



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

TAYD DAYVISON CUSTÓDIO PEIXOTO

**ANÁLISE DE ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS NAS
CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E DE PRODUTIVIDADE DO MILHO
POTIGUAR**

MOSSORÓ-RN

2014

TAYD DAYVISON CUSTÓDIO PEIXOTO

**ANÁLISE DE ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS NAS
CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E DE PRODUTIVIDADE DO MILHO
POTIGUAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Orientador: Prof. D.Sc. Suedêmio de Lima
Silva

Co-orientador: Prof. D.Sc. Joaquim Odilon
Pereira

MOSSORÓ-RN

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

P377aPeixoto, Tayd Dayvison Custodio.

Análise de adubações e espaçamentos entre linhas nas características biométricas e de produtividade do milho potiguar/ Tayd Dayvison Custodio Peixoto-- Mossoró, 2014.

59f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Suedêmio de Lima Silva.

Co-orientador: Joaquim Odilon Pereira.

Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Pós-Graduação.

1. Adubação organomineral. 2. Arranjo espacial. 3. *Zea Mays L.* I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/632-14

CDD: 633.15

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba

CRB-15/452

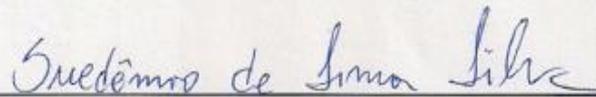
TAYD DAYVISON CUSTÓDIO PEIXOTO

**ANÁLISE DE ADUBAÇÕES E ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS NAS
CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E DE PRODUTIVIDADE DO MILHO
POTIGUAR**

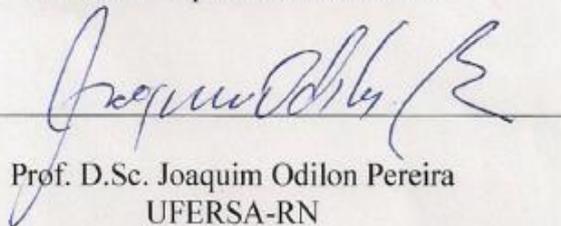
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Aprovada em: 05-08-2014.

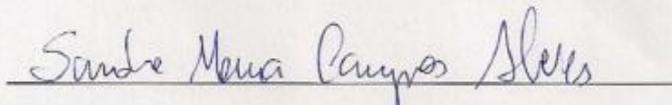
BANCA EXAMINADORA



Prof. D.Sc. Suedêmio de Lima Silva
UFERSA-RN
Orientador e presidente da banca



Prof. D.Sc. Joaquim Odilon Pereira
UFERSA-RN
Co-orientador e examinador



Prof. D.Sc. Sandra Maria Campos Alves
UNP-RN
Examinadora

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu a benção da vida e que sempre olhou e intercedeu por mim, me guiando pelos caminhos os quais escolheu para minha jornada;

Aos meus pais, José Peixoto Ferreira e Francisca Custódio Peixoto, pelo seu grande amor e por sempre investir e incentivar a minha educação;

A minha avó, Alice Araújo da Silva, que sempre me encorajou, incentivando a ser uma pessoa de caráter e que busca realizar os seus sonhos;

A minha irmã e meus sobrinhos, por acreditar em mim me apoiando sempre;

A minha noiva, Laura, pelo incentivo, companheirismo e compreensão;

Aos professores, Suedêmio de Lima Silva e Joaquim Odilon Pereira, pelo apoio e dedicação no desenvolvimento deste trabalho;

Aos amigos, Anailson Sousa, Paulo Roberto e Aécio, pelo companheirismo e amizade, os quais foram essenciais para a conclusão deste trabalho;

Aos companheiros de graduação Hudson Salatiel, Eduardo Bruno, Luiz Eduardo, Raimundo Júnior, Erione, Danniely de Oliveira, Salma Luana, Raquel Karuliny e Ianne Tâmara.

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. Constitui-se em um dos principais cereais do mundo, sendo que, no Brasil, em virtude de alterações nos manejos e tratos culturais, vem alcançando altas produtividades. Os objetivos deste trabalho foram avaliar as características biométricas de produção e a produtividade da variedade de milho Potiguar, recomendada para a região oeste do estado do Rio Grande do Norte, em função dos tipos de adubações e espaçamentos entre linhas no sistema de cultivo irrigado. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada na comunidade de Alagoinha pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró, RN. O delineamento experimental adotado foi o em blocos casualizados, no esquema fatorial 3 x 2, com quatro repetições, correspondente às três adubações (Orgânica; Organomineral e Mineral), dois espaçamentos entre linhas (80 cm e 50 cm). Os parâmetros biométricos de produção: comprimento de espiga, número de fileiras de grãos por espiga e massa de 1000 grãos não foram influenciados significativamente pelos fatores adubações e espaçamentos. A adubação mineral associada ao espaçamento de 80 cm entre linhas proporcionou maiores resultados nos componentes biométricos de produção diâmetro de espigas, massa de espiga com palha e sem palha e massa de grãos por espiga. Os fatores avaliados, adubações e espaçamentos, não afetaram de forma significativa a produtividade de grãos da variedade de milho Potiguar.

Palavras-chave: *Zea Mays* L., adubação organomineral, arranjo espacial.

ABSTRACT

The corn crop is important in many contexts of Brazilian agriculture production, as much about economics factors as social factors. Its constitutes one of the main cereals in the world, and, in Brazil, due to changes in management strategies and cultural practices, is achieving high yields. The objectives of this study were to evaluate the biometric characteristics of production and the productivity of corn variety Potiguar, recommended to the west of the state of Rio Grande do Norte, according to the types of fertilizer and row spacing on irrigated system. This work was conducted at the Experimental Farm Rafael Fernandes, located in the Alagoinha community belonging to the Universidade Federal Rural do Semi-Árido in Mossoró-RN, Brazil. The experimental design used was the blocks randomized, in factorial 3 x 2, with four replications, corresponding to three fertilizers (organic, organic-mineral and mineral) and two spacing between rows (80 and 50 cm). The biometric parameters of production: ear length, number of rows of grains per ear and 1000 grains weight were not significantly influenced by factors fertilization and spacing. The mineral fertilization associated with the spacing of 80 cm between rows provided greater results in the production of biometric components diameter ears, weight ears with straw and without straw and grain weight per ear. The factors evaluated, fertilization and spacing, did not affect significantly the grain productivity of corn variety Potiguar.

Keywords: *Zea Mays* L., organic-mineral fertilization, spacing arrangement

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.	14
Tabela 2. Características químicas do solo na camada de 0-20 cm, Mossoró-RN, 2012.....	15
Tabela 3. Composição química observada no esterco bovino curtido, Mossoró-RN, 2012.....	16
Tabela 4. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável Índice de velocidade de emergência (IVE).	23
Tabela 5. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável índice de velocidade de emergência (IVE).	24
Tabela 6. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável população inicial (PI).	25
Tabela 7. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável população final (PF).	26
Tabela 8. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável diâmetro do colmo (DC).	27
Tabela 9. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável altura de inserção de espiga (AIE).	28
Tabela 10. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável comprimento de espiga (CE).	29
Tabela 11. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável diâmetro de espiga (DE).	30
Tabela 12. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável diâmetro de espiga.	31
Tabela 13. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável número de fileiras de grãos por espiga (NFG).	31
Tabela 14. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável número de grãos por espiga (NGE).	33
Tabela 15. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável número de grãos por espiga.	33
Tabela 16. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável massa de grãos por espigas (MGE).	34
Tabela 17. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável massa de grãos por espiga (MGE).	35
Tabela 18. Síntese da análise de variância e teste de médias para as variáveis massa de espigas com palha (MECP) e massa de espigas sem palhas (MESP).	36
Tabela 19. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para as variáveis massa de espigas com palha (MECP) e massa de espigas sem palhas (MESP).	37
Tabela 20. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável massa de 1000 grãos (M1000G).	38
Tabela 21. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável produtividade (P).	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do experimento com auxílio de imagem de satélite.	13
Figura 2 - Distribuição dos tratamentos por blocos na área experimental.	14
Figura 3 - Medição do diâmetro do colmo.	18
Figura 4 - Detalhe da medição da Altura de Inserção de Espiga.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A CULTURA DO MILHO	3
2.2 ADUBAÇÃO ORGÂNICA	4
2.3 ADUBAÇÃO MINERAL	8
2.4 ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	13
3.2 DELINEAMENTO E CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL	14
3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA ÁREA	14
3.4 VARIEDADE DE MILHO UTILIZADA	15
3.5 ESPAÇAMENTOS E ADUBAÇÕES	16
3.6 IRRIGAÇÃO	17
3.7 PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE	17
3.7.1 Índice de velocidade de emergência	17
3.7.2 População inicial de plantas	18
3.7.3 Diâmetro do colmo	18
3.7.4 Altura de inserção de espiga	18
3.7.5 População final de plantas	19
3.7.6 Comprimento de Espiga	19
3.7.7 Diâmetro de espiga	19
3.7.8 Número de fileiras de grãos por espiga	20
3.7.9 Número de grãos por espiga	20
3.7.10 Massa de grãos por espiga	20
3.7.11 Massa de espiga com e sem palha	20
3.7.12. Massa de 1000 grãos	20
3.7.13 Produtividade	21
3.8 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS	21
3.8.1 Trator	21
3.8.2 Semeadora-adubadora	21
3.8.3 Distribuidor de calcário	22
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE).....	23
4.2 POPULAÇÃO DE PLANTAS	24
4.2.1 População Inicial	24
4.2.2 População Final	25
4.3 DIÂMETRO DE COLMO	26
4.4 ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA	27
4.5 COMPRIMENTO DE ESPIGA	28
4.6 DIÂMETRO DE ESPIGA (DE).....	29
4.7 NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS POR ESPIGA	31
4.8 NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA (NGE)	32
4.9 MASSA DE GRÃOS POR ESPIGAS (MGE).....	33
4.10 MASSAS DE ESPIGAS COM E SEM PALHA	36
4.11 MASSA DE 1000 GRÃOS	37
4.12 PRODUTIVIDADE (P).....	38
5 CONCLUSÕES	40
6 LITERATURA CITADA	41

1 INTRODUÇÃO

A importância econômica do milho é caracterizada mundialmente pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte (70%) do consumo desse cereal. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano. Apesar de não ter uma participação muito grande no uso de milho em grão, a alimentação humana, com derivados de milho, constitui fator importante de uso desse cereal em regiões com baixa renda (EMBRAPA, 2010).

O milho não é apenas importante como produção de uma cultura anual, mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Constitui-se em um dos principais cereais do mundo, sendo que, no Brasil, em virtude de alterações nos manejos e tratos culturais, vem alcançando altas produtividades. Tais alterações correspondem à disponibilidade de cultivares de elevado potencial genético, melhoria na qualidade química e física dos solos, fertilização adequada, como também modificações no arranjo populacional de plantas (FARINELLI et al., 2012).

O milho constitui-se excelente fonte de carboidratos na alimentação humana, exercendo uma participação efetiva na dieta alimentar da população. Além disso, tanto os grãos quanto os restos de cultura são utilizados na alimentação de animais, aves e suínos, potencializando a rentabilidade dos agricultores e suas famílias, promovendo a segurança alimentar, geração de emprego e fixação do homem no campo.

No Nordeste o milho é uma das culturas mais importantes, principalmente visando a produção de milho verde e de grãos, que é uma das principais fontes de energia diária da alimentação humana e animal, é explorada em todos os estados da região Nordeste ocupando uma área plantada na safra de milho total em 2013/2014 de 2,948 milhões de hectares, com produtividade de 2.677,0 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

No estado do Rio Grande do Norte a área plantada na safra de milho total em 2013/2014 foi de 33.800,0 hectares, com produtividade média de 581,0 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

Embora os números relativos à produção de milho verde sejam mais modestos do que os relativos à produção de grãos, seu cultivo no Brasil cresce a cada ano devido ao valor

agregado ao produto e seus derivados (VIEIRA, 2007). O mercado de milho verde para alimentação humana é promissor, em especial na região Nordeste do país, onde o cultivo ocorre durante todo o ano sob condições sequeiro e de irrigação.

A indicação de variedades apropriadas proporciona maior segurança ao produtor, pela agregação de valor ao produto final, facilitando a obtenção de crédito. Nesse sentido, é importante se validar novas variedades adaptadas às condições do agricultor, levando-se em conta o manejo, o sistema de produção, o nível tecnológico e social e condições edafoclimáticas locais, 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).

A variedade Potiguar, de ciclo semitardio, vem demonstrando boa adaptabilidade e estabilidade de produção, bem como empalhamento de espiga, sendo tolerante às principais doenças. Essa cultivar apresenta porte médio, o que confere maior resistência ao acamamento e tombamento e também vem sendo indicada para o consumo in natura (milho verde), por apresentar espigas com padrão comercial para essa finalidade.

A variedade de milho Potiguar tem um potencial genético para a produtividade 7.000,0 kg ha⁻¹ e uma produtividade média dos grãos de 5.240,0 kg ha⁻¹. Estes são valores médios de 28 ensaios instalados no período de 2006 a 2007, no Nordeste brasileiro, em condições de sequeiro (LIRA et al., 2012).

Neste cenário, objetivou-se avaliar as características biométricas de produção e a produtividade da variedade de milho Potiguar, recomendada para a região oeste do estado do Rio Grande do Norte, em função dos tipos de adubações e espaçamentos entre linhas no sistema de cultivo irrigado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

A cultura do milho (*Zea Mays* L.) apresenta grande importância econômica e social no Brasil, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento. O milho é considerado uma das principais espécies de cereais utilizadas no Brasil. Foram cultivados cerca de 15 milhões de hectares, os quais contribuíram para a produção na safra de 2013/2014 cerca de 78 milhões de toneladas com uma produtividade média de 4.966,0 kg ha⁻¹ de grãos (CONAB, 2014).

O cultivo do milho tem se destacado entre as atividades de pequenos produtores, uma vez que o grão é utilizado na alimentação animal, que representa a maior parte do consumo desse cereal no Brasil e no mundo. Apesar do consumo do grão de milho e derivados não ser tão expressivo na alimentação humana, este cereal constitui fator importante em regiões com baixa renda como é o caso do Nordeste Brasileiro, em que este alimento constitui, entre outras, uma das fontes de energia diária para grande parte da população do semiárido (NAVES et al., 2004).

Na região Nordeste do Brasil a exploração da cultura pode ser realizada durante o ano todo, utilizando-se irrigação. O escalonamento da produção, aliado a facilidade de transporte no interior do país e o desenvolvimento de técnicas agrícolas tem permitido um fluxo constante do produto para a comercialização. A planta de milho pode ser aproveitada praticamente em sua totalidade. Após a comercialização das espigas, os restos da planta podem ser aproveitados para posterior incorporação ou como cobertura do solo para plantio direto, ou ainda, sendo triturado para compor a silagem para a alimentação animal (MORAES, 2009).

O milho verde é considerado, por nutricionistas, um excelente alimento e, pela sua composição, pode ser consumido por todas as pessoas e em qualquer idade. Possui cerca de 1.290 calorias por kg; 3,3% de proteínas; 27,8% de glicídios e somente 0,8% de gordura. Além dos minerais, o milho verde é rico em vitaminas, em especial as do complexo B, muito importante para o bom funcionamento do sistema nervoso. Além disso, o grão também contribui para adiar os processos inflamatórios naturais do envelhecimento, portanto, ajuda a manter o corpo jovem por mais tempo (SANTOS, 2012).

A cultura do milho tem um alto potencial produtivo, alcançando 10.000,0 kg ha⁻¹ de grãos, no Brasil, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias

adequadas (CARVALHO et al, 2004). No entanto, o que se observa na prática são produtividades muito baixas e irregulares, ao redor de 3.500,0 kg ha⁻¹de grãos, sendo a fertilidade do solo um dos principais fatores responsáveis por esta baixa produtividade (CNA, 2003).

Gomes et al., (2005), comparando o uso de esterco bovino com a adubação mineral (4–14–8) na cultura do milho, verificaram que o adubo mineral promoveu a redução do tamanho médio dos agregados, a redução dos teores de Ca, Mg e K do solo, aumento do teor de P do solo, e verificaram também aumento dos teores de carbono orgânico, Ca, Mg, K e P do solo nos tratamentos com compostos orgânicos. Tanto o adubo mineral quanto o composto orgânico não interferiram nas densidades do solo e de partículas e na porosidade total do solo.

Debiasi et al., (2010), avaliaram o efeito de coberturas de inverno e da descompactação mecânico solo sobre o desempenho de soja e milho, em sistema de plantio direto. Utilizaram os milhos híbridos D 766, em 2005/2006, e os híbridos P 3069, em 2006/2007, em espaçamento de 0,45 e 0,90 m, na cidade de Eldorado do Sul, RS. Nestas condições os autores obtiveram resultados de valor médio igual a 270 grãos por espiga.

Bertonha et al., (2012), avaliaram as perdas e o desempenho de sementes de milho, em função de dois sistemas de preparo do solo e cinco velocidades de deslocamento da colhedora, utilizando a cultivar DKB 390 HíbridoSimples, Dekalb, em Jaboticabal, SP. Os autores realizaram o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) a partir do quinto dia após a semeadura até a estabilização e a uniformização das plântulas que ocorreu aos 21 dias após a semeadura, determinando valores de índice de velocidade de emergência que variou de 25,3 a 25,9, de acordo com o sistema de preparo do solo.

2.2 ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A reciclagem de nutrientes e o aproveitamento dos restos de culturas como fonte de fertilizante orgânico são relevantes para o adequado manejo da fertilidade do solo. A versatilidade do milho para inclusão em rotação de cultura já é amplamente conhecida, sendo uma planta de raízes fasciculadas e de alta exigência em nitrogênio, deve ser incluído em rotação com leguminosas (IAPAR, 1991).

A adubação é o fator que mais contribui para o aumento da produtividade do milho, podendo também influenciar na qualidade dos grãos (FERREIRA et al., 2003), sendo

onitrogênio o nutriente mais exigido pela cultura e que apresenta maior resposta em termos de produtividade (PEIXOTO et al., 2003).

O uso de adubos orgânicos nos solos é fundamental na melhoria das características químicas, físicas e biológicas. Sua atuação se dá tanto na melhoria das condições físicas, como na aeração, na maior retenção e armazenamento de água quanto nas propriedades químicas e físico-químicas, no fornecimento de nutrientes às plantas e na maior capacidade de troca catiônica do solo (CTC), além de proporcionar um ambiente adequado ao estabelecimento e à atividade da microbiota (SOUZA et al., 2005).

Segundo Malavolta et al., (2002), a matéria orgânica no solo disponibiliza energia para os microrganismos, melhora sua estrutura e arejamento, e a retenção de umidade. Regula também a temperatura do solo retarda a fixação de fósforo, aumentando a capacidade de troca catiônica, e promove a disponibilidade de potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes em formas acessíveis para as raízes, minimizando assim, a lixiviação.

A adubação orgânica com esterco bovino é uma técnica milenar, tendo perdido espaço com o ingresso da adubação mineral no Século XIX, e retomado o seu valor, nas últimas décadas, com o aumento da preocupação com o meio ambiente, com a alimentação saudável e com a obrigação de dar um destino adequado às amplas quantidades produzidas em alguns países (SALAZAR et al., 2005).

Para que se possa manter o potencial produtivo, é de fundamental importância que haja um retorno da matéria orgânica, o que contribuirá para a manutenção da diversidade biológica do solo. Com o aumento dos custos da adubação mineral o pequeno produtor passou a ter nova visão sobre a adubação orgânica, passando a utilizar esterco, que normalmente eram descartados na propriedade (SOUTO et al., 2005).

O esterco é um insumo disponível e de baixo custo ao produtor rural se comparado à utilização de fertilizante químico, o que tem movido os produtores a apreciar a adubação orgânica com esterco uma alternativa viável do ponto de vista econômico e agrônômico, além de proporcionar um menor impacto sobre o meio ambiente (ALENCAR et al., 2008).

É amplamente conhecido que a maioria dos sistemas produtivos, tanto os agrícolas, quanto os pecuários, fornecem vários tipos de resíduos orgânicos, os quais quando corretamente manejados e utilizados transformam-se em fornecedores de nutrientes e auxiliam na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2009).

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 (HANISCH et al., 2012).

Dentre os nutrientes essenciais para o milho, o nitrogênio (N) desempenha um papel no metabolismo da planta do milho, pois faz parte de moléculas essenciais, sendo o nutriente absorvido em maior quantidade, portanto o fator mais limitante do crescimento e produção das plantas.

Essa limitação ocorre porque estas requerem quantidades relativamente grandes de N e porque a maioria dos solos não possui N suficiente em forma disponível para sustentar os níveis de produção desejados. Como esta deficiência pode diminuir a produtividade e a qualidade dos grãos, buscam-se medidas de adubação para assegurar que níveis adequados estejam disponíveis às plantas. Entretanto, essa prática é limitada, pois esses insumos agrícolas apresentam alto custo, sendo muitas vezes inviável ao pequeno produtor (MELO, 2012).

Na região semiárida nordestina o desmatamento e o aumento da exploração agrícola vêm reduzindo significativamente as coberturas florestais, provocando degradação do bioma Caatinga e diminuindo a fertilidade do solo. Esta redução dos teores de nutrientes do solo é causada pela erosão e pela exportação dos nutrientes dos produtos agrícolas e da pecuária (MENEZES e SAMPAIO, 2000; FRAGA e SALCEDO, 2004). Neste contexto se tem buscado alternativas que minimizem o processo de degradação e melhorem a fertilidade dos solos. Assim, o uso de forrageiras nativas como adubação verde, combinado ou não com a aplicação de esterco, é uma dessas alternativas de melhoria (SILVA et al., 2007).

Mata et al., (2010) observaram que houve uma correlação positiva entre emergência e velocidade de crescimento inicial das plântulas de acordo com as doses de esterco aplicadas; as doses menores resultaram em uma menor germinação e, conseqüentemente, uma baixa velocidade de emergência.

Apesar da prática da adubação com esterco bovino ser trivial entre os pequenos agricultores, a quantidade de esterco produzido nas propriedades rurais não é suficiente para adubar todas as áreas cultivadas. Segundo Garrido (2005), todo o esterco produzido no semiárido só seria apto de adubar 12% das áreas agrícolas desta região, sendo indispensável à combinação de esterco com outras diferentes fontes orgânicas para expandir a área adubada.

Mata et al., (2010), avaliaram, no município de Gurupi, TO, a produção de milho híbrido simples DAS655 sob diferentes níveis de adubação com esterco bovino (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 t ha⁻¹), os autores verificaram maior valor médio no comprimento de espiga (15,96 cm) com a aplicação de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, maior valor médio de diâmetro de espiga (47,94 mm) utilizando 40 t ha⁻¹ de esterco bovino, e um valor médio superior de 15,44 fileiras de grãos por espigas com a utilização da dose de 60 t ha⁻¹ do insumo avaliado.

Santos et al., (2010), avaliaramo desempenho da cultura do milho híbrido triplo precoce 2B688 sob plantio direto, com e sem a aplicação de N em cobertura em sucessão a adubos verdes, no município de Alta Floresta, MT. Os autores obtiveram resultados para valores médios de diâmetro de espiga, quando não utilizaram adubação verde e sem aplicação de nitrogênio em cobertura, que variaram de 44,00 e 44,70 mm, respectivamente. Já quando se utilizou adubos verdes antecessores e adubação nitrogenada em cobertura os resultados variaram entre 45,30 e 47,80 mm de diâmetro da espiga.

Bertolini et al. (2008) obtiveram diferenças significativas da variável população inicial,utilizando três cultivares avaliadas: DKB 333B, CO 32e AL Bandeirante em um NitossoloVermelho distroféricomedianteadubação em pré-semeadura, comparada à adubaçãona semeadura, nos sistemas plantio direto e preparoreduzido do solo.

A utilização de esterco é outra solução amplamente adotada para o suprimento de nutrientes, tais como N, P e K nos solos da região semiárida (MENEZES e SILVA, 2008); no entanto, devido à sua reduzida disponibilidade nas propriedades, em geral os agricultores necessitam comprá-los de regiões circunvizinhas, o que eleva os custos de produção. Alguns ainda vendem parte do esterco produzido na propriedade, como renda extra (MENEZES e SAMPAIO, 2002; SILVA et al., 2007; SILVA e MENEZES, 2007; MENEZES e SILVA, 2008; GALVÃO et al., 2008).

Os resíduos orgânicos podem nutrir equilibradamente as plantas, proporcionando também melhor condicionamento do solo, tornando-o, em longo prazo, menos propenso aos efeitos degradantes do cultivo intensivo.Portanto, a utilização de composto orgânico, obtido pela combinação da palhada retirada das culturascom o esterco de animais (bovinos, suínos e aves), poderia tornar-se prática útil para os pequenos produtores, contribuindo para a melhoria da fertilidade e conservação do solo e maior aproveitamento dos recursos existentes na propriedade.

2.3 ADUBAÇÃO MINERAL

A determinação das necessidades nutricionais das plantas ocorre pela quantificação dos nutrientes que as mesmas extraem durante o seu ciclo. Portanto, a extração total é dependente do quantitativo de fitomassa obtido pela cultura e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. E ainda, devido ao fato de culturas com maiores produtividades extraírem e exportarem maiores quantidades de nutrientes e, portanto, necessitarem de doses diferentes de fertilizantes (FRANÇA e COELHO, 2001).

No milho, os nutrientes têm diferentes taxas de translocação entre os tecidos (colmos, folhas e grãos), quanto à exportação dos nutrientes, quando a finalidade é produzir grãos (total de nutrientes extraídos pela planta/total de nutrientes nos grãos) o P é quase todo translocado para os grãos (77 a 86 %), seguindo-se o N (70 a 77 %), o S (60 %), o Mg (47 a 69 %), o K (26 a 43 %) e o Ca (3 a 7 %). Com base nessas taxas de exportação de nutrientes pelos grãos, nota-se que apesar do componente grão possuir grande concentração da maioria dos elementos retirados do solo, ainda sim, a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte destes, principalmente K e Ca, contidos na palhada (COELHO, 2006).

As absorções de N, P, K, Ca e Mg aumentam linearmente com o aumento da produtividade da cultura do milho. De maneira geral, na planta inteira (grãos e palhas), o N é o nutriente absorvido em maior quantidade, seguido em ordem decrescente por K, P, Ca, Mg (VON PINHO et al., 2009).

Santos et al., (2010), trabalharam, no município de Alta floresta, MT, utilizando os adubos verdes nas parcelas crotalária júncea (*Crotalaria juncea*), crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), milheto (*Pennisetum americanum*) e vegetação espontânea e nas subparcelas a aplicação de N (0 e 120 kg ha⁻¹) no delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições. Os autores determinaram, com o experimento, maior valor médio do número de grãos por espiga, com o adubo verde antecessor denominado feijão-de-porco, igual a 506,91 grãos por espiga para o híbrido triplo precoce 2B688 sob plantio direto. Já para os demais adubos verdes o resultado encontrado de número de grãos por espiga variou entre 326,45 e 464,20, e encontraram massa de espigas sem palhas com valores que variaram entre 90,29 e 151,21 gramas, de acordo com o adubo verde antecessor e a adubação nitrogenada.

Albuquerque et al., (2013), avaliaramo milho híbrido DKB 333 B em função de culturas anteriores e doses de nitrogênio (N), no município de Rio Largo, AL, obtiveram valores de diâmetro de colmo que variaram de 18,77 a 19,73 mm e obtiveram valores médios de número

de fileiras de grãos por espiga que variaram de 14,19 a 14,60, de acordo com a cultura anterior e doses de nitrogênio.

Calonego et al., (2012), utilizando a cultivar de milho Impacto (NK) para avaliar o desempenho da cultura sob quatro doses de adubação nitrogenada em cobertura (0; 5; 10; 20 kg ha⁻¹ de N), aplicados via pulverização foliar, utilizando para isso duas fontes de N (uréia e sulfato de amônio), no município de Alvorada do Sul, PR, encontraram valores médios de altura de inserção de espiga variando de 106 a 111 cm, de acordo com a fonte de adubação.

Carmo et al., (2012), avaliaram os efeitos de diferentes fontes (Novatec, Uréia e Sulfato de Amônio) e doses de Nitrogênio (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹) no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho doce, no município de Palmeiras de Goiás, GO, obtiveram valores médios de comprimento de espiga que variaram entre 18,61 e 19,51 cm, de acordo com as doses de N. Encontraram também valores médios de número de grãos por espiga que variaram entre 477,6 a 531,15 grãos por espiga e valores médios de altura de inserção de espiga que variaram entre 106 e 114 cm, de acordo com as doses de N.

Oliveira et al., (2012), avaliaram o desempenho agrônomico do milho híbrido 30F35 de segunda safra, sob níveis de adubação com NPK, cultivado em Latossolo Vermelho eutrófico, sob adubação mineral e inoculação com rizobactérias, em condições de campo em Londrina, PR, obtiveram massa de espigas com palha variando entre 132,35 a 145,05 gramas, dependendo da adubação e inoculação.

Cavalcante et al., (2013), avaliaram sementes de milho híbrido triplo 2B655 e adubação de 480 kg ha⁻¹ de NPK na fórmula 05-25-15, acrescida de 0,5% de Zinco (Zn) no município de Chapadina-MA, e obtiveram valores de diâmetro de colmo de 28,30 mm.

Os diversos híbridos e variedades de milho requerem quantidades diferentes de Nitrogênio (N), de acordo com seu potencial produtivo, sendo que os híbridos são menos eficientes no uso do nitrogênio em altos níveis do suplemento nitrogenado. Além disso, a eficiência do uso de N diminui em relação ao aumento de doses aplicadas se o suprimento de N exceder as necessidades da cultura (FERNANDES et al., 2005).

2.4 ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS

A manipulação do arranjo espacial de plantas pela alteração no espaçamento e na densidade de plantas na linha tem sido apontada como uma das práticas de manejo mais importantes para maximizar a produtividade de grãos do milho, pela otimização do uso de

fatores de produção como água, luz e nutrientes (ARGENTA et al., 2001; DOURADO NETO et al., 2003; DEMÉTRIO et al., 2008).

A redução do espaçamento entre as linhas de semeadura possibilita otimizar a eficiência da interceptação da luz através do aumento da área foliar por unidade de área (índice foliar) ainda nos estádios fenológicos iniciais; reduzir a competição intraespecífica por luz, água e nutrientes; aumentar a qualidade de luz interceptada pelas plantas e finalmente, incrementar a produção de matéria seca e grãos. A redução da competição intraespecífica dá-se pela equidistância entre plantas, enquanto que a qualidade da luz é consequência da uniformidade da disposição de plantas (MOLIN, 2000).

A produtividade de grãos de uma cultura de milho se eleva com o aumento da densidade de plantio, até atingir uma densidade ótima, que é determinada pela cultivar e por condições externas resultantes de condições edafoclimáticas do local e do manejo da cultura. A partir da densidade ótima, quando a produtividade é máxima, um aumento na densidade resultará em decréscimo progressivo na produtividade da cultura. A densidade ótima é, portanto, variável para cada situação, sendo basicamente dependente dos fatores: cultivar, disponibilidade hídrica e nutricional. Quaisquer alterações nesses fatores, direta ou indiretamente, afetarão a densidade ótima de plantio (EMBRAPA, 2002).

A redução dos espaçamentos entre linhas também é benéfica do ponto de vista de conservação dos recursos naturais, pois promove melhor a cobertura do solo e de maneira mais rápida, reduzindo as perdas de água por evaporação (MUNDSTOCK, 1978), pelo escoamento superficial e de solo por erosão (SILVA et al., 2006).

Especificamente para o milho, sob densidade excessiva de plantas, condição em que a perda de produção individual é superior ao ganho com aumento de plantas por área, pode ocorrer defasagem entre os florescimentos masculino (pendoamento) e feminino (espigamento), resultando em menor polinização (RODRIGUES et al., 2009), consequentemente reduzindo o número de grãos por espiga.

A produtividade de grãos de uma comunidade pode ser incrementada ao se maximizar a sua eficiência fotossintética, o que pode ser obtido pela melhoria da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel (MARCHÃO et al., 2006). Como o milho apresenta baixa capacidade de expansão foliar, estandes reduzidos limitam a interceptação de radiação solar pela cultura e diminuem a sua produtividade (SANGOI et al., 2011). Dessa forma, o aproveitamento dos perfilhos pode ser uma estratégia para compensar espaços vazios e

incrementar o número de colmos por área, o índice de área foliar e a interceptação da radiação solar (SANGOI et al., 2009).

O crescente aumento do consumo mundial de milho tem levado a uma pressão cada vez maior para aumento da produção deste cereal. Contudo, a produtividade de grãos do milho é uma variável complexa e depende da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

Stacciariniet al., (2010), avaliaram a influência da variação de espaçamento entre linhas e densidade de plantio da cultura do milho em dois espaçamentos, 0,45 e 0,90 m, e três densidades populacionais, 60.000, 75.000 e 90.000 plantas por hectare, o híbrido utilizado foi o Pioneer 30K75, em Araporã, MG, obtiveram valores de comprimento de espiga CE variando entre 16,57 a 18,22 cm, em função dos espaçamentos entre linhas e das densidades populacionais.

Demétrio et al., (2008), trabalharam com híbridos de milho P30K73 e P30F80, submetidos a três espaçamentos entre linhas (0,40, 0,60 e 0,80 m) nas parcelas principais, e nas subparcelas, por quatro densidades populacionais (30.000, 50.000, 70.000 e 90.000 plantas por hectare), em Jaboticabal, SP, encontraram valores médios de diâmetro do colmo que variaram de 21,40 a 23,20 mm.

Bortoloto et al., (2009), avaliaram o desenvolvimento das cultivares de milho 30F80Y e 30K75Y YeldGard (milhoBt), e os híbridos convencionais 30F80 e 30K75, com população de 66.667 plantas ha⁻¹, e espaçamento entre linhas de 0,90 m, na cidade de Santa Tereza do Oeste, PR, e encontraram valores médios de número de fileiras de grãos por espiga que variaram de 13,1 a 3,8. Determinaram também valores médios de número de grãos por espiga que variaram de 463,00 a 481,00 em função da variedade de milho.

Estudos objetivando a determinação do melhor arranjo espacial de plantas, nessa cultura, têm sido discutidos com maior frequência, decorrente das variações morfológicas e genéticas apresentadas pelos híbridos e do surgimento de novos genótipos e técnicas de manejo para a cultura, utilizando-se híbridos com elevado potencial produtivo (ARGENTA et al., 2001; SANGOI et al., 2006).

Em termos genéricos, verifica-se que cultivares precoces (ciclo mais curto) exigem maior densidade de plantio em relação a materiais tardios (ciclo mais longo), para expressarem a máxima produtividade de grãos. Obviamente, quanto maior for a disponibilidade de umidade e de nutrientes, maior deverá ser a densidade de plantio, para se alcançar um rendimento máximo (EMBRAPA, 2002).

O aumento da densidade de plantio também afeta as características da planta, tais como: redução no número (índice de espigas) e tamanho da espiga por planta, que afetará diretamente a produção de milho verde comercial. Três espaçamentos: 80, 100 e 120 cm entre linhas, correspondendo, respectivamente, às densidades de semeadura de 41.667, 50.000 e 62.500 plantas ha^{-1} , foram testados por Ishimura et al. (1984), na produção de espigas de milho verde, em solo orgânico, no estado de São Paulo, onde verificaram que a redução do espaçamento entre linhas resultou no aumento da densidade de plantas, proporcionando aumento significativo do número de espigas colhidas e da produção, sem alterar o peso médio de espigas sem palha.

Paiva Júnior et al., (1998) compararam duas densidades de plantio e verificaram que, na densidade de 35 mil plantas ha^{-1} , houve maior diâmetro e comprimento de espigas comerciais, associado a uma redução no porte da planta. A maior produtividade, entretanto, foi verificada na densidade de 55 mil plantas ha^{-1} , porém não houve diferença entre as densidades para a porcentagem de espigas comerciais.

A redução do espaçamento entre linhas e o aumento na densidade populacional são uma realidade na cultura do milho no Brasil, devido ao surgimento de novas cultivares com características agronômicas desejáveis, como ciclo mais precoce, menor estatura de plantas e de altura de inserção de espiga, menor esterilidade de plantas, menor número de folhas e de angulação mais ereta, e conseqüentemente elevado potencial produtivo (CRUZ et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

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



Fonte: Google earth (2012).

Figura 1- Localização do experimento com auxílio de imagem de satélite.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é do tipoBSwh', isto é, 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% (CARMO FILHO e OLIVEIRA, 1995).

3.2 DELINEAMENTO E CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2, com 6 tratamentos e quatro repetições, totalizando vinte e quatro unidades experimentais, cada parcela com dimensões de 4 x 30 m, totalizando 120 m² e uma área total semeada de 2880 m².

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Descrição
O E1	Adubação orgânica no espaçamento de 80 cm entre linhas
O E2	Adubação orgânica no espaçamento de 50 cm entre linhas
OM E1	50% de adubação orgânica + 50% adubo químico no espaçamento de 80 cm entre linhas
OM E2	50% de adubação orgânica+ 50% adubo químico no espaçamento de 50 cm entre linhas
M E1	Adubação mineral no espaçamento de 80 cm entre linhas
M E2	Adubo mineral no espaçamento de 50 cm entre linhas

A Figura 2 mostra o croqui ilustrativo da área experimental com a disposição dos blocos e das vinte e quatrounidades experimentais.

BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	BLOCO IV
OM E1	OM E1	OM E1	OM E1
O E1	OM E2	O E1	O E1
M E2	O E1	O E2	OM E2
OM E2	M E2	OM E2	O E2
O E2	M E1	M E1	M E1
M E1	O E2	M E2	M E2

Figura 2 - Distribuição dos tratamentos por blocos na área experimental.

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA ÁREA

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico latossólico de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 1999). Na implantação do experimento foi realizada uma coleta do solo para caracterização do mesmo na camada de 0-20 cm (Tabela 2), cuja análise química seguiu a metodologia da EMBRAPA (1999).

Tabela 2. Características químicas do solo na camada de 0-20 cm, Mossoró-RN, 2012.

pH	N	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ²⁺	Mg ⁺²	Al ⁺³	SB	CTC	V	M.O.
(água)	g kg ⁻¹	-----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

No mês de junho de 2013, foram feitas as demarcações da área, localizando-se as parcelas, e o preparo do solo. No preparo do solo foi realizada uma escarificação na profundidade de 35 cm, seguido de gradagem niveladora.

Foi realizada uma calagem no solo da área experimental, com o objetivo de elevar o pH a uma faixa que seja adequada às exigências nutricionais do milho que é de 5,5 a 6,5. A quantidade de calcário aplicada foi calculada pelo método do cálcio e magnésio trocáveis, considerando um poder relativo de neutralização total do calcário de 80%, aplicando-se 2,5 t ha⁻¹ para o milho em sistema de cultivo irrigado.

Foi utilizado o calcário dolomítico, com 12% de Óxido de Magnésio (MgO), aplicado a lanço, 60 dias antes da semeadura, com auxílio de um implemento de distribuição de fertilizantes e incorporado a uma profundidade de 10 cm, com o auxílio de uma grade niveladora de discos. Foi realizada a irrigação da área para movimentação do produto junto às partículas minerais do solo.

3.4 VARIEDADE DE MILHO UTILIZADA

A área total foi cultivada com a variedade de milho Potiguar que é de polinização aberta, resultante do Programa de Melhoramento Genético da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Foi introduzida no Rio Grande do Norte em 1994, proveniente de uma população de milho pertencente ao Programa de Melhoramento Genético do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Espírito Santo (Incaper).

Possui ciclo precoce e vem demonstrando boa adaptabilidade e estabilidade de produção, bom empalhamento de espiga sendo tolerante às principais doenças. Essa cultivar apresenta porte médio, que confere maior resistência ao acamamento e tombamento. Por apresentar espigas com padrão comercial para o consumo in natura (milho verde), é indicada também para essa finalidade.

3.5 ESPAÇAMENTOS E ADUBAÇÕES

A semeadura foi realizada em dois espaçamentos entre linhas: 80cm (E1) e 50cm (E2), correspondente a um dos fatores avaliados no experimento.

Foram realizados três tipos de adubação: Adubação orgânica (O), adubação organomineral (OM) e adubação mineral (M).

A adubação orgânica (O) foi realizada conforme recomendação mínima da EMPARN (2010), que corresponde a 10.000,0 kg ha⁻¹ de esterco bovino curtido por hectare. O material foi coletado no setor de bovinocultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química observada no esterco bovino curtido, Mossoró-RN, 2012.

pH	N	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTC	V	M.O.
(água)	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----					-----cmol _c dm ⁻³ -----				%	g kg ⁻¹
7,78	10,22	806,7	5178,5	1887,4	0,83	9,6	8,3	0,44	39,95	39,35	100	34,68

A adubação organomineral (OM) foi composta pela aplicação de 50% da recomendação da quantidade de esterco bovino na adubação orgânica (O), o que corresponde a 5 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido por hectare, e 50% da recomendação da adubação mineral.

A adubação mineral (M) foi realizada com base nos parâmetros observados na análise de solo e da recomendação para a cultura do milho na região em função de uma máxima produtividade esperada.

Foram aplicados 15 Kg ha⁻¹ de Nitrogênio na adubação de fundação e 60 kg ha⁻¹ na adubação de cobertura. O adubo mineral utilizado foi a uréia, que apresenta em sua constituição 50% de Nitrogênio. Em relação ao Fósforo, foram aplicados 80 kg ha⁻¹ na adubação de fundação, utilizando o Fosfato Monoamônico (MAP) de fórmula 11-52-0, constituído de 52% de P₂O₅. A adubação potássica foi feita na adubação de fundação aplicando-se 50 kg ha⁻¹ de KCl granulado como fonte, de fórmula 00-00-60, constituído por 60% de K₂O.

3.6 IRRIGAÇÃO

A área foi irrigada com um sistema de irrigação 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. O sistema constade uma linha principal de tubos de PVC, com 75 mm e 9 linhas secundárias, com tubos de PVC de 32 mm, distanciadas 12 m entre si, Em cada linha foram dispostos 8 aspersores, da marca Agropolo NY 25, com cor dos bicos amarela e cinza, instalados a 1,80 de altura com tubos de 25 mm de diâmetro, espaçados entre si de 12 m. A vazão dos aspersores é de 591 L h⁻¹ com 25 mca de pressão de trabalho e altura do jato de 2,20 m. Com os dados meteorológicos da estação instalada próximo ao experimento determinou-se a lâmina de água necessária para cada fase da cultura.

3.7 PARÂMETROS BIOMÉTRICOS DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE

3.7.1 Índice de velocidade de emergência

O índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) foi avaliado, logo após a semeadura, em um comprimento de 10 metros em cada uma das duas linhas centrais de semeadura, desconsiderando as duas linhas externas de cada parcela.

A contagem das plântulas foi realizada duas vezes ao dia, sendo uma vez pela manhã e outra pela tarde, até que o número de plântulas emergidas torna-se constante. Cada planta foi considerada emergida, a partir do instante em que a mesma rompeu o solo e foi observada a olho nu de um ângulo qualquer. A partir dessas contagens, se expressou o IVE, utilizando-se a equação seguinte, adaptada de (MAGUIRE, 1962).

$$IVE = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} \dots + \frac{G_n}{N_n} \quad (1)$$

Em que:

IVE = Índice de Velocidade de Emergência.

G₁, G₂ e G_n = Número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N₁, N₂ e N_n = Número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

3.7.2 População inicial de plantas

A população inicial foi determinada com base na soma das contagens de todas as plantas emergidas em todas as unidades experimentais, extrapolando-a para plantas por hectare.

3.7.3 Diâmetro do colmo

O diâmetro do colmo foi determinado com auxílio de paquímetro, tomando como referência para medição o primeiro internódio da planta (RODRIGUES et al., 2012).



Figura 3 - Medição do diâmetro do colmo.

3.7.4 Altura de inserção de espiga

A altura de inserção de espiga foi determinada com a utilização de trena flexível milimetrada, fixada em uma haste de madeira, medindo-se a distância do solo ao pedúnculo da espiga, como mostrado na Figura 3.



Figura 4 - Detalhe da medição da Altura de Inserção de Espiga.

3.7.5 População final de plantas

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.

3.7.6 Comprimento de Espiga

O comprimento das espigas foi determinado com o auxílio de uma régua graduada, em centímetros.

3.7.7 Diâmetro de espiga

O diâmetro de espiga foi medido tomando-se como referência a porção central das espigas e foi determinado com o auxílio de paquímetro digital.

3.7.8 Número de fileiras de grãos por espiga

Após contagem na região central da espiga foi determinado o número de fileiras por espiga em unidade (RODRIGUES et al., 2012).

3.7.9 Número de grãos por espiga

Após contagem de fileiras de grãos foi determinado o número de grãos por espiga debulhando as mesmas, contando-se de forma manual o número de grãos de uma fileira e multiplicando pelo número de fileiras de grãos por espigas de milho.

3.7.10 Massa de grãos por espiga

Após debulhada a espiga, os grãos foram pesados com auxílio de balança de precisão. Após a determinação da massa úmida a amostra foi levada para estufa. A umidade dos grãos foi corrigida para 13% (RODRIGUES et al., 2012).

3.7.11 Massa de espiga com e sem palha

A massa de espiga com palha foi obtida após pesagem das mesmas, em número de dez espigas, colhidas aleatoriamente na área útil da parcela. Já para a massa de espiga sem palha foi realizado o mesmo procedimento, retirando-se inicialmente as palhas.(GRIGULO et al., 2011).

3.7.12. Massa de 1000 grãos

A massa de 1000 grãos, em gramas, foi determinada após a contagem manual dos grãos e os mesmos serem levados à balança de precisão. Após a determinação da massa úmida a

amostra foi levada para estufa. A umidade dos grãos foi corrigida para 13% (RODRIGUES et al., 2012).

3.7.13 Produtividade

Para determinar a produtividade foi realizada a colheita das espigas da área útil de cada parcela, 20 metros centrais ao longo de cada uma das duas linhas centrais, de forma manual, onde as espigas foram depositadas em sacos plásticos devidamente catalogados e encaminhadas para debulha mecânica, retirando-se as impurezas provenientes da colheita e deixando assim os grãos limpos para posteriores pesagens e determinação da massa de grãos. A massa de grãos foi corrigida para 13 % de umidade e os dados extrapolados para quilograma por hectare (HANISCH et al., 2012).

3.8 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS UTILIZADOS

3.8.1 Trator

Nas operações de preparo do solo, semeadura e calagem foi utilizado um trator da marca Massey Ferguson, modelo MF2924 x 2 com tração dianteira auxiliar, potência de 77,3 kW (105 cv), com rotação máxima de 2200 rpm, e massa com lastro máximo de 6720 kgf a qual foi utilizada durante o experimento.

3.8.2 Semeadora-adubadora

No experimento foi utilizada uma semeadora-adubadora de precisão, marca Marchesan, modelo T²SI composta de quatro linhas de mecanismos sulcadores para sementes e fertilizante do tipo discos duplos, recobridores fixos, rodas compactadoras de ferro, caixas para fertilizante individuais com capacidade de 50 kg cada e caixas de sementes com capacidade de 34 litros cada, com chassi de 2.800,0 mm, peso de 656,0 Kg e potência

requerida de 60 CV operando a uma velocidade média de aproximadamente 5,0 km h⁻¹, ajustada a 80 cm e 50 cm entre linhas.

3.8.3 Distribuidor de calcário

Devido ao baixo pH do solo, foi realizada uma calagem na área experimental, com o objetivo de elevá-lo a uma faixa que seja adequada às exigências nutricionais do milho que é de 5,5 a 6,5. A quantidade de calcário aplicada foi calculada pelo método do cálcio e magnésio trocáveis, considerando um poder relativo de neutralização total do calcário de 80%, onde foram aplicados 2500,0 kg ha⁻¹ para o milho em sistema de cultivo irrigado.

Foi utilizado o calcário dolomítico com 12% de MgO aplicado a lanço 60 dias antes da semeadura, com auxílio de um implemento de distribuição de fertilizantes, e incorporado a uma profundidade de 10 cm, e de uma grade niveladora de discos. Foi feita a irrigação da área para incorporação completa do produto com as partículas minerais do solo.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste “F” a 5% de probabilidade. Para os casos em que o teste de F foi significativo, foi realizado o teste de comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Para as interações que apresentaram valor de F significativo procedeu-se o desdobramento. Nas análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE)

De acordo com a síntese da análise de variância, Tabela 4, verifica-se que para esta variável ocorreu interação estatística significativa entre os fatores adubação e espaçamento. A Tabela 5 apresenta o desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento.

Analisando-se o desdobramento do fator espaçamento dentro de cada adubação, constata-se que para o espaçamento de 80 cm entre linhas não houve diferença significativa das médias nos diferentes tipos de adubações. Já para o espaçamento de 50 cm entre linhas houve diferença significativa entre as médias de acordo com o tipo de adubação, destacando-se a adubação organomineral com o maior valor médio do IVE de 9,59.

Tabela 4. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável Índice de velocidade de emergência (IVE).

Fatores	IVE
Adubações (A)	
Orgânica (1)	8,60a
Organomineral (2)	9,61a
Mineral (3)	8,36a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	10,71a
E2 (50 cm)	6,99b
Teste F	
Adubações	1,02 ^{ns}
Espaçamentos	24,30 ^{**}
A x E	6,11 [*]
Média Geral	8,85
CV (%)	20,88

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

Analisando-se o comportamento das adubações em cada espaçamento, verifica-se que para a adubação organomineral, os valores de IVE não diferiram entre si quando comparado os espaçamentos avaliados. Já para as adubações, orgânica e mineral, as médias diferiram entre si de acordo com o espaçamento, sendo o espaçamento de 80 cm entre linhas o que proporcionou maiores valores com ambos os tipos de adubações. Portanto, na adubação orgânica e mineral os maiores valores foram obtidos com o espaçamento de 80 cm, resultando em valores de 11,62 e 10,90, respectivamente.

Corroborando com estes resultados, Cancellier et al., (2010) afirmam que estes resultados podem ser explicados pelas melhores condições de estrutura e aeração do solo, como também, pelo fornecimento de nutrientes proporcionados pela matéria orgânica e melhor disponibilidade hídrica para a planta.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável índice de velocidade de emergência (IVE).

Adubações	Índice de Velocidade de Emergência	
	E1 (80 cm)	E2 (50 cm)
Orgânica (1)	11,62Aa	5,58Bb
Organomineral (2)	9,62Aa	9,59Aa
Mineral (3)	10,90Aa	5,81Bb

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

4.2 POPULAÇÃO DE PLANTAS

4.2.1 População Inicial

Os valores de população inicial de plantas para as adubações e espaçamentos do milho são apresentados na Tabela 6. A população inicial de plantas não apresentou diferença significativa nas adubações e nos espaçamentos avaliados, apresentando média de 52.703 plantas por hectare. Os resultados encontrados divergem de Bertolini et al., (2008) que obtiveram diferenças significativas de população inicial de três cultivares de milho avaliadas

mediante adubação em pré-semeadura, comparada à adubação na semeadura, nos sistemas plantio direto e preparo reduzido do solo.

Tabela 6. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável população inicial (PI).

Fatores	PI (plantas ha ⁻¹)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	52.813a
Organomineral (2)	51.531a
Mineral (3)	53.766a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	50.156a
E2 (50 cm)	55.250a
Teste F	
Adubações	0,19 ^{ns}
Espaçamentos	2,30 ^{ns}
A x E	2,84 ^{ns}
Média Geral(plantas ha ⁻¹)	52.703
CV (%)	13,67

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

4.2.2 População Final

De acordo com a síntese de análise da variância e teste de médias para a população final de plantas apresentados na Tabela 7, constatam-se efeitos não significativos para as adubações, bem como para a interação entre as adubações e os espaçamentos avaliados. Já os espaçamentos influenciaram significativamente a população final de plantas por hectare.

Resultados distintos foram encontrados por Moreira et al., (2002), que observou efeitos significativos da adubação orgânica, a base de esterco bovino, na população final de plantas de milho, independente da densidade e do tamanho das sementes. Observou-se uma diminuição média do estande final de plantas em relação à população inicial de plantas por hectare de 47,84% da variedade de milho avaliada.

O espaçamento de 50 cm entre linhas proporcionou um maior número de plantas no final do ciclo do experimento (31.167 plantas ha⁻¹). Esses resultados corroboram com os

verificados por Takasu et al., (2012), os quais constataram que o híbrido DKB 390 YG apresentou melhores resultados quando semeado no espaçamento de 45 cm entrelinhas, comparado com 90 cm. Sangoi et al., (2011) afirmaram que a redução do espaçamento nas entrelinhas aumenta a interceptação da radiação solar no início do ciclo, favorecendo assim o desenvolvimento e sobrevivência das plantas.

Tabela 7. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável população final (PF).

Fatores	PF (plantas ha ⁻¹)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	22.570a
Organomineral (2)	27.781a
Mineral (3)	30.227a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	22.552b
E2 (50 cm)	31.167a
Teste F	
Adubações	1,88 ^{ns}
Espaçamentos	6,85 ^{**}
A x E	1,41 ^{ns}
Média Geral(plantas ha ⁻¹)	26.859
CV (%)	30,01

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

4.3 DIÂMETRO DE COLMO

Para o diâmetro do colmo (DC) não houve interação significativa entre os fatores avaliados.

Concordando com resultados verificados por Demétrio et al., (2008), os quais constataram que a redução do espaçamento entre linhas, de 0,80 m para 0,40 m, não afetou o diâmetro do colmo das plantas de milho.

Discordando de Ciancio, (2010) que acredita que os nutrientes presentes nos adubos minerais exercem importante papel no crescimento e desenvolvimento das culturas, participando de inúmeros processos metabólicos. Albuquerque et al., (2013), encontraram

diferenças estatísticas e obtiveram um aumento no diâmetro do colmo de plantas de milho em função da adubação nitrogenada.

Pesquisando o efeito da adubação orgânica e mineral na produtividade do milho e nas características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo Gomes et al., (2005) constataram que a adubação mineral promoveu aumento nos componentes de produção do milho, dentre eles, o diâmetro do colmo.

Tabela 8. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável diâmetro do colmo (DC).

Fatores	DC (mm)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	23,33ab
Organomineral (2)	22,54b
Mineral (3)	23,90a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	23,08a
E2 (50 cm)	23,43a
Teste F	
Adubações	3,12*
Espaçamentos	0,64 ^{ns}
A x E	2,89 ^{ns}
Média Geral (mm)	23,25
CV (%)	29,61

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

4.4 ALTURA DE INSERÇÃO DE ESPIGA

A interação entre os fatores avaliados não foi significativa para a variável altura de inserção de espigas.

Calonego et al.,(2012), obtiveram com o experimento significância estatística e com isso um aumento da altura de inserção de espigas em função da fonte de adubação. Corroborando com os resultados de Carmo et al., (2012), que encontraram diferença estatística na altura de inserção de espigas de acordo com doses e fontes de N.

Resultados que divergem de Guarnieri, (2006), que verificou que o aumento do espaçamento de 40 cm para 80 cm provocou uma redução linear de 15 cm na altura de inserção das espigas e Lopes et al., (2012) que também constataram uma redução na altura de inserção de espigas do híbrido AG1051 quando aumentou o espaçamento de 50 cm para 75 cm e 100 cm.

Tabela 9. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável altura de inserção de espiga (AIE).

Fatores	AIE (cm)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	95,30a
Organomineral (2)	93,30ab
Mineral (3)	92,47b
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	93,72a
E2 (50 cm)	93,66a
Teste F	
Adubações	2,99*
Espaçamentos	0,00 ^{ns}
A x E	0,57 ^{ns}
Média Geral (cm)	93,69
CV (%)	16,04

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

4.5 COMPRIMENTO DE ESPIGA

Para o comprimento de espiga (CE) não foram verificadas diferenças significativas nos fatores avaliados.

Carmo et al.,(2012), encontraram diferença estatística para a variável comprimento de espiga de acordo com doses e fontes de N. Corroborando com os resultados de Stacciarini et al., (2010), e Mata et al.,(2010).

Tabela 10. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável comprimento de espiga (CE).

Fatores	CE (cm)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	15,04a
Organomineral (2)	14,85a
Mineral (3)	15,54a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	15,28a
E2 (50 cm)	15,01a
Teste F	
Adubações	2,69 ^{ns}
Espaçamentos	1,13 ^{ns}
A x E	1,86 ^{ns}
Média Geral (cm)	15,14
CV (%)	12,81

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo ($P < 0,01$); *: significativo ($P < 0,05$); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

4.6 DIÂMETRO DE ESPIGA (DE)

De acordo com a síntese da análise de variância, Tabela 11, verifica-se que para esta variável ocorreu interação estatística significativa entre os fatores adubação e espaçamento. A Tabela 12 apresenta o desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento.

Analisando-se o desdobramento do fator espaçamento dentro de cada adubação, constata-se que para o espaçamento de 80 cm entre linhas houve diferença significativa das médias nos diferentes tipos de adubações com maior diâmetro de espiga (DE) de 45,30 mm utilizando a adubação mineral. Já para o espaçamento de 50 cm entre linhas não houve diferença significativa entre as médias de acordo com o tipo de adubação.

Analisando-se o comportamento das adubações em cada espaçamento, verifica-se que para as adubações, orgânica e organomineral, os valores de DE não diferiram entre si quando comparado os espaçamentos avaliados. Já para a adubação mineral, as médias diferiram entre si de acordo com o espaçamento, sendo o espaçamento de 80 cm entre linhas o que proporcionou maiores valores com a adubação mineral. Portanto, na adubação mineral o maior valor foi obtido com o espaçamento de 80 cm, resultando em valor de 45,30 mm.

Tabela 11. Síntese da análise de variância e teste de médias para a variável diâmetro de espiga (DE).

Fatores	DE (cm)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	42,43ab
Organomineral (2)	41,20b
Mineral (3)	43,22a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	42,91a
E2 (50 cm)	41,66b
Teste F	
Adubações	6,57*
Espaçamentos	7,50**
A x E	10,49**
Média Geral (cm)	42,28
CV (%)	8,39

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo ($P < 0,01$); *: significativo ($P < 0,05$); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

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. Afirmando ainda que a distribuição equidistante entre plantas 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.

Mata et al.,(2010), obtiveram valor médio inferior (15,96 mm) de DE para 0 t ha⁻¹ de esterco bovino aplicado e valores médios superiores quando se fez uso de adubação orgânica (10, 20, 30, 40, 50 e 60 t ha⁻¹) e mineral variando entre 45,55 e 47,94 mm de DE, de acordo com a adubação. Santos et al.,(2010), que obtiveram resultados inferiores para valores médios de DE quando não utilizado adubação verde e sem aplicação de nitrogênio em cobertura, valores de 44,00 e 44,70 mm, respectivamente. Já quando se utilizaram adubos verdes antecessores e adubação nitrogenada em cobertura os resultados foram iguais ou superiores variando entre 45,30 e 47,80 mm de DE.

Tabela 12. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável diâmetro de espiga.

Adubações	DE (mm)	
	E1	E2
Orgânica	42,15Ba	42,72Aa
Organomineral	41,27Ba	41,13Aa
Mineral	45,30Aa	41,12Ab

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

4.7 NÚMERO DE FILEIRAS DE GRÃOS POR ESPIGA

O número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), não foi influenciado significativamente pelos fatores avaliados resultando em valor médio de 13,91 fileiras.

Albuquerque et al.,(2013), obtiveram valores médios superiores de NFGE que variaram de 14,19 a 14,60, de acordo com a cultura anterior e doses de nitrogênio. Corroborando com resultados encontrados por Vilela et al.,(2012), que verificaram valores médios superiores de NFGE que variaram entre 14,6 a 16,7, de acordo com os híbridos de milho utilizados.

Tabela 13. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável número de fileiras de grãos por espiga (NFGE).

Fatores	NFGE (unid.)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	13,70a
Organomineral (2)	14,42a
Mineral (3)	13,62a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	14,38a
E2 (50 cm)	13,45a
Teste F	
Adubações	0,76 ^{ns}
Espaçamentos	2,55 ^{ns}
A x E	1,71 ^{ns}
Média Geral (unid.)	13,91
CV (%)	32,50

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

Já Mata et al.,(2010), obtiveram valores médios inferiores (13,66) de NFG para 0 t ha^{-1} de esterco bovino aplicado e superiores quando se fez uso de adubação orgânica e mineral variando entre 14,03 e 15,96, de acordo com a adubação.

Diferentemente, Bortoloto et al., (2009), encontraram valores médios inferiores de NFG que variaram de 13,1 a 13,8 em função da variedade de milho.

4.8 NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA (NGE)

A interação entre os fatores de variação, adubações e espaçamentos alterou de forma significativa a variável número de grãos por espiga (NGE).

Observa-se na tabela 15 de desdobramento entre os fatores que quando utilizado o espaçamento E2 (50 cm) com a adubação orgânica, obteve-se maior NGE de 446,25 grãos.

Analisando-se o comportamento das adubações em cada espaçamento, verifica-se que para a adubação orgânica, os valores de NGE não diferiram entre si quando comparado os espaçamentos avaliados. Já para as adubações, organomineral e mineral, as médias diferiram entre si de acordo com o espaçamento, sendo o espaçamento de 80 cm entre linhas o que proporcionou maiores valores com as adubações, organomineral e mineral. Portanto, nas adubações, organomineral e mineral os maiores valores foram obtidos com o espaçamento de 80 cm, resultando em valores de 452,25 e 458,95 grãos por espiga, respectivamente.

Santos et al.,(2010), encontraram resultados superiores para valores médios de NGE com o adubo verde antecessor denominado feijão-de-porco igual a 506,91 grãos por espiga. Já para os demais adubos verdes o resultado encontrado de NGE foi inferior, variando entre 326,45 e 464,20, de acordo com o adubo.

Debiasi et al.,(2010), encontraram resultados de valor médio inferior igual a 270,00 grãos por espiga. Carmo et al.,(2012), encontraram valores médios superiores de NGE que variaram entre 477,6 a 531,15 grãos por espiga, de acordo com as doses de N. Assim como Bortoloto e Silva(2009), que encontraram valores médios superiores de NGE que variaram de 463,00 a 481,00 em função da variedade de milho.

Tabela 14. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável número de grãos por espiga (NGE).

Fatores	NGE (unid)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	439,22a
Organomineral (2)	423,05a
Mineral (3)	437,40a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	447,80a
E2 (50 cm)	418,65b
Teste F	
Adubações	0,92 ^{ns}
Espaçamentos	7,54 ^{**}
A x E	4,31 [*]
Média Geral (unid.)	433,22
CV (%)	18,98

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

Tabela 15. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável número de grãos por espiga.

Adubações	NGE (und.)	
	E1	E2
Orgânica	432,20Aa	446,25Aa
Organomineral	452,25Aa	393,85Bb
Mineral	458,95Aa	415,85ABb

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

4.9 MASSA DE GRÃOS POR ESPIGAS (MGE)

De acordo com a síntese da análise de variância, Tabela 16, verifica-se que para esta variável ocorreu interação estatística significativa entre os fatores adubação e espaçamento. A Tabela 17 apresenta o desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento.

Analisando-se o desdobramento do fator espaçamento dentro de cada adubação, constata-se que para o espaçamento de 80 cm entre linhas houve diferença significativa das médias nos diferentes tipos de adubações com maior massa de grãos por espiga (MGE) de 128,26 gramas utilizando a adubação mineral. Já para o espaçamento de 50 cm entre linhas não houve diferença significativa entre as médias de acordo com o tipo de adubação.

Analisando-se o comportamento das adubações em cada espaçamento, verifica-se que para as adubações, orgânica e organomineral, os valores de MGE não diferiram entre si quando comparado os espaçamentos avaliados. Já para a adubação mineral, as médias diferiram entre si de acordo com o espaçamento, sendo o espaçamento de 80 cm entre linhas o que proporcionou maiores valores com a adubação mineral. Portanto, na adubação mineral o maior valor foi obtido com o espaçamento de 80 cm, resultando em valor de 128,26 gramas por espiga.

Santos et al., (2012), obtiveram uma massa média de grãos por espiga inferior de 112,87 g para os híbridos GNZ2728 e AG 1051, 111,04 g para BR 2020 e 103,86 g para a cultivar BRS Caatingueiro. Como também para a variedade BR 5037 Cruzeta (78,61 g), BR 5011 Sertanejo (83,74 g) e AL Bandeirantes (89,47 g).

Tabela 16. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável massa de grãos por espigas (MGE).

Fatores	MGE (g)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	97,94ab
Organomineral (2)	90,89b
Mineral (3)	108,74a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	107,94a
E2 (50 cm)	90,44b
Teste F	
Adubações	7,39**
Espaçamentos	21,00**
A x E	7,97**
Média Geral (g)	99,19
CV (%)	29,82

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

Santos et al., (2009b), encontraram valores de 124,57 e 106,98 g em duas localidades, onde o menor peso de grãos por espiga foi registrado com a cultivar BRS Caatingueiro. Santos et al., (2009a) conseguiram uma média de espiga de 115,82 g com a cultivar BRS Caatingueiro. Em outra pesquisa, Santos et al., (2011), verificaram que o híbrido BRS 2020 (188,45 g) superou estatisticamente a variedade - Jabatão (103,27 g) e não diferiu dos outros genótipos de milho, com média geral de 143,30 g, valores superiores ao do presente experimento.

Estes resultados também são inferiores ao valor médio de 189,84 obtidos por Deparis et al., (2007). Mesmo os resultados deste estudo mostrando maiores massa de grãos no maior espaçamento, segundo a EMBRAPA (2008) os espaçamentos mais estreitos promovem algumas vantagens potenciais, entre elas podem ser citadas o aumento do rendimento de grãos, em função de uma distribuição mais equidistante de plantas na área, aumentando a eficiência de utilização de luz solar, água e nutrientes e melhor controle de plantas.

Tais resultados diferem dos encontrados Stacciarini et al., (2010) que utilizando o híbrido Pioneer 30K75 concluíram que a redução de espaçamento entre linhas de cultivo (90 para 45 cm) resultou em maior produtividade do híbrido 30K75, sem alterar suas características agrônomicas, altura de inserção de espiga, peso de 1000 grãos, massa de grãos por espiga, número de grãos por fileira e porcentagem de espiga.

Segundo Argenta et al., (2001), o incremento do rendimento dos grãos com a redução do espaçamento entre as linhas é atribuído à maior eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição entre as plantas na linha por luz, água e nutrientes, devido a sua distribuição mais equidistante das plantas. Outros fatores também podem ser citados como o tipo de híbrido, população de plantas, as características climáticas da região e o nível de fertilidade do solo (SANGOI et al., 2002).

Tabela 17. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para a variável massa de grãos por espiga (MGE).

Adubações	MGE (g)	
	E1	E2
Orgânica	101,93Ba	93,95Aa
Organomineral	93,64Ba	88,14Aa
Mineral	128,26Aa	89,23Ab

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

4.10 MASSAS DE ESPIGAS COM E SEM PALHA

De acordo com a síntese da análise de variância, Tabela 18, verifica-se que para estas variáveis ocorreu interação estatística significativa entre os fatores adubação e espaçamento. A Tabela 19 apresenta o desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento.

Analisando-se o desdobramento do fator espaçamento dentro de cada adubação, constata-se que para o espaçamento de 80 cm entre linhas houve diferença significativa das médias nos diferentes tipos de adubações com maior massa de espiga com palha (MECP) e massa de espiga sem palha (MESP) de 190,10 e 162,75 gramas, respectivamente, utilizando a adubação mineral. Já para o espaçamento de 50 cm entre linhas não houve diferença significativa entre as médias de acordo com o tipo de adubação.

Oposto ao que ocorreu neste trabalho, alguns autores constataram que o aumento do espaçamento provocou menor massa de espigas com palha e sem palhas, resultando em menor produtividade de grãos (DEMÉTRIO, 2008; AMARAL FILHO et al., 2005)

Tabela 18. Síntese da análise de variância e teste de médias para as variáveis massa de espigas com palha (MECP) e massa de espigas sem palhas (MESP).

Fatores	MECP (g)	MESP (g)
Adubações (A)		
Orgânica (1)	147,12ab	124,99ab
Organomineral (2)	137,91b	118,18b
Mineral (3)	161,46a	138,09a
Espaçamentos (E)		
E1 (80 cm)	161,29a	137,88a
E2 (50 cm)	136,37b	116,29b
Teste F		
Adubações	7,07**	6,61**
Espaçamentos	23,38**	22,58**
A x E	9,89**	9,32**
Média Geral (g)	148,83	127,08
CV (%)	26,82	27,69

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

Analisando-se o comportamento das adubações em cada espaçamento, verifica-se que para as adubações, orgânica e organomineral, os valores de MECP e MESP não diferiram entre si quando comparado os espaçamentos avaliados. Já para a adubação mineral, as médias diferiram entre si de acordo com o espaçamento, sendo o espaçamento de 80 cm entre linhas o que proporcionou maiores valores com a adubação mineral. Portanto, na adubação mineral os maiores valores foram obtidos com o espaçamento de 80 cm, resultando em valores de 190,10 e 162,75 gramas, respectivamente.

Esses resultados são superiores aos verificados por Oliveira et al., (2012). Também superam os resultados médios encontrados por Santos et al., (2010). Entretanto apresentaram-se inferiores aos encontrados por Souza et al., (2013), que verificaram uma massa média de espigas empalhadas de 200,46 g, trabalhando com o híbrido do milho doce Tropical Plus.

Resultados superiores de espigas com palha e espigas sem palhas também foram verificados por Lemos et al., (2002), avaliados em dez linhagens de milho no estado de Pernambuco.

Tabela 19. Desdobramento da interação entre os fatores adubação e espaçamento para as variáveis massa de espigas com palha (MECP) e massa de espigas sem palhas (MESP).

Adubações	MECP (g)		MESP(g)	
	E1	E2	E1	E2
Orgânica	150,63Ba	143,62Aa	129,32Ba	120,66Aa
Organomineral	143,15Ba	132,67Aa	121,57Ba	114,78Aa
Mineral	190,10Aa	132,82Ab	162,75Aa	113,42Ab

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

4.11 MASSA DE 1000 GRÃOS

A massa de 1000 grãos, (M1000G) não foi influenciada significativamente pelos fatores avaliados resultando em valor médio de 130,06 gramas por 1000 grãos de milho.

De acordo com diferentes espaçamentos, Demétrio et al., (2008) obtiveram valores médios superiores que variaram de 313,0 a 324,0 gramas por 1000 grãos, e também não apresentou diferença significativa.

Debiasiet al.,(2010), obtiveram resultados de valores médios superiores de 304 gramas de massa de 1000 grãos, porém não apresentou diferenças significativas entre as médias em função da cultura antecessora.

Tabela 20. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável massa de 1000 grãos (M1000G).

Fatores	M1000G (g)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	126,98a
Organomineral (2)	131,51a
Mineral (3)	131,70a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	130,99a
E2 (50 cm)	129,14a
Teste F	
Adubações	0,58 ^{ns}
Espaçamentos	0,21 ^{ns}
A x E	0,86 ^{ns}
Média Geral (g)	130,06
CV (%)	7,59

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S.: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

4.12 PRODUTIVIDADE (P)

A produtividade (P) não foi influenciada pelos fatores avaliados, observando-se valor médio de 1492,13 kg ha⁻¹.

A produtividade, conseqüentemente, seguiu a tendência de não diferir estatisticamente de variáveis que, por sua vez, são diretamente relacionadas com a mesma, que são a massa de 1000 grãos, o número de fileiras de grãos por espigas e o comprimento de espigas.

Entretanto, uma variável que tem grande relação com a produtividade, o número de grãos por espiga, alterou-se com significância em função dos fatores avaliados, onde se utilizando da adubação orgânica com o espaçamento de 50 cm entre linhas houve o incremento do número de grãos por espiga.

Paulaet al., (2013), obtiveram resultados de produtividade superiores, quando cultivado o milho em monocultura, com produtividade de 4.132,8 kg ha⁻¹. Corroborando com Calonego et al., (2012), que encontraram valores médios superiores de produtividade variando de 7.109 a 7.750 kg ha⁻¹, de acordo com a fonte de adubação.

Esses resultados diferem dos de Demétrio et al.,(2008) que trabalharam com diferentes espaçamentos entre linhas dos quais o uso do menor espaçamento (40 cm) obteve a maior produtividade que conseqüentemente foi superior com valor de 11.512,0 kg ha⁻¹. Concordando com Stacciarini et al.,(2010), que determinaram valores superiores de produtividade variando entre 9.665,8 a 13.334,4 kg ha⁻¹, em função dos espaçamentos entre linhas e das densidades populacionais.

Tabela 21. Síntese da análise da variância e teste de médias para a variável produtividade (P).

Fatores	P (kg ha ⁻¹)
Adubações (A)	
Orgânica (1)	1.578,56a
Organomineral (2)	1.456,32a
Mineral (3)	1.441,52a
Espaçamentos (E)	
E1 (80 cm)	1.473,45a
E2 (50 cm)	1.510,81a
Teste F	
Adubações	1,54 ^{ns}
Espaçamentos	0,28 ^{ns}
A x E	0,88 ^{ns}
Média Geral(kg ha ⁻¹)	1.492,13
CV (%)	11,47

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); N.S: não significativo; C.V.: coeficiente de variação.

5 CONCLUSÕES

Os parâmetros biométricos de produção: comprimento de espiga, número de fileiras de grãos por espiga e massa de 1000 grãos não foram influenciados significativamente pelos fatores adubações e espaçamentos.

A adubação mineral associada ao espaçamento de 80 cm entre linhas proporcionou maiores resultados nos componentes biométricos de produção diâmetro de espigas, massa de espiga com palha e sem palha e massa de grãos por espiga.

Os fatores avaliados, adubações e espaçamentos, não afetaram de forma significativa a produtividade de grãos da variedade de milho Potiguar.

6 LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.7, p.721-726, 2013.

ALENCAR, F. H. H. *et al.* Crescimento inicial de plantas de sábia em latossolo degradado do cariri cearense sob efeito de esterco e fertilizantes químicos. **Revista Verde**, v.3, n.3, p. 01-05, 2008.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Jaboticabal, v.29, p. 467-473, 2005.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.33, n.1, p.71-78, jan/2001.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO C. A.; SALATAA. C.; PIFFEC. R.; Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Jaboticabal, v.32, p.2355-2366, 2008.

BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P.; BARROZO, L. M.; CAVICHIOLI, F. A.; CASSIA, M. T. Perdas e desempenho de sementes de milho em dois sistemas de preparo do solo e velocidades de deslocamento da colhedora. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Brasília, v.11, n.3, p.243-253, 2012.

BORTOLOTO, V.; SILVA, T. R. B. Avaliação do desenvolvimento de milho convencional e milho Bt. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.3, p.89-95, 2009.

CALONEGO, J. C.; PALMA, H. N.; FOLONI, J. S. S. Adubação nitrogenada foliar com sulfato de amônio e uréia na cultura do milho. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p.34-44, 2012.

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, 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, n.5, p. 25-32, 2010.

CARMO FILHO F.; OLIVEIRA O. F. Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (**Coleção Mossoroense, Série B**) 62p. 1995.

CARMO, M. S.; CRUZ, S. C. S.; SOUZA, E. J.; CAMPOS, L. F. C.; MACHADO, C. G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce

(*zeamaysconvar. saccharatavar. rugosa*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.223-231, 2012.

CARVALHO, M. A. C. DE; SORATTO, R. P.; ATHYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. DE. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.1, p.47-53, 2004.

CAVALCANTE, S. E. A. S.; PARENTE, H. N.; RODRIGUES, R. C.; SOUSA, D. R.; SANTOS, L. C.; COSTA, J. S. Características agronômicas e produtivas do milho híbrido e o valor nutritivo da silagem submetido a diferentes fontes de adubação. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.10, n.1, p.2180-2194, 2013.

CIANCIO, N. H. R. Produção de grãos, matéria seca e acúmulo de nutrientes em culturas submetidas à adubação orgânica e mineral. Santa Maria, 2010. 86f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria.

CNA – Conselho Nacional de Abastecimento (Brasília, DF). Comparativo da área, produção e produtividade: Safras 2001/2002 e 2002/2003. <http://www.conab.gov.br/safras.asp>. 23 Set. 2003.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica,78).

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, Safra 2013/2014. – Brasília: Conab, maio 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_07_09_09_36_57_10_boletim_graos_julho_2014.pdf>. Acesso em 26-07-2014.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, p.60-73, 2007.

DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.6, p.603-612, 2010.

DEMÉTRIO, C. S. Desempenho agrônômico de híbridos de milho em diferentes arranjos populacionais em Jaboticabal – SP. 2008. 68 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal-SP.

DEMÉTRIO, C.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 ScitiarumAgronomy**, v.29, p.517-525, 2007.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.63-77, 2003.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistemas de produção**. ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica – 4ª edição, 2008.

EMBRAPA, Milho e Sorgo, Cultivo do Milho Sistema de Produção, Ed 1, ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Minas Gerais Set. 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O cultivo do milho verde**. Sete lagoas, MG, 2002. 216 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Brasília: 1999. 412p.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN. **Recomendações técnicas para cultura do milho**. Natal, RN, 2010. 21 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360p.

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**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.21–27, 2012.

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.

FERREIRA, D.F. SISVAR: Um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção de tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, 2003.

FRAGA, V. DE S.; SALCEDO, I. H. Declines of organic nutrient pools in Tropical Semi-Arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society America Journal**, v.68, p.215-224, 2004.

FRANÇA, G.E.; COELHO, A.M. Adubação do milho para silagem. **In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.; FERREIRA, J.J. (Ed.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.53-83, 2001.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.43, p.99-105, 2008.

GARRIDO, M. S. **Adubação orgânica em sistemas agroecológicos do Nordeste**. Lavras: UFLA, 2005. 21p. Monografia Especialização.

GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A.L.; FILHO, P.S.V.; SAGRILO, E. e MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho- Amarelo. **Acta Sci. Agron.**,27:3:521-529, 2005.

GRIGULO, A.S.M.; AZEVEDO, V.H.; KRAUSE, W.;AZEVEDO, P.H. Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo in natura em Tangará da Serra, MT, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.4, p.603-608, 2011.

GUARNIERI A. A. **Rendimento de grãos de dois híbridos simples de milho em função da redução no espaçamento entre linhas**. Pelotas, RS: UFPEL, 2006. 21 f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

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**, Porto Alegre, v.7, n.1, p.176-186, 2012.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **A cultura do milho no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991. 270 p. (Circular técnica, n. 68).

ISHIMURA, I.; SAWAZAKI, E.; IGUE, T.; NODA, M. Práticas culturais na produtividade de milho-verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n. 2, p. 201-206, 1984.

LEMOS, M.A.; GAMA, E.E.G.; MENEZES, D.; SANTOS, V.F.; TABOSA, J.N. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho super doce em um dialelo completo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 167-170, jun. 2002.

LIRA, M.A.; CARVALHO, H.W.L.; FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G.; AMORIM, J.R.A. Nova variedade de milho para a agricultura familiar do Nordeste brasileiro é lançada pela EMPARN. Disponível em: <<http://www.emparnaico.com/search/label/ProduçãoVegetal>> Acesso em: 07 jul 2012.

LOPES, F. C.; SILVA, A. V.; FIGUEIREDO, F. C.; BREGAGNOLI, M.; PAULA, F. V. Espaçamento entre linhas e manejo químico no controle de plantas daninhas na cultura do milho para silagem. In: **XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2012, Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedlingemergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. ; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel. 2002. 200p.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; XIMENES, P.A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos de milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p.170-181, 2006.

MATA, J. F.; SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; AFFÉRI, F. S.; VIEIRA, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.3, n.3, 2010.

MELO, I.G.C. **Densidades de semeadura de leguminosas na melhoria da qualidade do solo e na produtividade do milho**. Mossoró, RN: UFERSA, 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. DE S. B. **Agricultura sustentável no semi-árido nordestino**. In: Oliveira, T. S.; Romero, R. E.; Assis Jr., R. N.; Silva, J. R. C. S., (eds). Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: SBCS/UFC, 2000. p.20-46.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. DE S. B. Simulação dos fluxos e balanços de fósforo em uma unidade de produção agrícola familiar no semi-árido paraibano. In: Silveira, L. M.; Petersen, P.; Sabourin, E. (ed.). **Agricultura familiar e agroecologia no semiárido: Avanços a partir do agreste da Paraíba**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p.249-260.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.251-257, 2008.

MOLIN, R. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho. **Revista Batavo**, São Paulo, p. 33, 2000.

MORAES, A. R. A. de; **Instituto Agronômico de Campinas - Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras**, 2009.

MOREIRA, L.B. LOPES; H.M. SILVA; E.R. Efeitos do tamanho das sementes, adubação orgânica e densidade de semeadura sobre o comportamento agrônomo de milho (*Zea Mays* L.). **Agronomia**, v.36, nº.1/2, p.37-41, 2002.

MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de populações de plantas em milho do tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.13-17, 1978.

NAVES, M. M. V.; SILVA, M. S.; CERQUEIRA, F. M.; PAES, M. C. D. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 1, p. 1-8, 2004.

NUMMER FILHO, I.; HENTSCHEKE, C. W. Redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 92, 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, S.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SOUTO, P.C.; MAIOR JUNIOR, S. G. S. Adubação com Diferentes Esterços no Cultivo da Moringa (*Moringa oleífera* Lam.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, p. 125-134, 2009.

OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C.; SPOLAOR, L. T.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônomo do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.10, p.1040-1046, 2012.

PAIVA JUNIOR, M.C.; PINHO, R.G. von; RESENDE, S.G. Viabilidade técnica de produção de milho verde na região de Lavras, MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E

SORGO, 22., 1998, Recife. **Globalização e segurança alimentar**– resumos expandidos. Recife: ABMS, 1998. CD ROM.

PAULA, J. N.; PINTO, C. M.; VALE, E. H.; SIZENANDO FILHO, F. A.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento do girassol e milho consorciados em série de substituição. **Revista Verde**, Mossoró, v.8, n.1, p.223-229, 2013.

PEIXOTO, C. M. HENTSCHE, C; AGUIRRE, A. Manejo do Nitrogênio, Caderno Técnico. **Revista Cultivar**, n. 54, Pelotas, 2003. 10 p.

RODRIGUES, L.R.; GUADAGNIN, J.P.; PORTO, M.P. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2009/2010 e 2010/2011. Veranópolis: FEPAGRO-Serra, 2009. 179p.

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**, Uberlândia, v.28, n.4, p.509-514, 2012.

SALAZAR, F. J.; CHADWICK, D.; PAIN, B. F.; HATCH, D.; OWEN, E. **Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure**. *Biores. Technology*, 96:235245, 2005.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M.; BIANCHET, P.; HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 01, n. 02, p. 63-72, 2002.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; SALDANHA, A.; FIORENTIN, C.F.; PLETSCHE, A.J.; VIEIRA, J.; GATELLI, M.A. Rendimento de grãos de híbridos de milho em duas densidades de plantas com e sem a retirada dos perfilhos. **Ciência Rural**, v.39, p.325-331, 2009.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P. R. F. da; SCHIMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T.; SOUZA, C. A. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p. 609-616, jun. 2011.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; SILVA, A.A.; ERNANI, P.R.; HORN, D.; STRIEDER, M.L.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C. Desempenho agrônômico de cultivares de milho em quatro sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p.218-231, 2006.

SANTOS, J. F. ;GRANGEIRO, J.I. T.; BRITO, L. de M. P. Comportamento de cultivares de milho nas condições Edafoclimáticas do brejo paraibano. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, n. 4, p. 81-90, out./dez. 2011.

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**, João Pessoa, v.3, n.3, p.13-17, 2009b.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J.I. T; OLIVEIRA, M. E. C. de; BEZERRA, S.A.; SANTOS, M. C. C. A. Adubação orgânica na cultura do milho no brejo paraibano. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v .6, n. 2, p. 209-216, maio /ago. 2009a.

SANTOS, J. F.;GRANGEIRO, J.I. T.; BRITO,L. de M. P. OLIVEIRA, M. E. C.; Avaliação de cultivares e híbridos de milho para a microrregião de Campina Grande, PB. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.6, n.2, p.29-33, jun/2012.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Brasília, v.9, n.2, p.123-134, 2010.

SANTOS, W.O. **Necessidades hídricas, desenvolvimento e análise econômica do milho nas condições do Semiárido brasileiro**. Mossoró, RN: UFERSA, 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.**Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 63p.

SILVA, T. O. DA; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalariajuncea*. II. Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.51-61, 2007.

SILVA, T. O. DA; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalariajuncea*. I. Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.39-49, 2007.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.1 p. 125-130, 2005.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B. Atributos físicos de um NeossoloQuartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **PesquisaAgropecuária Brasileira, Brasília**, v. 40, p. 1135-1139, 2005.

SOUZA, R. S.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SCAPIM, C. A.; MARQUES; O. J.; QUEIROZ; D. C. ; R. S. OKUMURA.; RECHE, D. L.; CORTINOVE; V. B., Produtividade e qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 995-1010, maio/jun. 2013.

STACCIARINI; T. C. V.; CASTRO; P. H. C.; BORGES; M. A.; GUERIN; H. F.;MORAES; P. A. C.; GOTARDO; M. Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.4, p.516-519, jul/ago, 2010.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; ARF, O.; HAGA, K. I.; LEAL, S. T. Características agrônômicas da cultura do milho em função da densidade de semeadura e espaçamento entre linhas no Cerrado no período da safrinha. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: 2012.

VIEIRA, M. A. **Cultivares e população de plantas na produção de milho-verde**. Curitiba, PR: UFP, 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VILELA, R. G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F. H.; GITTI, D. C.; FERREIRA, J. P. Desempenho agrônomico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.25-33, 2012.

VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; ANDRADE, J.L. et al. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.8, n.2, p.157-173, 2009.