porto, A. P. F.; Vasconcelos, R. C. de; Viana, A. E. S.; Almeida, M. R. S. de. Variedade de milho a diferentes espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista – BA. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, p.208-214, 2011.
- Ribeiro, A. C; Guimarães, P. T. G; Alvarez, V. V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. Viçosa, MG. 1999. 359p.
- Richards, L. A. (ed.). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Agricultural handbook 60. Washington: U.S: Department of Agriculture, 1954.
- Raun, W. R.; Solie, J. B.; Stone, M. L.; Independence of yield potential and crop nitrogen response. *Precision Agriculture*, v. 12, p. 508-518, 2010.
- Reina, E.; Afférri, F. S.; Carvalho, E. V.; Dotto, M. A.; Peluzio, J. M. Efeito de doses de esterco bovino na linha de semeadura na produtividade de milho. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 5, p. 158-164, 2010.
- Sangoi, L.; Silva, P. R. F.; Argenta, G. Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grão de milho. Lages: Graphel, 2010b, 64 p.

- Santos, I. C.; Miranda, G. V.; Melo, A. V.; Mattos, R. N.; Oliveira, L. R.; Lima, J. S.; Galvão J. A. C. Comportamento de cultivares de milho produzidos organicamente e correlações entre características das espigas colhidas no estágio verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, p. 45-53, 2005.
- Santos, J. F. dos; Grangeiro, J. I. T.; Brito L. M. P. de. Comportamento de cultivares de milho nas condições edafoclimáticas do brejo paraibano. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 8, p. 81-90, 2011.
- Shapiro, C. A.; Wortmann, C. S. Corn Response to Nitrogen rate, Row Spacing, and Plant Density in Eastern Nebraska. *Agronomy Journal* v. 98, p. 529-535, 2006.
- USDA-United States Department of Agriculture – World Agricultural Outlook Board. World agricultural supply and demand estimates, 2014.

CAPÍTULO III

ANÁLISE MULTIVARIADA NA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE MILHO SUBMETIDO A ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS

RESUMO

A cultura do milho é importante em vários contextos da produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Objetivou-se verificar através de métodos multivariados, o desempenho produtivo de cultivares de milho em função de três tipos de adubações e dois espaçamentos entre linhas, identificando a correlação entre as variáveis e o agrupamento entre os tratamentos avaliados. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, em Mossoró, RN, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 3 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por três adubações (AO - Adubação Orgânica; AOM - Adubação Organomineral e AM - Adubação Mineral), duas cultivares de milho (Bras 3010 e Potiguar) e dois espaçamentos entre linhas (80 cm e 50 cm). A maior produtividade foi encontrada com a utilização da adubação orgânica, na cultivar Potiguar, no espaçamento de 80 cm entre linhas. A população final, a produtividade e a massa de mil grãos foram os componentes que mais obtiveram efeito na avaliação do conjunto dos dados. Cada cultivar avaliada respondeu de maneira diferenciada às adubações e espaçamentos avaliados. A concordância entre os resultados da análise de agrupamentos e da análise de componentes principais com a análise de variância evidencia a adequação das técnicas estatísticas multivariadas utilizadas nesta pesquisa. O uso combinado das técnicas multivariadas possibilitou inferir com maior segurança nos agrupamentos formados entre os tratamentos e em suas características.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Adubação organomineral. Agrupamentos. Arranjo espacial.

ABSTRACT

The maize is important in various contexts of Brazilian agricultural production, both with regard to economic factors as the social factors. This study assessed through multivariate methods, the productive performance of maize cultivars in terms of three types of fertilization and row spacings, identifying the correlation between the variables and the group throughout the experiment. The experiment was conducted at the Experimental Farm Rafael Fernandes, in Mossoro, RN, adopting a randomized complete block design in a factorial $3 \times 2 \times 2$, with four replications, and the treatments consisted of three fertilizer (AO - Organic fertilization; AOM - organic- mineral fertilization and AM - Mineral fertilization), two corn cultivars (Bras 3010 and Potiguar) and two row spacing (80 cm and 50 cm). The highest yield was obtained with the use of organic fertilizer in Potiguar spaced 80 cm between rows. The final population, productivity and thousand grain weight were the components that most influenced the evaluation of all the data. Each corn cultivar evaluated responded differently to fertilization and evaluated spacings. The agreement between the results of cluster analysis and principal component analysis with the analysis of variance shows the appropriateness of multivariate statistical techniques used in this study. The combined use of multivariate techniques allowed to infer more safely in groups formed between treatments and their characteristics.

Keywords: Zea mays L. Organic-mineral fertilization. Groupings. Spatial arrangement.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho é importante em vários contextos da produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Entretanto dados da CONAB, (2014) constataram uma produtividade média nacional de 5.057 kg ha⁻¹, podendo ser considerada baixa quando comparando-se a de outros países como EUA e a China.

A produtividade do milho no Brasil é considerada baixa, e isto está relacionado com as condições climáticas, arranjo espacial de plantas, bem como à fertilidade do solo e práticas de manejo inadequadas (Sangoi et al., 2010; Chioderoli et al., 2012). No Rio Grande do Norte a produtividade média do milho em 2014 foi de 465 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014), indicando necessidade urgente de pesquisas relacionadas ao manejo da cultura que resultem em maiores produtividades.

O efeito positivo da adubação mineral foi verificado por vários autores, com benefícios no número de grãos por espiga, peso da espiga com e sem palha, e produtividade, (Oliveira et al., 2012; Frazão et al., 2014). Entretanto, o uso crescente de fertilizantes para corrigir o problema da baixa disponibilidade de nutrientes exerce forte impacto econômico e ambiental, levando a uma escassez dos recursos naturais existentes, levando alguns produtores a optarem pela adubação orgânica e organomineral.

Neste contexto, foi comprovada a eficiência dos insumos orgânicos testados como fornecedores de nutrientes às culturas, podendo-se citar, dentre outros, Silva et al. (2007; 2008); Santos et al., (2007); Mata et al, (2010); Cancellier et al., (2010) e Rodrigues et al., (2012) com milho. Entretanto, Castoldi et al. (2011), Costa et al. (2011a) e Rodrigues et al., (2012) verificaram que não houve diferença entre a adubação mineral, orgânica e organomineral na produtividade do milho. Lana et al., (2014), também verificaram que a adubação organomineral e mineral proporcionaram a mesma produtividade de grãos de milho.

A utilização de espaçamentos adequados para cada cultivar, em cada região, podem aumentar os componentes de produção e a produtividade do milho. Apesar das vantagens na utilização de espaçamentos mais estreitos, como maior produtividade e um maior aproveitamento dos recursos naturais, devido um fechamento mais rápido da cultura, proporcionando também um menor custo de produção ter sido comprovado por diversos autores (Modolo et al, 2010; Lana et al., 2014). Pesquisadores também têm demonstrado que o cultivo de milho em diferentes condições edafoclimáticas, com a utilização de espaçamentos de até 90 cm entre linhas, as plantas apresentaram parâmetros agrônômicos e produtivos

semelhantes ou superiores em comparação a espaçamentos reduzidos em até 40 cm (Deparis et al.; 2007; Kappes et al., 2011).

A adaptabilidade de cultivares a diferentes condições de semeadura é considerado como um dos principais fatores para a boa produtividade da cultura do milho. Inclusive, Carvalho et al., (2005) afirmam que apesar do menor potencial genético, algumas variedades têm apresentado produtividade média de grãos semelhantes quando comparado aos híbridos.

Neste sentido, a análise multivariada conta com a análise de agrupamento (*cluster analysis*) que identifica grupos em objetos de dados multivariados, cujo objetivo é formar grupos com propriedades homogêneas entre os elementos amostrais pode identificar as características de semelhança entre as cultivares e seus componentes produtivos.

Conforme Härdle & Simar, (2007) o princípio da análise de agrupamento consiste em que cada observação de uma amostra multivariada corresponda a um ponto em um espaço euclidiano multidimensional. Os processos de classificação resultam em agrupar os pontos em conjuntos que evidenciam aspectos marcantes da amostra. O resultado final pode ser apresentado em forma de um gráfico de esquema hierárquico denominado dendrograma, contendo uma síntese dos resultados.

Com isso, objetivou-se verificar, através de métodos multivariados, o desempenho produtivo de cultivares de milho em função de três tipos de adubações e dois espaçamentos entre linhas, identificando a correlação entre as variáveis e o agrupamento entre os tratamentos avaliados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, na comunidade de Alagoinha, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A localização geográfica está definida pelas coordenadas 5°03'37" de Latitude Sul e 37°23'50" de Longitude Oeste, com altitude média de 72 metros e declividade entre 0 e 2%.

O município de Mossoró encontra-se na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Norte. Segundo a classificação climática de W. Koeppen, o clima é do tipo BSw^h, ou seja “clima seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando temperatura média anual de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% outono” (PEREIRA et al., 2011).

O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO latossólico de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2013). A análise química do solo, efetuada antes da instalação do experimento na camada de 0-20 cm de profundidade, através da coleta de 10 amostras simples de solo na área, coletadas com o auxílio de enxada, e sacos plásticos, que posteriormente compuseram uma única amostra composta, sendo levada ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, para caracterização física e química para caracterização física e química, apresentando os resultados da Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo na camada de 0-20 cm.

Atributos químicos												
pH	N	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg	Al ³⁺	SB	CTC	V	MO
(água)		----mg dm ⁻³ ----			-----cmol _c dm ⁻³ -----						%	g kg ⁻¹
4,84	0,14	8,1	40,1	7,6	0,83	0,52	0,15	0,44	1,10	1,92	57	4,19
Atributos físicos												
Granulometria					DS		DP		Porosidade			
Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)			(g cm ⁻³)		(g cm ⁻³)		(%)			
82	4	12			1,53		2,64		42,05			

SB = soma de bases (Na⁺ + K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica = SB + (H⁺ + Al³⁺); V = Valor de saturação por bases (100 x SB/CTC); MO = matéria orgânica; DS = Densidade do solo; DP = Densidade de partículas.

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, 2013.

A área apresentava vegetação nativa arbustiva de pequeno porte até o ano de 2010, a qual foi posteriormente removida e, no ano de 2011 foi gradeada, escarificada e cultivada com feijão-caupi em sistema de cultivo convencional, em 2012 a área ficou em pousio. Para

implantar o experimento foi realizada uma aração na profundidade de 25 cm, seguido de gradagem niveladora. Sendo realizado uma calagem no solo da área experimental, elevando o pH a uma faixa adequada às exigências nutricionais do milho: 5,5 a 6,5. Esta constou da aplicação a lanço de $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico, com 12% de MgO, 60 dias antes da semeadura, o qual foi incorporado a uma profundidade de 10 cm, com o auxílio de uma grade niveladora. A área foi irrigada duas vezes por semana, no período de 60 dias para reação completa do produto com as partículas minerais do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $3 \times 2 \times 2$, composto por três tipos de adubação (Orgânica: AO, Organomineral: AOM, e Mineral: AM), dois espaçamentos entre linhas (E1:80 cm e E2:50 cm), e duas cultivares de milho (Híbrido Bras 3010 e cultivar Potiguar) com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais de $4 \times 30 \text{ m}$.

A adubação orgânica (AO) foi realizada conforme recomendação mínima da EMPARN (2010), que corresponde a 10 t ha^{-1} de esterco bovino curtido. O material foi coletado no setor de bovinocultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, cujo material foi analisado quimicamente usando as mesmas metodologias propostas pela Embrapa (2006), apresentando as seguintes características: pH de 7,7; $10,22 \text{ g kg}^{-1}$ de N; $34,68 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria orgânica, $806,7 \text{ mg dm}^{-3}$ de P $5178,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de K; $1887,4 \text{ mg dm}^{-3}$ de Na; $9,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca; $8,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg e $0,44 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Al.

A adubação organomineral (AOM) foi composta pela aplicação de 50% da recomendação da quantidade de esterco bovino da adubação orgânica (AO), 5 t ha^{-1} e 50% da recomendação da adubação mineral (AM). A adubação mineral (AM) foi baseada nos resultados da análise de solo e da recomendação para a cultura do milho na região em função de uma máxima produtividade esperada (ribeiro, 1999), onde foram aplicados 15 kg ha^{-1} de nitrogênio na adubação de fundação e 60 kg ha^{-1} na adubação de cobertura, usando como fonte ureia, que possuiu em sua composição 50% de N. Também foram aplicados 80 kg ha^{-1} de fósforo, utilizando como adubo comercial o fosfato monoamônico granulado (MAP) constituído de 11% de N e 52% de P_2O_5 , e 50 kg ha^{-1} de potássio em fundação, sendo utilizado o cloreto de potássio, apresentando em sua composição 60% de K_2O .

A semeadura foi realizada no dia 20 de junho de 2013, após as sementes do híbrido Bras 3010, produzido pela Brasmilho, e da variedade de milho Potiguar serem tratadas foram semeadas nos dois espaçamentos entre linhas: 80 cm e 50 cm. Antes da operação de semeadura as sementes foram tratadas com inseticida de princípio ativo imidacloprido e tiodicarbe na dose de $0,35 \text{ L ha}^{-1}$.

Conhecendo-se os valores de percentagem de emergência e pureza de cada lote de sementes utilizadas no experimento, a semeadora foi regulada para distribuir 4,18 e 3,46 sementes por metro linear para os espaçamentos de 80 e 50 cm, respectivamente. O valor esperado foi de 69.200 e 52.250 sementes por hectare, para uma população desejada de 50.000 plantas por hectare. A semeadora-adubadora de precisão utilizada foi da marca Marchesan, modelo T2SI, chassi com 2.800 mm, peso de 656 Kg e potência requerida de 60 CV operando a uma velocidade média de aproximadamente 5 km h⁻¹, ajustada a 80 cm e 50 cm entre linhas.

A água de irrigação disponível na Fazenda Experimental é proveniente de um poço escavado do aquífero Arenito Assu, caracterizando-se por apresentar profundidade aproximada de 700 m, sendo coletada amostra e levada ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFRSA, apresentando pH de 7,50; 2,50; 1,40; 2,01 e 0,49 mmol_C L⁻¹ de Ca; Mg; Na e K, respectivamente e 2,40; 0,40 e 2,0 mmol_C L⁻¹ de Cl⁻; Co₃²⁻ e HCo₃³⁻ e condutividade elétrica (CE) de 0,58 dS m⁻¹, sendo classificada como água de boa qualidade para irrigação (C₁S₁) conforme Richards (1954).

O método de irrigação utilizado foi o sistema convencional por aspersão, alimentado por uma bomba hidráulica trifásica da marca Thebe, com potência de 7,5 CV e vazão máxima de 38 m³ h⁻¹, constando de 9 linhas secundárias distanciadas 12 m entre si, com 8 aspersores da marca Agropolo NY 25 em cada linha, também espaçados de 12 m. Os aspersores apresentaram pressão de trabalho de 25 mca, raio de alcance de 12 m, vazão de 528 L h⁻¹ e altura do jato de 2,5 m. Com os dados meteorológicos da estação instalada próximo ao experimento determinou-se e aplicou-se a lâmina de água necessária para cada fase da cultura. A irrigação foi feita sempre no período noturno, devido a melhor eficiência de aplicação e melhor aproveitamento hídrico por parte da cultura.

Foram avaliados no experimento: população final, obtida pela contagem das plantas na área útil da parcela, massa de espigas com e sem palha, respectivamente, comprimento de espigas, diâmetro de espigas, determinado com o auxílio de paquímetro digital, massa de 1000 grãos, obtido a partir da contagem manual e posterior pesagem em balança digital; número de fileiras de grãos por espigas, determinado através da contagem manual das fileiras; número de grãos por espigas, obtido através da multiplicação da contagem do número de grãos em uma fileira pelo número total de fileiras; massa de grãos por espigas, determinada através das pesagens em balança digital dos grãos debulhados das espigas coletadas e a produtividade de grãos, obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela experimental, com umidade corrigida para 13,0%, e ajuste dos dados para kg ha⁻¹. Deve-se ressaltar que os componentes de produção foram determinados aos 120 dias após a plena

germinação das plantas, sendo coletadas 10 espigas, ao acaso, das duas linhas centrais da parcela.

Os resultados obtidos referentes aos componentes de produção e a produtividade da cultura do milho foram submetidos à análise de variância e aos métodos multivariados por meio da análise de componentes principais, e análise de agrupamento (*cluster*) de forma a distinguir os tratamentos semelhantes e qual ou quais variáveis interferiram nessa classificação. No presente trabalho, as interações significativas constantes na análise de variância não serão discutidas, atuando apenas como subsídio para interpretação da análise realizada através dos métodos multivariados.

A análise de componentes principais teve como objetivo indicar a significância relativa de variáveis preditivas, tratando-se de um teste interpretativo, auxiliando na discussão dos resultados, não havendo redução no banco de dados. A aplicação da análise de agrupamento foi precedida por um pré-tratamento dos dados, pois as variáveis são de escalas diferentes. Quando não é feito o pré-tratamento, as variáveis com valores numéricos mais altos serão mais importantes no cálculo do que as variáveis com valores numéricos mais baixos.

O pré-tratamento empregado foi a transformação Z, que alterou as medidas de cada variável de tal modo que o conjunto de dados tivesse média zero e variância 1. Então, para realização da análise de agrupamentos utilizaram-se os dados transformados, calculando-se as distâncias euclidianas médias como medidas de dissimilaridade entre os tratamentos para o conjunto das 10 variáveis estudadas. Os resultados finais desses agrupamentos foram apresentados na forma de um dendrograma. As análises multivariadas foram feitas com o auxílio do Programa BioEstat 5,3 (Ayres et al., 2007).

No dendrograma obtido da análise de agrupamento, o eixo vertical representa a distância euclidiana completa, e o eixo horizontal, os tratamentos. O dendrograma apresenta os pontos de fusão dos grupos formados em cada estágio, onde existem tantos grupos quanto o número de tratamentos, ou seja, cada tratamento forma um agrupamento. Inicialmente, os tratamentos mais similares são agrupados e fundidos formando um único grupo. Eventualmente, o processo é repetido, e, com o decréscimo da similaridade, todos os subgrupos são fundidos formando um único grupo com todos os tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, constatarem-se diferenças significativas entre as adubações e as cultivares para a massa de espigas com e sem palhas, comprimento de espigas, diâmetro de espigas, massa de grãos por espigas e para a produtividade. A interação entre as adubações e os espaçamentos influenciou significativamente a massa de espigas com e sem palhas, o diâmetro de espigas e a massa de grãos por espigas. Verificou-se também que a interação entre as cultivares e os espaçamentos não afetaram significativamente nenhuma das variáveis avaliadas. Por sua vez, a interação entre as adubações, cultivares e os espaçamentos entre linhas alteraram com significância a massa de espigas com e sem palha, o diâmetro de espiga e a massa de grãos por espiga (Tabela 2).

Tabela 2. Valores do teste F obtidos nas análises de variância das características avaliadas em função das adubações (A), das cultivares de milho (C) e dos espaçamentos (E).

Fonte de Variação	A	C	E	A x C	A x E	C x E	A x C x E
População final	1,84 ^{ns}	1,42 ^{ns}	9,88 ^{**}	1,83 ^{ns}	1,93 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Produtividade	1,31 ^{ns}	6,10 [*]	0,04 ^{ns}	4,02 [*]	0,01 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,45 ^{ns}
Massa de mil grãos	0,07 ^{ns}	4,17 [*]	0,80 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,34 ^{ns}
Massa de espigas com palha	7,66 ^{**}	73,68 ^{**}	54,28 ^{**}	12,29 ^{**}	5,96 ^{**}	0,04 ^{ns}	5,15 ^{**}
Massa de espigas sem palha	7,75 ^{**}	50,23 ^{**}	49,33 ^{**}	10,91 ^{**}	4,94 ^{**}	0,00 ^{ns}	5,41 ^{**}
Comprimento de espigas	5,18 ^{**}	6,67 [*]	3,95 [*]	4,73 ^{**}	1,28 ^{ns}	0,91 ^{ns}	1,20 ^{ns}
Diâmetro de espigas	3,40 [*]	187,55 ^{**}	22,86 ^{**}	5,92 ^{**}	6,31 ^{**}	0,05 ^{ns}	3,88 [*]
Nº. de fileiras de grãos/espigas	1,03 ^{ns}	0,85 ^{ns}	2,12 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,33 ^{ns}	2,48 ^{ns}	1,79 ^{ns}
Nº. de grãos/espigas	1,31 ^{ns}	1,34 ^{ns}	11,88 ^{**}	6,11 ^{**}	1,17 ^{ns}	0,03 ^{ns}	2,86 ^{ns}
Massa de grãos/espigas	7,51 ^{**}	48,29 ^{**}	49,72 ^{**}	11,01 ^{**}	4,03 [*]	0,09 ^{ns}	5,52 ^{**}

** e * indicação de diferença significativa obtida na análise de variância a 1 e a 5%, respectivamente, ^{ns} Não significativo.

Primeiramente foi elaborada uma matriz de dados originais com os diferentes níveis de concentração dos dez componentes de produtividade avaliados. Posteriormente, estes dados foram padronizados a fim de uniformizar as unidades onde, a partir, desta foi construída uma matriz de correlação que permite analisar a associação entre variáveis. Na Tabela 3, apresenta-se a matriz de correlação dos componentes de produção e produtividade dos cultivares de milho.

Tabela 3. Matriz de correlação das variáveis de produtividade do milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas.

	PF	P	M1000G	MECP	MESP	CE	DE	NFGE	NGE	MGE
PF	1,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---
P	0,12	1,00	---	---	---	---	---	---	---	---
M1000G	-0,31	0,51	1,00	---	---	---	---	---	---	---
MECP	-0,50	0,57	0,59	1,00	---	---	---	---	---	---
MESP	-0,50	0,55	0,57	1,00	1,00	---	---	---	---	---
CE	0,00	0,20	-0,15	0,32	0,37	1,00	---	---	---	---
DE	-0,44	0,63	0,64	0,92	0,89	0,00	1,00	---	---	---
NFGE	-0,03	-0,04	-0,09	-0,05	-0,06	0,07	-0,13	1,00	---	---
NGE	-0,28	0,35	-0,02	0,52	0,54	0,79	0,25	0,45	1,00	---
MGE	-0,53	0,54	0,57	0,99	1,00	0,35	0,89	-0,09	0,53	1,00

DPF: População final; MECP: massa de espigas com palha; MESP: massa de espigas sem palha; CE: comprimento de espigas; DE: diâmetro de espigas; NFGE: número de fileiras de grãos por espigas; MGE: massa de grãos por espigas ; M1000G: massa de mil grãos; P: produtividade

A população final (PF) se correlacionou negativamente com quase todas as demais variáveis avaliadas, menos com a produtividade (P), havendo uma baixa correlação positiva entre as duas variáveis. Nem sempre o aumento de plantas no final do ciclo reflete em aumento de produtividades, principalmente no milho, onde as plantas sobreviventes e produtivas ao fim de seu ciclo, podem compensar os efeitos negativos da ausência de plantas que não germinaram ou que não sobreviveram, ocupando um maior espaço de solo, aumentando a interceptação do sistema radicular por nutrientes, recebendo mais luz, aumentando sua capacidade fotossintética, tudo isto pode ser refletido em aumento nos componentes de produção e consequentemente na produtividade.

As variáveis que mais contribuíram na produtividade de grãos das cultivares de milho foram o diâmetro de espigas, a massa de espigas com e sem palha, a massa de grãos por espigas e a massa de mil grãos, com estimativas de correlação que variaram entre 0,63 (DE e P) e 0,51 (M1000G e P), respectivamente.

A massa de espigas com e sem palha (MECP e MESP) foram correlacionadas positivamente, com cinco das dez variáveis explicativas observadas. Estes resultados corroboram os de Entringer et al., (2014) que estudando as relações, direta e indireta, entre os componentes primários de produção e a produtividade de espiga de milho superdoce verificaram que o peso médio de espiga (PE) foi fortemente correlacionado, positivamente, com seis das oito variáveis explicativas observadas.

O diâmetro de espigas também apresentou correlação positiva, e acima de 0,50 com a massa de mil grãos e com a massa de espigas com e sem palha. Estes resultados divergem dos

encontrados por Balbinot júnior et al., (2005), trabalhando com variedades de polinização aberta, observaram que o número de grãos por fileira foi o componente que apresentou a maior correlação total com o rendimento (0,58) e, quando utilizaram duas variáveis no modelo, os componentes número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga explicaram 47% das variações de produtividade de grãos.

Verificou-se também que o número de grãos por espigas se correlacionou positivamente com o comprimento de espigas e com a massa de espigas com e sem palha. Podendo-se inferir que quanto maior o comprimento e a massa de espigas, maior será a quantidade de grãos por espigas.

A massa de grãos por espigas se correlacionou diretamente com a massa de espigas com e sem palhas, com correlações muito próximas de 1,0, correlacionando-se positivamente também com o diâmetro de espigas, com a massa de mil grãos e com o número de grãos por espigas. Estes resultados podem ser explicados devido a correlação diretamente proporcional entre estas variáveis, pois quanto maior a massa de espigas com e sem palhas, o diâmetro de espigas, a massa de mil grãos e quantidade de grãos por espigas, maior será a massa de grãos por espigas.

Neste sentido, trabalhando com híbridos de milho Mohammadi et al. (2003) verificaram que a massa do grão e o número de grãos por espiga foram os componentes mais importantes na predição do rendimento de grãos. Já Carvalho et al. (2001) observaram que os caracteres que mais contribuíram para a produção por planta foram o número de espigas por planta e a massa do grão; contudo, os autores não incluíram na análise o número de grãos por espiga. Tais resultados corroboram os observados por Ottaviano & Camussi (1981), os quais obtiveram um coeficiente de correlação de 0,80 entre a massa de grãos e a produtividade do milho.

Os resultados da análise de componentes principais mostraram que a variância acumulada nos primeiros três componentes compostos pela população final (PF), produtividade (P) e massa de mil grãos (M1000G) retiveram 83,36% das informações totais contidas no conjunto de variáveis, tendo a primeira variável explicado 52,50% da variância total, a segunda 19,21% e a terceira 11,65%, respectivamente.

Embora a população não tenha se correlacionado positivamente com os componentes de produtividade, a variável foi responsável por mais da metade da variação dos dados, pois todos os componentes de produtividade avaliados foram extraídos através da colheita das plantas que compuseram a população final. A produtividade foi responsável por aproximadamente 20% da variação dos dados, tendo em vista que todo o conjunto das

variáveis avaliadas contribuiu de forma direta para a composição das diferentes produtividades obtidas no experimento.

A massa de mil grãos reteve aproximadamente 12% da variação total dos dados na análise de componentes principais, esta variável é diretamente proporcional à produtividade, pois o aumento na massa de grãos induz o aumento da produtividade.

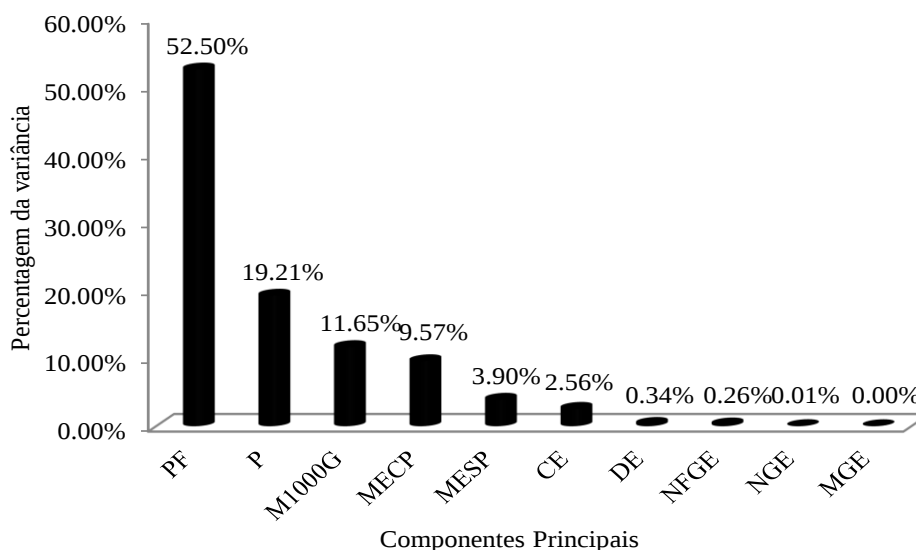


Figura 1. Percentual de variância dos componentes de produtividade de cultivares de milho em função de adubações e espaçamentos entre linhas.

Com a análise de agrupamento aplicada aos componentes de produtividade das cultivares de milho avaliadas agrupou os tratamentos em diferentes grupos, com uma distância euclidiana média de aproximadamente 60% (Figura 2). Analisando os grupos formados, constataram-se similaridade entre os tratamentos A (OBE1) e B (OBE2), esta similaridade se evidencia, tendo em vista que os tratamentos foram compostos pela mesma cultivar e o mesmo tipo de adubação, porém em espaçamentos diferentes. Estes tratamentos foram os que apresentaram menores produtividades médias, 990 e 876 kg ha⁻¹, respectivamente.

No presente estudo fica evidenciado que o híbrido Bras 3010 não apresentou respostas positivas quando adubado unicamente de forma orgânica Estes resultados divergem dos encontrados por Cancellier et al., (2010) e Rodrigues et al., (2012), que verificaram respostas positivas dos componentes de produtividade de milho adubados de forma orgânico com aplicação de esterco bovino curtido. Constatou-se ainda que não houve influência dos espaçamentos na massa de mil grãos e na produtividade da cultura, o que também ficou evidenciado com a observação do dendrograma, referente a análise de agrupamento.

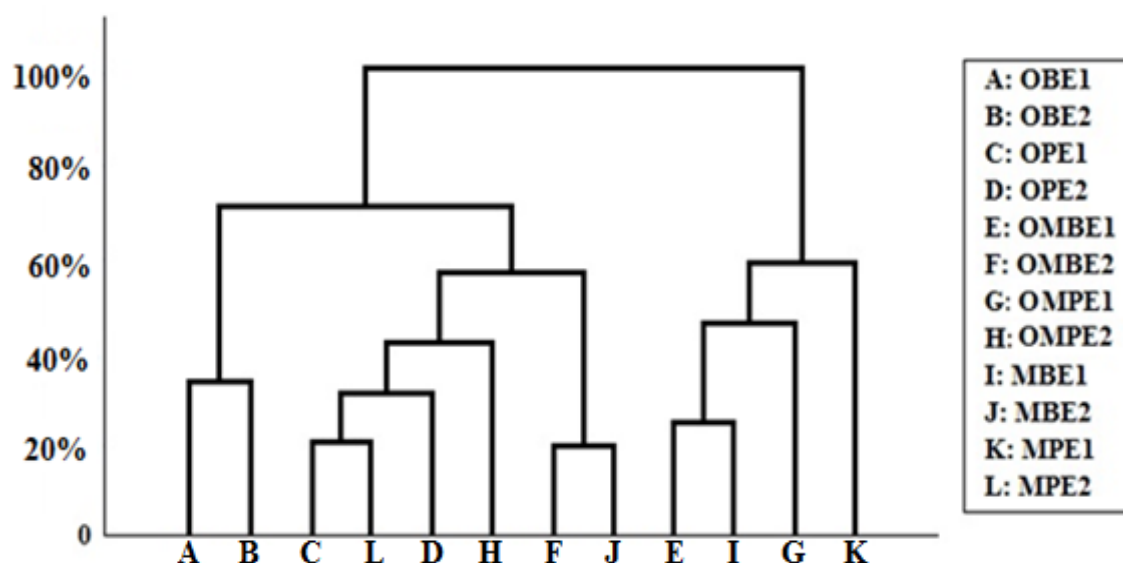


Figura 2. Dendrograma resultante da análise de agrupamento dos 12 tratamentos, utilizando-se a porcentagem da variação da distância euclidiana média como coeficiente de similaridade. O: Adubação orgânica; OM: Adubação organomineral; M: Adubação Mineral; B: Bras 3010; P: Potiguar; E1: 80 cm; E2: 50 cm.

Verificaram-se menores distâncias euclidianas, indicando as maiores similaridades ocorridas entre os tratamentos C (OPE1) e L (MPE2). Constatou-se que a variedade Potiguar quando adubado de forma orgânica e mineral, de forma isolada, apresentou produtividades mais elevadas que o híbrido Bras 3010. Evidenciam-se também através da análise multivariada que estes tratamentos foram os que mais se correlacionaram, indicando viabilidade da utilização da adubação com esterco bovino na produtividade da variedade regional de milho na região oeste Potiguar. Estes resultados ainda corroboram Silva et al., (2007; 2008); Santos et al., (2007) e Mata et al., (2010), que verificaram efeitos significativos nos componentes de produção e na produtividade da cultura do milho. Os espaçamentos de 80 e 50 cm avaliados não influenciaram significativamente a produtividade das cultivares, ocorrendo similaridade entre os tratamentos observados.

Observou-se proximidade dos tratamentos C e L com os tratamentos D (OPE2) e H (OMPE2), o tratamento D foi o responsável pelo maior valor médio de produtividade obtido no experimento (1.593 kg ha^{-1}), e o tratamento H também apresentou elevados valores médio de população final, massa de mil grãos e produtividade, que foram os componentes principais da variação no conjunto das dez variáveis analisadas. Entretanto, não ocorreram diferenças significativas entre a adubação orgânica e a organomineral nos componentes principais, o que possivelmente explica a proximidade de agrupamento entre os tratamentos. Esses resultados

divergem dos verificados por Dania et al., (2012), que verificaram aumento na produtividade de milho com a utilização de fertilizante organomineral. Corroborando os resultados verificados por Castoldi et al., (2011) e Costa et al. (2011a) que não encontraram diferenças entre a adubação mineral, orgânica e organomineral na produtividade do milho.

A proximidade entre os tratamentos D e H também pode ser explicada devido os tratamentos apresentarem o mesmo espaçamento, onde o espaçamento de 80 cm entre linhas influenciou positivamente a massa de espigas com e sem palha, o diâmetro de espigas e o número de grãos por espigas. Estes resultados são contrários aos encontrados por Kappes et al., (2011), os quais verificaram que a utilização do espaçamento reduzido (0,45 cm) apresentou-se como vantajosa, ao incrementar a produtividade do milho em 15%, frente ao espaçamento de 0,90 cm. Entretanto os espaçamentos não influenciaram na massa de mil grãos e na produtividade, que juntos representaram 32% da variação na análise de componentes principais.

Constatou-se elevadas similaridades entre os tratamentos F (OMBE2) e J (MBE2), com uma distância euclidiana de aproximadamente 20%, no qual os tratamentos se agruparam em um único grupo. Esse agrupamento deu-se na mesma cultivar e no mesmo espaço espaçamento avaliado, cultivar Bras 3010 e 50 cm entre linhas, respectivamente. Evidenciando que a adubação orgânica e organomineral na cultura do híbrido Bras 3010 cultivado em espaçamento de 50 cm entre linhas proporcionaram similaridades nos componentes de produção e na produtividade. Porém apresentaram diferenças em relação à adubação orgânica. Estes resultados corroboram os de Lana et al., (2014), verificando que a adubação organomineral com Umotart e mineral (MAP) proporcionou a mesma produtividade de grãos de milho. Entretanto, Rodrigues et al., (2012) verificaram que o uso de organomineral a base de húmus não proporcionou maior produtividade na cultura do milho que a fonte mineral, contudo, a fonte orgânica teve maior custo-benefício que as fontes organomineral e mineral.

Verificou-se também, similaridades entre os tratamentos E (OMBE1) e I (MBE1), formando um novo grupo. Na análise de agrupamento, comprova-se a separação dos tratamentos por cultivar e por espaçamentos no grupo, onde pode ser constatada a similaridade entre a adubação orgânica e organomineral na cultivar Bras 3010 no espaçamento de 80 cm entre linhas. Observa-se que esta similaridade foi menor que no espaçamento de 50 cm entre linhas para os mesmos tipos de adubações, fato que pode ser explicado, devido os tratamentos compostos pelo espaçamento de 50 cm entre linhas terem proporcionado uma maior população final (PF), mesmo não refletindo em aumento nos componentes de produção e na produtividade da cultivar avaliada.

De acordo com a análise de agrupamentos, na visualização do dendrograma também pode ser verificado que os tratamentos G (OMPE1) e K (MPE1), mesmo apresentando proximidade entre si, agruparam-se em grupos isolados, sendo os responsáveis pelas maiores distâncias euclidianas, 45% e 60%, respectivamente, e consequentemente, menores similaridades ocorridas no experimento. A proximidade entre os tratamentos pode ser explicada, devido não se ter observado diferenças entre a adubação organomineral e mineral em seis dos dez componentes de produtividade analisados (CE, DE, NFGE, PF, M1000 G e P). Enquanto isto, o tratamento K apresentou a menor similaridade entre os tratamentos avaliados, por ter sido responsável pela menor população final obtida no experimento (19.375 plantas ha⁻¹), sendo importante ressaltar que esta variável foi responsável por mais de 50% da variação dos dados no conjunto das dez variáveis analisadas. Entretanto apresentou uma produtividade de 1364 kg ha⁻¹, onde as plantas produtivas compensaram os efeitos da baixa densidade de plantas no tratamento.

É importante ressaltar que na formação dos grupos, as maiores similaridades foram constatadas sempre entre uma mesma cultivar, inferindo que a maioria das diferenças encontradas pode ser decorrente, principalmente, dos cultivares de milho avaliadas. Estes resultados corroboram os de Bertolini et al., (2008), os quais avaliaram o desempenho de três cultivares de milho mediante adubação em pré-semeadura, comparada à adubação na semeadura, nos sistemas plantio direto e preparo reduzido do solo, e constataram através da análise de variância que a maioria das diferenças encontradas foram decorrentes, principalmente, dos cultivares de milho utilizados.

Os autores justificam ainda que os híbridos duplos apresentam maiores potenciais produtivos, mostrando maior uniformidade de plantas e espigas. As variedades possuem base genética ampla, com alguns caracteres agronômicos em comum que as diferenciam de outros materiais, o que diminui a uniformidade de plantas e espiga; contudo, apesar de terem menor potencial produtivo em relação aos híbridos, possuem maior grau de adaptabilidade a diferentes condições e baixo custo de aquisição de sementes.

4. CONCLUSÕES

A adubação orgânica associada ao espaçamento de 80 cm entre linhas proporcionou maior produtividade da variedade Potiguar, em comparação ao híbrido Bras 3010.

A população final, a produtividade e a massa de mil grãos foram os componentes principais na avaliação do conjunto dos dados.

As cultivares de milho responderam de maneira diferente às adubações e espaçamentos avaliados.

A concordância entre os resultados da análise de agrupamentos e da análise de componentes principais com a análise de variância evidencia a adequação das técnicas estatísticas multivariadas utilizadas nesta pesquisa.

O uso combinado das técnicas multivariadas possibilitou inferir com maior segurança nos agrupamentos formados entre os tratamentos e em suas características agrônômicas e produtivas.

5. REFERÊNCIAS

- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D. L.; Santos, A. A. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, PA, 2007. 380 p.
- Balbinot Junior; A. A.; Backes, R. L.; Alves, A. C.; Ogliari, J. B.; Fonseca, J. A. da. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.11, p.161-166, 2005.
- Bertolini, E. V.; Gamero, C. A. Salata, A. da C.; Piffer, C. R.; Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2355-2366, 2008.
- Cancellier, L. L.; Afférri, F. S.; Adorian, G. C.; Rodrigues, H. V. M. Influência da adubação orgânica na linha de semeadura na emergência e produção forrageira de milho. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, p. 25-32, 2010.
- Carvalho, C.G.P.; Borsato. R.; Cruz, C. D.; Viana. J. M. S. Path analysis under multicollinearity in $S_0 \times S_0$ maize hybrids. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.1, p.263-270, 2001.
- Carvalho, H.W.L. de; Cardoso, M. J.; Leal, M. de L. da S.; Santos, M. X. dos; Tabosa, J. N.; Souza, E. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.40, p.471-477, 2005.
- Castoldi, G.; Costa, M. S. S. M.; Costa, L. A. M.; Pivetta, L. A.; Steiner, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, p. 139-146, 2011.
- Chioderoli, C. A, Mello, L. M. M.; Grigolli, P. J.; Furlani C. E. A.; Silva, J. O. R.; Cesarin, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, , p. 37-43, 2012.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira de grãos. Safra 2014/15, v.1, n.9, Brasília, p.1-89, out. 2014.
- Costa, M. S. S. de M.; Pivetta, L. A.; Costa, L. A. de M.; Pivetta, L. G.; Castoldi, G.; Steiner, F. Atributos físicos de solo e produtividade do Milho sob Sistemas de Manejo e adubações. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, p. 810-815, 2011a.
- Dania, S. O.; Fagbola, O.; Isitekhal, H. H. E. Effects of sawdust and organomineral fertilizer and their residual effect on the yield of maize on degraded soil. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, v. 49, p. 61-66, 2012.
- Deparis, G. A.; Lana, M. do C.; Frandoloso, J. F. Espaçamento e adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho. *Acta Scitiarum Agronomy*, v.29, p.517-525, 2007.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos 2013. 353p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- Entringer, G. C.; Santos, P. H. A. D.; Vettorazzi, J. C. F.; Cunha, K. S. da; Pereira, M. G. Correlação e análise de trilha para componentes de produção de milho superdoce. *Revista Ceres*, v. 61, p. 356-361, 2014.
- Frazão, J. J.; Silva, Á. R. da. Silva, V. L. da; Oliveira, V. A.; Corrêa, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia. Agrícola e Ambiental*, v.18, p. 1262–1267, 2014.
- Hardle, W.; Simar, L. *Applied multivariate statistical analysis*. 2nd. ed. Berlin: Springer, 2007. 486p.
- Kappes, C.; Andrade, J. A. da C.; Arf, O.; Oliveira, Â. C. de; Arf, M. V.; Ferreira, J. P.; Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, p. 348-359, 2011.
- Lana, M. do C.; Rampim, L.; Vargas, G. Adubação fosfatada no milho com fertilizante organomineral em latossolo vermelho eutroférico. *Global Science and Technology*, v. 7, p. 26-36, 2014.
- Lana, M. do C.; Rampim, L.; Ohland, T.; Fávero, F. Spacing, population density and nitrogen fertilization in corn grown in an Oxisol. *Revista Ceres*, v. 61, p. 424-433, 2014.
- Mata, J. F.; Silva, J. C. da; R, J. F.; Afférri, F. S.; Vieira, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.3, p. 125-134, 2010.
- Modolo, A. J.; Carnieletto, R.; Kolling, E. M.; Trogello, E.; Sgarbossa M. Desempenho de híbridos de milho da Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.435-441, 2010.
- Mohammadi, S. A.; Prasanna B. M.; Singh N. N. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. *Crop Science*, v.43, p. 690-697, 2003.
- Oliveira, M. A. de; Zucareli, C.; Spolaor, L. T.; Domingues, A. R.; Ferreira, A. S. Desempenho agrônômico do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p. 1040–1046, 2012.
- Ottaviano, E. Camussi, A. Phenotypic and genetic relationship between yield components in maize. *Euphytica*, v.30, p.601-609, 1981.
- Pereira, V. da C.; Espínola Sobrinho, J. Oliveira, A. D. de; Melo T. K. de; Vieira R.Y. M. Influencia dos eventos El Nino e La Nina na precipitação pluviométrica de Mossoró-RN. *Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer*, v. 7, p. 1-13, 2011.

- Ribeiro, A. C; Guimarães, P. T. G; Alvarez, V. V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. Viçosa, MG. 1999. 359p.
- Richards, L. A. (ed.). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural handbook 60. Washington: U.S: Department of Agriculture, 1954
- Rodrigues, T. R. D.; Broetto, L.; Oliveira, P. S. R. de; Rubio, F. Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. Bioscience Journal, v. 28, p. 509-514, 2012.
- Santos, M. M. dos; Galvão, J. C. C.; Miranda, G.V.; Ferreira, G.V.; Melo, A.V. de; Fontanetti, A. Espaçamento entre fileiras e adubação nitrogenada na cultura do milho. Acta Scientiarum Agronomy, v. 29, p. 527-533, 2007.
- Sangoi, L.; Silva, P. R. F. da; Argenta, G. Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho. Lages, SC: Graphel, 2010. 64p.
- Silva, R. G.; Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Silva, D. G.; Arnhold, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 2, p. 136-141, 2007.
- Silva, R. G.; Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Silva, D. G.; Arnhold, E. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. Revista Caatinga, v. 21, p. 78-85, 2008.