

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL)

Fernando Josias Alcântara Lins

EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DE GRÃOS
DE GENÓTIPOS DE MILHO SOB CONDIÇÕES DE SUPERADENSAMENTO

RIO LARGO – AL

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL)

Fernando Josias Alcântara Lins

EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DE GRÃOS
DE GENÓTIPOS DE MILHO SOB CONDIÇÕES DE SUPERADENSAMENTO

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira

RIO LARGO – AL

2017

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

L759e Lins, Fernando Josias Alcântara.
Efeito de doses de nitrogênio na produção de forragem e de grãos de genótipos de milho sob condições de superadensamento / Fernando Josias Alcântara Lins. – 2017.
102 f. : il.

Orientador: Paulo Vanderlei Ferreira.
Dissertação (mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.

Bibliografia: f. 45-51.

1. Zea mays. 2. Milho – Cultivares. 3. Adubação nitrogenada – Avaliação. 4. Alta densidade populacional. 5. Forragem e grãos. I. Título.


CDU: 633.15:631.84

TERMO DE APROVAÇÃO

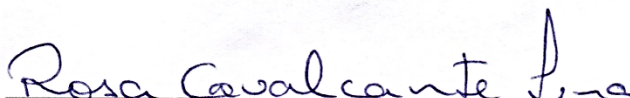
FERNANDO JOSIAS ALCÂNTARA LINS
(Matrícula 15130125)

“EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE MILHO SOB CONDIÇÕES DE SUPERADENSAMENTO”

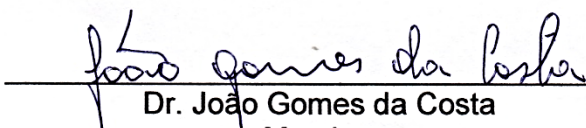
Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em trinta e um de março de 2017, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção vegetal do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Unidade acadêmica Centro de Ciências Agrárias da UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.



Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira
Presidente



Prof.^a Dr.^a Rosa Cavalcante Lira
Membro



Dr. João Gomes da Costa
Membro

Rio Largo - AL
Março-2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde, sabedoria, coragem e a oportunidade de passar por esta etapa na minha vida e por ter me ajudado a concluí-la. Sem Ele nada disto seria possível.

Ao Centro de Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade de realização do curso e do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Paulo Vanderlei Ferreira, por ter me aceitado no SMGP-CECA e ter sido fundamental em toda etapa dessa dissertação; por ter me ajudado sempre que solicitei sua ajuda; e por ser um exemplo de pessoa e profissional.

À professora Rosa Cavalcante Lira por se disponibilizar a me ajudar nessa jornada e ter dedicado seu tempo e paciência nos trabalhos.

Ao João Gomes, por ter aceitado participar da banca examinadora e ter contribuído bastante com boas críticas e sugestões.

Aos meus pais, Luiz Antônio e Clarice, por acreditarem em mim e por me darem força sempre.

À minha namorada, Mayara, por sempre estar ao meu lado em todas as situações e por ter me ajudado muito na execução desse trabalho.

Ao meu amigo Manoel, por não ter negado sua ajuda a mim nas horas difíceis dessa etapa.

Aos meus parceiros da Prospecta Invest[®], Cristiano, Anselmo, Ariquenes e Ednaldo, por tocarem o negócio nas minhas ausências.

Aos funcionários do SMGP-CECA-UFAL, em especial ao Luiz que contribuiu bastante para a realização desta pesquisa.

Aos colegas do curso de mestrado, Leandro, Felipe, Gilson e Jonatas, pelo companheirismo nas disciplinas.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pelos conhecimentos a mim repassados e apoio prestado.

Aos alunos da graduação e da pós-graduação que fazem parte do SMGP: Lidayane, Jackson, Jadson, Moises, Douglas, Arthur, Natan e Thalles, pelo apoio durante a implantação, coleta de dados dos experimentos e momentos de descontração vividos no setor.

A todos que direta e indiretamente contribuíram na minha formação.

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos grãos mais produzidos no Brasil, com produção na safra 2015/2016 de aproximadamente 67 milhões de toneladas e produtividade de 4,2 t.ha⁻¹. Em Alagoas, o plantio dessa cultura tem destaque na mesorregião agreste e sertão do estado. A produção da cultura está diretamente ligada ao potencial genético da variedade e as práticas de manejo, dentre estas a densidade de semeadura e a fertilidade do solo são indispensáveis para o alcance de maiores produtividades para esta cultura. Com isto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito de quatro doses de nitrogênio e a eficiência e uso desse nutriente em três genótipos de milho, cultivados sob condições de superadensamento para produção de forragem e grãos, no município de Rio Largo, AL. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL). Foram avaliados dois grupos de tratamentos: Grupo 1 - Genótipos de milho (Viçosense, Branca e Nordestino), oriundos do Setor de Melhoramento Genético de Plantas do CECA/UFAL; e Grupo 2 - Doses de nitrogênio (80; 160; 240 e 320 kg.ha⁻¹), sendo a fonte ureia. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e esquema fatorial (3x4), três genótipos de milho e quatro doses de nitrogênio, com três repetições. Em todos os blocos as plantas foram semeadas em superadensamento, com 0,6 m entre linhas e 0,2 m entre plantas na linha, com duas plantas por cova, o que garantiu uma densidade de, aproximadamente, 166.667 plantas.ha⁻¹. Foram avaliados os caracteres: produção de forragem e seus caracteres qualitativos (matéria seca, matéria mineral, nitrogênio, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e fibra bruta) e produção de grãos e os caracteres da espiga (peso das espigas com palha, comprimento das espigas com palha, diâmetro das espigas com palha, peso das espigas sem palha, comprimento das espigas sem palha, diâmetro das espigas sem palha, empalhamento das espigas, número de fileiras de grãos e peso de cem grãos). Para as comparações das médias dos genótipos de milho para os caracteres cujas interações G x N foram não significativa a 5% de probabilidade, e dos genótipos de milho dentro de cada dose de nitrogênio para os caracteres cujas interações G x N foram significativa a 5% de probabilidade, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade; bem como foi aplicada a regressão polinomial e o coeficiente de determinação na avaliação das médias das diferentes doses de nitrogênio para os caracteres avaliados, que a interação G x N foi não significativa a 5% de probabilidade. Em relação à produção de forragem na matéria verde (PFMV), os genótipos apresentaram desempenho satisfatório, com produção média geral de 54.288,11 kg.ha⁻¹. Para a produção de grãos (PG), a dose 320 kg.ha⁻¹ de nitrogênio garantiu uma maior produção para todos os genótipos avaliados. A escolha do genótipo aliada à prática da adubação nitrogenada na cultura do milho interfere diretamente em sua produtividade, seja objetivando produção de grãos ou produção de forragem.

Palavras-chave: *Zea mays*. Cultivares. Adubação nitrogenada. Avaliação. Alta densidade populacional.

ABSTRACT

With production in the 2015/2016 harvest of approximately 67 million tons and yield of 4.2 t.ha⁻¹, corn (*Zea mays* L.) is one of the most produced grains in Brazil. In Alagoas, the cultivation of this culture is highlighted in the mesoregions *agreste* and *sertão* of the state. The crops production is directly linked to the genetic potential of the variety and its managing practices, among them, the seeding density and the soil fertility are indispensable in reaching higher crop yields. And so, the intent with this paper was to analyze the effect of applying four nitrogen doses and the efficiency and use of this nutrient on three distinct grain genotypes, grown under overwhelming forage and grain production densification conditions, in Rio Largo's County, in Alagoas. The experiment was conducted at the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Alagoas (CECA / UFAL). Two groups of treatments were evaluated: Group 1 - Corn genotypes (Viçosense, Branca and Nordeste), from the Plant Genetic Improvement Sector of CECA / UFAL; And Group 2 - Nitrogen doses (80, 160, 240 and 320 kg.ha⁻¹), the source being urea. The experimental design was a randomized complete block and factorial scheme (3x4), three grain genotypes and four nitrogen doses, with three replicates. In all blocks, the plants were over-weighted, with 0.6 m between rows and 0.2 m between plants in the row, with two plants per hole, which guaranteed a density of approximately 166,667 plants per hectare. The following characteristics were evaluated: forage production and its qualitative characteristics (dry matter, mineral matter, nitrogen, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicellulose and crude fiber), grain yield and cob characteristics (cob weight with and without straw, cob length with and without straw, and cobs diameter with and without straw). For genotypes whose interaction characters G x N were not significant at 5% probability, and the genotypes with each nitrogen dosage for interaction characters G x N were not significant at 5% probability, Tukey test was applied at 5% probability in order to obtain the comparisons average; As well as the polynomial regression and a determining coefficient were applied to obtain the average for the different nitrogen dosages which were not significant at 5% probability in the interaction characters G x N. In relation to the production of green matter (PFMV), the genotypes presented satisfactory performance, with a general average production of 54,288.11 kg.ha⁻¹. For grain yield (PG), the dosage of 320 kg.ha⁻¹ of nitrogen guaranteed a higher production for all genotypes evaluated. The choice of the genotype combined to the practice of nitrogen fertilization directly interferes with its productivity, whether it is to produce grain or forage production.

Key Words: *Zea mays*. Cultivar. Nitrogen fertilization. Evaluation. High population density.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação à produção de forragem na matéria verde (PFMV), no município de Rio Largo - AL, 2017.	34
Gráfico 2	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação à porcentagem de FDN, no município de Rio Largo - AL, 2017.	34
Gráfico 3	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao PECP (a) e o PESP (b), no município de Rio Largo - AL, 2017.	41
Gráfico 4	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao CECP (a) e o CESP (b), no município de Rio Largo - AL, 2017.	41
Gráfico 5	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao DECP (a) e o DESP (b), no município de Rio Largo - AL, 2017.	42
Gráfico 6	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao EPE, no município de Rio Largo - AL, 2017.	42
Gráfico 7	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao NFG, no município de Rio Largo - AL, 2017.	43
Gráfico 8	Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação à produção de grãos, no município de Rio Largo - AL, 2017.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise química do solo da área experimental do SMGP-CECA-UFAL, antes da instalação do experimento, no município de Rio Largo - AL, 2017.	23
Tabela 2	Dados meteorológicos entre os meses de novembro a março, coletados na Estação Agrometeorológica, localizada no CECA/UFAL, no município de Rio Largo - AL, 2017.	24
Tabela 3	Esquema das análises de variância para as variáveis avaliadas no desempenho de genótipos de milho submetidos a diferentes doses de nitrogênio, no município de Rio Largo - AL, 2017.	27
Tabela 4	Análises de variância e coeficientes de variação dos caracteres produtivos e qualitativos da forragem de plantas de genótipos de milho submetidos a diferentes doses de nitrogênio, no município de Rio Largo - AL, 2017.	29
Tabela 5	Médias dos genótipos de milho para os caracteres produtivos e qualitativos da forragem avaliados aos 90 DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.	31
Tabela 6	Médias dos genótipos de milho dentro de cada dose de nitrogênio para os caracteres qualitativos da forragem avaliados aos 90 DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.	32
Tabela 7	Médias estimadas pelas equações de regressão e/ou observadas, X máximo, Y máximo e coeficiente de determinação das doses de nitrogênio para os caracteres produtivos e qualitativos da forragem, avaliados aos 90 DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.	33
Tabela 8	Análises de variância e coeficientes de variação dos caracteres das espigas e da produção de grãos de plantas de genótipos de milho submetidos a diferentes doses de nitrogênio, no município de Rio Largo - AL, 2017.	36
Tabela 9	Médias gerais dos genótipos de para os caracteres das espigas e da produção de grãos avaliados aos 120 DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.	39
Tabela 10	Médias estimadas pelas equações de regressão e/ou observadas, X máximo, Y máximo e coeficiente de determinação das doses de nitrogênio dos caracteres das espigas e da produção de grãos de plantas de milho avaliados aos 120 DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Milho.....	13
2.1.1 Aspectos gerais.....	13
2.1.2 Melhoramento genético.....	15
2.1.3 Densidade de semeadura	17
2.1.4 Adubação nitrogenada.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Localização do experimento	22
3.2 Grupos de tratamentos avaliados	22
3.3 Delineamento estatístico	22
3.4 Implantação e condução do experimento.....	23
3.5 Caracteres avaliados.....	24
3.6 Análise estatística do experimento.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos grãos mais produzidos no Brasil, com safra 2015/2016 de aproximadamente 67 milhões de toneladas e produtividade de 4,2 t.ha⁻¹ (CONAB, 2017). Atualmente, o país ocupa a terceira posição no ranking mundial, ficando atrás da China e dos Estados Unidos, sendo este o maior produtor mundial, com 345,5 milhões de toneladas na safra 2015/2016 (FIESP, 2016).

Em Alagoas, o plantio dessa cultura tem destaque na mesorregião agreste, nos municípios de Craíbas, Quebrangulo, Taquarana, Traipu e Coité do Nóia e na mesorregião sertão do estado, concentrando-se nos municípios de Santana do Ipanema e Poço das Trincheiras (IBGE, 2016). A produção de milho no estado de Alagoas na safra 2015/2016 ocupou a penúltima posição dentre os estados do Nordeste, com 19.100 toneladas, e apresentou uma das mais baixas produtividades do país, 0,674 t.ha⁻¹ (CONAB, 2017).

A produção da cultura está diretamente ligada a todo o sistema produtivo, envolvendo o potencial genético da variedade, as condições do ambiente de produção e as práticas de manejo adotadas (CRUZ et al., 2004). Dentre as práticas existentes no manejo em áreas produtoras de milho, a densidade de semeadura e a fertilidade do solo são importantes para o alcance de maiores produtividades para esta cultura.

A densidade de semeadura é determinante no manejo do arranjo de plantas, sendo uma das práticas culturais que mais interfere na produção do milho, pois provoca alterações na população que implicam, diretamente, em modificações no rendimento de grãos (UATE, 2013). Isto se deve ao fato da cultura não apresentar mecanismo de compensação de espaço eficiente e, deste modo, diminui o perfilhamento e limita a capacidade de expansão foliar (BRACHTVOGEL et al., 2009).

Já a adubação fornece à planta os nutrientes suficientes para que ela expresse todo o seu potencial produtivo. Para o milho, o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade, sendo de suma importância para o desenvolvimento da cultura. No entanto, os fertilizantes nitrogenados são um dos insumos que mais oneram os custos de produção, por isto devem ser aplicados em quantidade suficiente e de maneira adequada a fim de evitar os prejuízos econômicos (ROCHA, 2010; SOUZA, 2014; MENEZES, 2016).

A principal forma de fornecimento de nitrogênio para a cultura do milho é via adubação com ureia em cobertura, superfície e sem incorporação. Entretanto, a recomendação de adubação com este nutriente é um tanto complexa em relação a outros elementos, devido à dificuldade de avaliar sua disponibilidade no solo. Por isso, reduzir as perdas de nitrogênio

através do sistema de cultivo adequado do solo e das plantas é essencial, porém é um desafio (DAHLEM ZIECH et al., 2016; KANEKO et al., 2016; MENEZES, 2016).

Um outro fator importante na cadeia produtiva do milho é a escolha do genótipo de acordo com a finalidade de produção. No Brasil, menos de 1% dos genótipos de milho são indicados, especificamente, para a produção de silagem ou milho verde; enquanto que mais de 99% das cultivares são indicadas para a produção de grãos, dentre estas apenas 41% para a produção de grãos e silagem. Deste modo, a produção de forragem torna-se um subproduto da produção de grãos (CARVALHO et al., 2014).

No estado de Alagoas, com a necessidade de armazenamento de massa verde para alimentação animal, há um maior interesse na obtenção de genótipos altamente produtivos para silagem e que possam também produzir grãos satisfatoriamente.

Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo determinar a dose de nitrogênio de maior eficiência e o uso desse nutriente em três genótipos de milho, cultivados sob condições de superadensamento para produção de forragem com qualidade e produção de grãos, no município de Rio Largo - AL.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Milho

2.1.1 Aspectos gerais

O milho tem sua origem nas Américas, mais precisamente no México, onde povos da América Central o domesticaram e desenvolveram inúmeras cultivares. Com a descoberta da América por espanhóis, o milho foi rapidamente disseminado para várias regiões do mundo, tornando-se parte integrante da dieta dos mais variados povos, incrementando assim sua importância econômica (PATERNIANI; CAMPOS, 1999; PATERNIANI; NASS; SANTOS, 2000).

De acordo com a classificação botânica, o milho pertencente à família Poaceae, subfamília Panicoideae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* (SILOTO, 2002). Possui porte variável, raízes fasciculadas, caule do tipo colmo, folhas dispostas alternadamente e, comumente, tem de uma a duas espigas com grãos dispostos em várias fileiras envolvidos por uma palha (BULL; CANTARELLA, 1993; WORDELL FILHO; ELIAS, 2010). É uma planta monóica, apresentando inflorescência feminina, que sai das axilas foliares (espigas) e inflorescência masculina, presente na parte terminal do colmo (panículas) (FORNASIERI FILHO, 1992).

O ciclo da cultura apresenta dois estádios: vegetativo e reprodutivo. O estágio vegetativo compreende desde a emergência até o pendoamento, possuindo tempo decorrente variável, com a polinização, podendo ocorrer 30 dias após a emergência ou até mesmo alcançar 300 dias; e o estágio reprodutivo que envolve o desenvolvimento dos grãos. No Brasil, o ciclo da cultura, da semeadura a colheita, e dura de 100 e 180 dias, sendo determinado por características dos genótipos: se super precoce, precoce e tardio, e pelas condições ambientais locais (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000; MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

As condições edafoclimáticas nas quais o milho está inserido são determinantes no manejo da cultura, sendo decisivas para o sistema produtivo, pois interferem na qualidade e vigor das plantas, o que deve permitir que as plantas atinjam o máximo de produção de acordo com sua potencialidade genética. Com isso, o ciclo deve ser adaptado as condições de cada região e, deste modo, a escolha da variedade adequada é fundamental para otimização do sistema de produção (CRUZ et al., 2006; MAGALHÃES; DURÃES, 2006; CRUZ et al., 2009).

O milho é uma das culturas de maior importância econômica no mundo, pois apresenta diversas finalidades, sendo um dos insumos mais produzidos na cadeia agrícola do Brasil, devido ao seu rendimento em grãos, valor nutritivo, além de grande importância na alimentação

animal e humana, utilizado na forma de farinha de milho, fubá, farelos e óleo (SOUZA et al., 2012; CUSTODIO et al., 2016).

No Brasil, mais de 98% das cultivares são indicadas para produção de grãos, sendo o principal destino da safra as indústrias de rações para animais, cerca de 70 a 80% do total produzido, onde se destacam os processos de ensilagem de planta inteira e ensilagem de grãos úmidos, que tem como principal objetivo otimizar o valor nutritivo, reduzir gastos e melhorar a capacidade de armazenamento (GARCIA et al., 2006; CASTOLDI et al., 2011; CARVALHO et al., 2014).

De acordo com Tollenaar; Wu (1999), o rendimento de grãos de milho é determinado, sobretudo, pelo número de grãos por planta, por unidade de área e pelo peso do grão. A obtenção de um maior número de grãos possível é dada pela população e número de espigas encontradas por planta e por área. O aumento do rendimento de grãos é atribuído às mudanças nas práticas culturais, ao melhoramento genético, às alterações climáticas e à interação entre esses três fatores.

Para as áreas de produção de milho com finalidade forrageira, há, no Brasil, uma carência de genótipos específicos, deste modo o produtor fica condicionado a optar por genótipos de dupla aptidão, objetivando a produção de forragem e colheita de grãos. Isto implica no aumento dos custos de produção ou redução de produtividade, pois a redução da primeira e o aumento da segunda podem ser atingidos através do conhecimento minucioso da atividade planejada (PARIZ et al., 2009; CARVALHO et al., 2014).

A obtenção de híbridos que apresentem elevada participação de grãos na massa seca total, colmos e folhas mais digestíveis e alta produtividade total de massa seca é importante para plantas de milho com finalidade forrageira, além da adaptação dos genótipos frente às características edafoclimáticas da área de cultivo. Deste modo, o desenvolvimento de genótipos específicos para cada situação torna-se viável, tanto na finalidade de uso como para o público-alvo (MELLO, 2004; GUARESCHI et al., 2010).

O valor nutricional da planta de milho difere entre suas estruturas, o qual é totalmente influenciado pelas suas participações no material forrageiro, como: participação da espiga, das folhas e dos colmos do material. O estágio de desenvolvimento da planta, a cultivar e o manejo adotado afetam diretamente na qualidade nutricional da forragem da planta. Segundo Bal et al. (2000), o valor nutritivo da planta de milho é afetado por vários fatores, como: a quantidade de grãos, o teor de FDN da fração haste, a digestibilidade da FDN, o teor de amido no grão, a digestibilidade do amido e os teores de óleo e proteína.

2.1.2 Melhoramento genético

Os trabalhos de pesquisa de melhoramento genético do milho no Brasil tiveram início por volta de 1930, acompanhando, ainda que com alguma distância temporal, o que melhor se praticava nos programas de genética e melhoramento nos países desenvolvidos. Os estados de São Paulo, através do Instituto Agrônomo de Campinas, e Minas Gerais, pela Universidade Federal de Viçosa foram os pioneiros nestas pesquisas. Inicialmente, foram conduzidos trabalhos procurando a obtenção de linhagens de milho mais produtivas. Após utilizar várias gerações de autofecundação, foram obtidas muitas linhagens e os primeiros híbridos foram conseguidos por volta de 1945 (SILVEIRA, 1985; BAHIA FILHO et al., 2000).

Nas décadas de 1960 e 1970, importantes empresas estrangeiras entraram no mercado brasileiro de sementes, e, a partir dos anos 1970, a indústria de sementes foi afetada pelos avanços das novas biotecnologias, tornando-se alvo de outros ramos industriais (SILVEIRA, 1985). A partir de 1997 começou a ocorrer o processo de desnacionalização da produção no segmento de milho híbrido: grandes empresas estrangeiras compraram empresas nacionais, assumindo assim o monopólio (WILKINSON; CASTELI, 2000; SANTINI; PAULILLO, 2003).

Apesar do pioneirismo da região sudeste do Brasil no melhoramento genético do milho, a região nordeste também resolveu participar desse processo. Em 1983, um programa de melhoramento de milho para o Estado de Alagoas foi iniciado, através do Setor de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (SMGP-CECA-UFAL), objetivando o desenvolvimento de populações de polinização livre formadas por plantas altas e vigorosas, prolíficas, resistentes aos insetos-praga, às doenças e ao acamamento, produtivas e altamente competitivas para múltipla aptidão. A partir da síntese do Composto CECA - 1, resultante do intercruzamento natural entre as variedades de milho CENTRALMEX, ESALQ - VF3, ESALQ - VD2, ESALQ - VD4, PIRANÃO - VD2, PIRANÃO - VD4, PIRANÃO - VF1 e PIRANÃO - VF3, provenientes do banco de germoplasma da ESALQ/USP, foi usado o método de Seleção Entre e Dentro de Progênes de Meios Irmãos, durante quatro ciclos de seleção, e, em seguida, o método de Seleção Massal Estratificada, durante dois ciclos de seleção, culminando com a obtenção de sete populações de milho: ALAGOANO, BRANCA, BRANQUINHA, NORDESTINO, RIO LARGO, SÃO LUIZ e VIÇOSENSE (FERREIRA, 2011).

O melhoramento genético de plantas tem como objetivo o desenvolvimento de variedades que atendam às necessidades dos agricultores e dos consumidores. Entretanto, para

que estas variedades proporcionem os benefícios almejados é imprescindível dispor de sementes em quantidades suficientes para a produção em escala comercial nas áreas onde são adaptadas. Porém, o melhoramento é uma atividade de pesquisa que nunca chega ao limite, no milho, por exemplo, sempre existirá uma grande variabilidade genética para ser melhorada (FERREIRA, 2006a).

O desenvolvimento de estratégias para o melhoramento genético envolve alguns aspectos fundamentais, tais como: resgate de diferentes espécies e de diferentes variedades dentro de cada espécie, valorização das variedades locais, dos aspectos culturais e nutricionais, adaptação aos sistemas de cultivos dos agricultores e adequação ao ambiente local, buscando-se um incremento na produção a partir do melhoramento (MACHADO, 2014).

Plantas mais adaptadas são mais tolerantes ao tipo de solo, tanto em relação ao nível de acidez, quanto à baixa quantidade de nutrientes essenciais para a planta, reduzindo assim, a necessidade de insumos externos para corrigir a acidez ou a adição de grandes quantidades de nutrientes. Quanto às condições climáticas, buscam-se plantas adaptadas à temperatura, à umidade, ao fotoperíodo e à precipitação, sendo importante para cada fator a quantidade e a distribuição temporal (FALCÃO, 2014).

As culturas agrícolas necessitam, constantemente, de mudanças em suas características para que possam se adaptar aos mais diversos sistemas de cultivo, dessa forma o conhecimento da base genética de uma determinada espécie, como tipo de herança da característica em consideração, expressão da característica, influência do ambiente sobre o genótipo, dentre outros, é de fundamental importância para o fitomelhorista e fornece aos produtores sementes com garantia de procedência e eficiência (FERREIRA, 2006b).

O sucesso da alta produtividade do milho está relacionado com o uso do vigor híbrido, resultado das melhores combinações entre diferentes linhagens. Sendo assim, os programas de melhoramento da espécie têm visado ao desenvolvimento de linhas endogâmicas que, ao serem cruzadas, resultam em híbridos superiores quando comparados àqueles de populações melhoradas. Porém, os híbridos só têm alto vigor e produtividade na primeira geração, sendo necessária a aquisição de sementes híbridas em toda safra (BARBIERI; STUMPF, 2008).

As novas variedades para serem indicadas e distribuídas devem ser adequadamente avaliadas em diferentes condições de solo, clima e manejo cultural, através de experimentos conduzidos por vários anos em um maior número de locais, onde, por meio desses, há o fornecimento de informações necessárias que garantam a qualidade da variedade. Após esta etapa, os genótipos que se destacarem serão distribuídos, competindo com as variedades já

recomendadas, buscando ser superior em uma ou mais características e, pelo menos, satisfatória em todos os outros aspectos (FERREIRA, 2006a).

No Brasil, 90,7% das áreas cultivadas com milho utilizam híbridos (híbridos simples: 50,5%; duplos: 17,5% e triplos: 22,7%) e apenas 9,3% das áreas são cultivadas por variedades de polinização livre, fato explicado pelo alto investimento das empresas de melhoramento que tem seus programas voltados para a produção de híbridos que apresentam maior viabilidade financeira em decorrência da venda de todo um pacote tecnológico (CARVALHO, 2015).

Dentre os fatores que mais influenciam a produtividade do milho é a escolha da semente, que deve ser o primeiro passo a ser dado na produção desta cultura, pois o rendimento da lavoura dependerá diretamente do potencial genético desta semente, além das condições edafoclimáticas do local de plantio e do manejo da área de produção. De modo geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final, por isso, toda cultivar lançada deve apresentar uma série de informações fornecidas pela empresa que a comercializa, de maneira que os produtores possam explorar o seu máximo potencial produtivo (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2008).

O melhoramento é uma tecnologia regional, ou seja, cada região deve ter as variedades melhoradas para cada condição específica (FERREIRA, 2006b), deste modo, a escolha da variedade adequada, associada a técnicas apropriadas de manejo, na utilização do solo, otimização dos níveis de insumos e o uso das técnicas culturais, tornam-se eficientes para o aumento no rendimento das áreas de produção.

2.1.3 Densidade de semeadura

O potencial produtivo da cultura do milho pode ser explorado pela implementação criteriosa de aspectos técnicos, dentre estes, o emprego de espaçamento adequado. Uma das causas da baixa produtividade na cultura do milho no Brasil, principalmente no Nordeste, é o uso de espaçamentos entre linhas inadequados. Deste modo, o estudo da adaptabilidade de diversas cultivares em diferentes espaçamentos, pode ser considerado como um fator importante para a boa produtividade dessa cultura (ANES VIOLA, 1980).

O milho é uma das gramíneas mais sensíveis à variação na densidade de plantas, apresentando para cada sistema de produção uma população ideal que otimiza seu rendimento (UATE, 2013). A definição desta população adequada e, conseqüentemente, do espaçamento ideal, numa área de produção é diretamente determinada por variáveis como: disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, característica genética das cultivares – ciclo e época de semeadura -, espaçamento entre fileiras, nível de adubação, fatores climáticos, tratos culturais e métodos de colheita. Considerando e analisando a interação de todas essas variáveis, deve-se utilizar o

espaçamento de acordo com cada realidade (CARNEIRO; GERAGE, 1991; AMARAL FILHO et al., 2005).

O acréscimo na densidade de plantas e a redução do espaçamento entre linhas de semeadura em áreas de produção de milho, têm proporcionado aumento na produtividade da cultura (KANEKO et al., 2010; MODOLO et al., 2010), pois maximiza a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice foliar, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes, reduzindo a competição inter e intra-específica por esses fatores, aumentando a matéria seca e a produção de grãos (MOLIN, 2000).

A produtividade tende a se elevar com o aumento da população, até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área, uma vez que a densidade de plantas acima do recomendado propicia competição entre plantas por luz, água, CO₂ e nutrientes, o que afeta, negativamente, o rendimento final (AMARAL FILHO et al., 2005; DEMÉTRIO et al., 2008).

A produção individual por planta é máxima em baixa densidade, com espaçamentos amplos, porém, o rendimento por área torna-se pequeno. O colmo fica com diâmetro maior, o que dificulta a colheita mecanizada, e tende a produzir espigas maiores e mais que uma espiga por colmo. Com a redução do espaçamento entre linhas e o aumento da densidade, a produção individual diminui, entretanto, a produtividade por área aumenta, até alcançar a população ótima, e, após esse máximo, ambos, produção individual e produção por área, começam a declinar (VIÉGAS, 1990; FORNASIERI FILHO, 1992).

A maioria dos produtores brasileiros de milho, principalmente os pequenos produtores, ainda utilizam espaçamentos entre 0,9 e 1,0 m entre linhas, permitindo o trânsito de tratores e implementos agrícolas durante a realização das práticas culturais, sem causar danos significativos à cultura (SILVA, 2012). Contudo, os programas de melhoramento de milho, têm buscado genótipos com alta resposta produtiva em elevadas populações de plantas, de 80 mil a 100 mil plantas por hectare com espaçamentos entre linhas mais reduzidos, visando uma maior produção (DOURADO NETO et al., 2003).

Quando se pensa em diminuir o espaçamento entre linhas, a escolha da variedade a ser utilizada deve ser criteriosa, geralmente os híbridos ou variedades de porte alto e ciclo longo produzem bastante massa e não proporcionam um bom arranjo das plantas dentro das lavouras, e por esta razão, já no início do desenvolvimento a captação de luz é prejudicada. Os híbridos ou variedades de menor porte permitem o cultivo em menores espaçamentos. Um fator limitante para o uso de espaçamentos mais estreitos eram as colheitadeiras, que muitas vezes não se

adaptavam a essa situação, porém, atualmente, esse problema já não existe (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

De modo geral, um dos fatores que ocasionam a baixa produtividade de lavouras de milho no Brasil é a não adequação da densidade de plantas por unidade de área, além da fertilidade do solo e do arranjo de plantas. A população ideal está relacionada com a finalidade da cultura, se é para grãos ou forragem, e com as características da cultivar a ser implantada. A definição da população ótima para cada cultivar é aquela com menor número de plantas por área, mas com capacidade de proporcionar maior produção em um solo com determinado nível de fertilidade (RESENDE; VON PINHO; VASCONCELOS, 2003).

Desse modo, não há recomendação padrão de densidade de semeadura, pois irá haver variações de acordo com os fatores ambientais, assim como os fatores controlados, tais quais: fertilidade do solo, época de semeadura, sistema de plantio, escolha da cultivar (variedades de polinização livre a/ou híbridos), dentre outros (UATE, 2013), sendo adequado que para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas (AMARAL FILHO et al., 2005).

2.1.4 Adubação nitrogenada

O milho é uma das espécies vegetais mais exigentes em fertilizantes, especialmente os nitrogenados. O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura, apresentando efeito significativo, principalmente no aumento da produtividade de grãos, o qual dificilmente é suprido pelo solo, necessitando do uso de outras fontes suplementares (QUEIROZ et al., 2011; SOUZA, 2014; GONÇALVES; SILVA; BRANDÃO, 2016).

O nitrogênio é necessário para a síntese da clorofila e está envolvido na fotossíntese. A falta de nitrogênio e clorofila significa que a planta não irá utilizar a luz do sol como fonte de energia para funções essenciais, como a absorção de nutrientes e a produção de carboidratos para o desenvolvimento (LIMA et al., 2001). Segundo Larcher (2000), o nitrogênio atua sobre o tempo de duração da folha e sua deficiência prejudica o movimento estomático e uma oferta excessiva causa aumento na respiração, ocasionando um menor rendimento fotossintético.

Além de seu efeito sobre a produtividade, o N influencia várias outras características agronômicas que estão relacionadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas, tais como: altura da planta (ALBUQUERQUE et al., 2013), altura da inserção da espiga e teor de N da folha (SORATTO et al., 2010; VALDERRAMA et al., 2011; FARINELLI; LEMOS, 2012), número de fileira de grãos por espiga (COSTA et al., 2012), número de grãos por espiga (SOUZA et al., 2011) e aumento de massa de grãos (QUEIROZ et al., 2011). No entanto, os

fertilizantes nitrogenados, amplamente utilizados na agricultura, são um dos insumos mais caros, onerando os custos de produção da cultura do milho (SOUZA, 2014).

O manejo de adubações nitrogenadas é um dos mais complexos, pois além do alto custo dos fertilizantes há problemas na eficiência de algumas fontes, como a ureia que é solúvel em água e pode, rapidamente, ser perdida por lixiviação ou volatilização, e pelo potencial poluente desse elemento, tanto para as águas de superfície, quanto subterrâneas, e pela dificuldade de avaliar sua disponibilidade no solo, devido às múltiplas reações a que está sujeita, mediadas por microrganismos e afetadas por fatores climáticos de difícil mensuração (CANTARELLA; DUARTE, 2004; MARTINS; CAZETTA; FUKUDA, 2014; SOUZA, 2014).

Uma das formas de se obter maior eficiência na adubação nitrogenada é determinando a época que o nutriente é mais exigido pela cultura. Desta forma, possíveis carências que venham a ocorrer no crescimento da planta podem ser corrigidas (ROCHA, 2010). O milho responde progressivamente a altas adubações, desde que os demais fatores estejam em níveis ótimos, sendo o nitrogênio o nutriente ao qual a cultura, geralmente, responde em incrementos no rendimento de grãos. Estudos evidenciam que à medida que se eleva a densidade de plantas são necessárias maiores doses de nitrogênio (STRIEDER, 2006).

O fornecimento de nitrogênio para o milho é considerado um dos principais fatores que aumentam o rendimento de grãos, pois desempenha papel fundamental como constituinte essencial dos aminoácidos, principais integrantes de proteínas, sendo assim, como a formação dos grãos depende de proteínas na planta, a produção do milho está diretamente relacionada com o suprimento deste nutriente (BORGHI; CRUSCIOL, 2007; BASTOS et al., 2008).

Há quatro características que determinam a resposta do rendimento de grãos do milho à disponibilidade de nitrogênio: as taxas de absorção do nutriente ao longo do ciclo da cultura, a capacidade de armazenamento de N nas estruturas vegetativas da planta, a eficiência de reciclagem do nitrogênio das frações vegetativas para as estruturas reprodutivas e o poder de demanda dos grãos por compostos nitrogenados e carbonados (HUBER; TSAI; STROMBERGER, 1994).

Além da produção de grãos, a adubação nitrogenada é um aspecto importante a ser considerado também no manejo do milho para forragem, pois a aplicação de N pode proporcionar uma maior produtividade, permitindo a distribuição mais uniforme da forragem e um ciclo de produção maior com aumento na produção animal (HERINGER; MOOJEN, 2002; PARIZ et al., 2011).

Deste modo, o estabelecimento de práticas de manejo na cultura do milho que otimizem a produtividade nas lavouras e reduzam os custos de produção são necessárias. Dentre estas

práticas, através do uso de fertilizantes, está a adubação nitrogenada, uma vez que o solo não fornece nitrogênio em quantidades adequadas para o crescimento das plantas (SCALCO et al., 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido durante os meses de novembro de 2015 a março de 2016 na área experimental do Setor de Melhoramento Genético de Plantas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (SMGP-CECA-UFAL) – Campus Delza Gitaí, BR 104 Norte, km 85, no município de Rio Largo-AL, localizada a 9° 27' de latitude sul e 35°27' de longitude oeste e 127 m de altitude. O clima da região é do tipo A's de Koppen (tropical quente e úmido com estações seca de primavera-verão e chuvosa de outono-inverno), com precipitações pluviométricas anuais variando de 1.500 a 2.000 mm, temperatura média de 26 °C e umidade relativa do ar de 80% (SOUZA et al., 2004), e solo classificado como Latossolo Amarelo Coeso argissólico, de textura franco arenosa (SANTOS et al., 2006).

3.2 Grupos de tratamentos avaliados

Foram avaliados dois grupos de tratamentos: Grupo 1 - Genótipos de milho; e Grupo 2 - Doses de nitrogênio. No Grupo 1, foram avaliados três genótipos de milho oriundos do SMGP-CECA-UFAL: Viçosense, Branca e Nordestino; todas melhoradas e adaptadas para o estado de Alagoas. No Grupo 2, foram avaliadas quatro doses de nitrogênio: 80; 160; 240; e 320 kg.ha⁻¹, sendo usado com fonte o fertilizante ureia da Usifertil[®], com 45% de nitrogênio.

3.3 Delineamento estatístico

Foi utilizado o delineamento estatístico em blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial (3x4). A área foi dividida em três blocos, com um total de 36 parcelas experimentais, constituídas por 5 linhas de 6 m de comprimento, com 60 plantas por linha e 300 plantas por parcela, totalizando uma área de 18 m² por parcela. O espaçamento utilizado foi de 0,60 m entre linhas e 0,20 m entre plantas dentro da linha, com duas plantas em cada cova, sendo assim, a densidade de plantio foi de, aproximadamente, 166.666 plantas.ha⁻¹. A área útil da parcela para coleta dos dados foi de 9,36 m², constituída das três linhas centrais, descartando-se as duas primeiras covas de cada extremidade e as duas linhas laterais. Foi destinada uma linha da área útil para avaliação da produção de forragem e seus caracteres qualitativos. Para avaliação da produção de grãos, foram destinadas as duas linhas restantes da área útil.

3.4 Implantação e condução do experimento

Antes da implantação do experimento foram retiradas amostras de solo da área experimental para análise química no Laboratório Central Analítica Ltda (Tabela 1). Em seguida, foi realizado o preparo do solo desta área de modo mecanizado, através de uma aração e duas gradagens.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental do SMGP-CECA-UFAL, antes da instalação do experimento, no município de Rio Largo - AL, 2017.

pH	Na	P	K	Ca+Mg	Al	H + Al	S	T	V%
Em H ₂ O	-----ppm-----			-----meq/100ml-----					
6,0	34	35	86	4,0	0,0	4,3	4,37	8,67	50,4

Fonte: Central Analítica (2015)

De acordo com os resultados da análise química do solo, não houve necessidade de corrigi-lo. Antes do plantio, foi efetuada a adubação em fundação para os principais macronutrientes: nitrogênio (de acordo com as doses avaliadas), fósforo (20kg.ha⁻¹) e potássio (40kg.ha⁻¹), por meio das fontes, ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, recomendada pela análise (CAVALCANTI et al., 2008). O nitrogênio, foi parcelado em três vezes, sendo usado um terço da dose em fundação e os dois terços restantes em cobertura, aos 30 e 45 DAP (Dias Após Plantio); o potássio foi parcelado em duas vezes, sendo metade na fundação e a outra metade aos 30 DAP, junto da primeira adubação de cobertura do nitrogênio; já o fósforo só foi aplicado em fundação.

No plantio, o qual foi feito dia 21 de novembro de 2015, as sementes dos genótipos de milho foram distribuídas manualmente, sendo plantadas cinco sementes por cova. Após a emergência das plântulas, foi efetuado o desbaste aos 15 DAP, deixando-se duas plantas por cova.

O método de irrigação utilizado foi o de aspersão convencional, e foram realizadas entre duas a três irrigações semanais, com duração média de 2 horas, numa lâmina de 5 a 7mm, quando necessárias, para suprir a necessidade da cultura, de acordo com os dados meteorológicos (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados meteorológicos entre os meses de novembro a março, coletados na Estação Agrometeorológica, localizada no Centro de Ciências Agrárias CECA/UFAL, no município de Rio Largo - AL, 2017.

Dados Meteorológicos	2015		2016			Total
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
Precipitação (mm)	10,9	120,4	170,4	58,7	146,3	506,7
Temp. do Ar (°c) mínimo	18,9	20,0	19,0	20,1	21,2	_____
Temp. do Ar (°c) máximo	37,1	35,0	35,0	31,6	37,2	_____
Temp. do Ar (°c) média	25,4	25,6	25,8	25,6	25,8	_____
Um. Rel. do Ar (°c) mínimo	23,9	26,5	29,6	43,5	20,7	_____
Um. Rel. do Ar (°c) máximo	90,4	90,2	94,9	90,5	86,2	_____
Um. Rel. do Ar (°c) média	69,38	72,88	77,3	68,1	67,2	_____
Veloc. do vento 2m (m.s ⁻¹)	2,21	1,83	1,6	1,7	1,5	_____

Fonte: Adaptado de LARAS - UFAL (2017)

O controle de pragas, principalmente da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797), foi realizado através de duas aplicações, uma aos 20 DAP e a outra aos 30 DAP, numa dose de 0,750 L.ha⁻¹ do inseticida Connect[®], com pulverizador manual costal com capacidade de 20 L.

Para prevenção ou combate a doenças, não foi efetuado nenhum tipo de controle, visto que doenças em milho raramente ultrapassam o nível de dano econômico.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais por meio de enxada, com duas operações durante o ciclo da cultura, aos 30 e 45 DAP. Após esse período, não foi necessário efetuar mais nenhum controle de plantas daninhas, pois as plantas fecharam totalmente o dossel.

3.5 Caracteres avaliados

Os caracteres foram avaliados com 90 DAP e 120 DAP. Aos 90 DAP foi avaliada a produção de forragem na matéria verde (PFMV), pesando-se as plantas de uma linha da área útil de cada parcela com balança digital, expressa em kg.ha⁻¹; e seus caracteres qualitativos, de acordo com Silva; Queiroz (2002): produção de forragem na matéria seca (PFMS), expressa em kg.ha⁻¹, e os percentuais de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio (N), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC) e fibra bruta (FB).

Com 120 DAP avaliou-se a produção de grãos e as seguintes características das espigas de milho nas outras 2 linhas da área útil.

Produção de grãos (PG): determinado com o auxílio de uma balança de precisão, onde foram pesados todos os grãos retirados de todas as espigas das plantas avaliadas de 2 linhas da área útil de cada parcela, com 13% de umidade e expresso em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$;

Peso das espigas com palha (PECP): determinado a partir da pesagem das espigas correspondentes as plantas de 10 covas das 2 linhas da área útil, expresso em gramas (g);

Comprimento das espigas com palha (CECP): determinado com auxílio de uma régua a partir das espigas correspondentes as plantas de 10 covas das 2 linhas da área útil, expressa em centímetros (cm);

Diâmetro das espigas com palha (DECP): foi medida a parte central das espigas com auxílio de paquímetro digital, a partir das espigas correspondentes as plantas de 10 covas das 2 linhas da área útil, expressa em centímetros (cm);

Peso das espigas sem palha (PESP): determinado a partir da pesagem das espigas correspondentes as plantas de 10 covas das 2 linhas da área útil, expresso em gramas (g);

Comprimento das espigas sem palha (CESP): determinado com auxílio de uma régua a partir das espigas correspondentes as plantas de 10 covas das 2 linhas da área útil, expressa em centímetros (cm);

Diâmetro das espigas sem palha (DESP): foi medida a parte central das espigas com auxílio de paquímetro digital, a partir das espigas correspondentes as plantas de 10 covas das 2 linhas da área útil, expressa em centímetros (cm);

Empalhamento das espigas (EPE): determinado através da diferença entre o comprimento da espiga com palha e da espiga sem a palha, com o auxílio de uma régua a partir das espigas correspondentes as plantas de 10 covas das 2 linhas da área útil, expresso em centímetros (cm);

Número de fileiras de grãos (NFG): determinado pela contagem nas espigas correspondentes as plantas das 10 covas das 2 linhas da área útil, expresso em unidades;

Peso de cem grãos (PCG): determinado através da pesagem das sementes em balança de precisão após secagem em estufa de circulação forçada de ar à 65 °C até peso constante, sendo utilizada uma amostra por parcela e expressa em gramas (g).

3.6 Análise estatística do experimento

As análises de variância do ensaio no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial de 3x4 seguiram as recomendações de Ferreira (2000). Tais análises foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010). Nas comparações das médias dos genótipos de milho para os caracteres cujas interações G x N foram não significativa a 5% de probabilidade, e dos genótipos de milho dentro de cada dose de nitrogênio para os caracteres

cujas interações G x N foram significativa a 5% de probabilidade, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade; bem como foi usada a regressão polinomial e o coeficiente de determinação na avaliação das médias das diferentes doses de nitrogênio para os caracteres avaliados, que a interação G x N foi não significativa a 5% de probabilidade (Tabela 3).

Os dados apresentados em percentuais foram transformados em arco seno $\sqrt{X(\%)}$. A apresentação das médias dos genótipos e dos genótipos dentro de cada dose de nitrogênio para as variáveis em percentuais foi feita com os dados originais e a comparação entre eles foi feita com os dados transformados.

Tabela 3 - Esquema das análises de variância para as variáveis avaliadas no desempenho de genótipos de milho submetidos a diferentes doses de nitrogênio, no município de Rio Largo - AL, 2017.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Tratamento A	$t_A - 1$	SQ Tratamentos A	QM Tratamentos A	QM Trat. A/ QM Res.
Tratamento B	$t_B - 1$	SQ Tratamentos B	--	--
Regres. Linear	1	SQ Regressão L	QM Regressão L	QM Regres. L/ QM Res.
Regres. Quadrática	1	SQ Regressão Q	QM Regressão Q	QM Regres.Q/ QM Res.
Regres. Cúbica	1	SQ Regressão C	QM Regressão C	QM Regres.C/ QM Res.
Interação (A X B)	$(t_A - 1)(t_B - 1)$	SQ Interação (A X B)	QM Interação (A X B)	QM Int.(A X B)/QM Res.
Blocos	$r - 1$	SQ Blocos	--	--
Resíduo	$(t - 1)(r - 1)$	SQ Resíduo	QM Resíduo	
Total	$tr - 1$	SQ Total		
CV (%)				

F.V. - Fonte de Variação; GL - Graus de Liberdade; SQ - Soma de Quadrados; QM - Quadrados Médios; F - Valor Calculado para o Teste F; t - Número de Tratamentos; r - Número de Repetições; e CV(%) - Coeficiente de Variação.

Fonte: Autor, 2017. Adaptado de FERREIRA, 2000.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste F das análises de variância dos caracteres produtivos da forragem: produção de forragem na matéria verde (PFMV), produção de forragem na matéria seca (PFMS), e os percentuais de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio (N), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC) e fibra bruta (FB); dos genótipos de milho submetidos a diferentes doses de N, bem como os coeficientes de variação, constam na Tabela 4.

Para a variável PFMV, houve diferença significativa a 5% de probabilidade para a regressão cúbica. Para o N, houve diferença estatística apenas para as fontes de variação genótipos, interação G x N e regressão quadrática, a nível de 5% de probabilidade, e a nível de 1% de probabilidade para a regressão linear.

A FDN apresentou resultado significativo a nível de 5% de probabilidade somente para a regressão quadrática. A HC apresentou diferença estatística, a nível de 5% de probabilidade, apenas para genótipos e interação G x N.

A PFMS, MS, MM, PB, FDA e FB não apresentaram diferença estatística a nível de 5% de probabilidade para nenhuma fonte de variação. Os coeficientes de variação apresentaram valores entre 5,25%, para N (%), e 18,89%, para PFMS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). A maioria de tais coeficientes de variação apresentou ótima e boa precisão experimental, segundo Ferreira (2000).

Tabela 4 - Análises de variância e coeficientes de variação dos caracteres produtivos e qualitativos da forragem de plantas de genótipos de milho submetidos a diferentes doses de nitrogênio, no município de Rio Largo - AL, 2017.

Fonte de Variação	QM										
	GL	PFMV (kg.ha ⁻¹)	PFMS (kg.ha ⁻¹)	MS%	MM% ¹	N% ¹	PB% ¹	FDN% ¹	FDA% ¹	HC% ¹	FB% ¹
Genótipos (G)	2	248483741,38 ^{ns}	5035139,6 ^{ns}	9,89 ^{ns}	2,46 ^{ns}	0,46*	2,25 ^{ns}	3,68 ^{ns}	6,47 ^{ns}	52,41*	17,03 ^{ns}
Doses de N (N)	(3)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Regressão Linear	1	479249903,08 ^{ns}	18159529,66 ^{ns}	2,16 ^{ns}	0,17 ^{ns}	4,40**	12,21 ^{ns}	5,20 ^{ns}	1,40 ^{ns}	25,98 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	10955735,90 ^{ns}	28765,29 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,68*	2,21 ^{ns}	71,39*	0,33 ^{ns}	24,07 ^{ns}	21,98 ^{ns}
Regressão Cúbica	1	389881498,58*	14329811,63 ^{ns}	1,20 ^{ns}	3,28 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,49 ^{ns}	5,47 ^{ns}	22,84 ^{ns}	5,63 ^{ns}	0,50 ^{ns}
Interação (G x N)	6	44268969,80 ^{ns}	2646581,66 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,45*	1,28 ^{ns}	17,29 ^{ns}	16,37 ^{ns}	38,03*	55,61 ^{ns}
Blocos	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Resíduo	22	83040059,91	6500817,65	4,49	1,13	0,12	3,10	10,49	8,08	13,94	36,90
Total	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CV (%)		16,79	18,89	7,07	8,50	5,25	10,77	6,02	7,84	11,09	9,62

**Diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste F; *Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}Não significativo; PFMV – Produção de Forragem na Matéria Verde; PFMS – Produção de Forragem na Matéria Seca; MS – Produção de Matéria seca; MM – Matéria Mineral; N - Nitrogênio; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em Detergente Neutro; FDA – Fibra em Detergente Ácido; HC – Hemicelulose; FB – Fibra Bruta; ¹Dados com base na matéria seca.

A comparação do desempenho dos genótipos de milho pelo teste de Tukey para as variáveis PFMV, PFMS, MS, MM, PB, FDN, FDA e FB não apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade, cujas médias gerais foram 54.288,11 kg.ha⁻¹, 13.499,93 kg.ha⁻¹, 25,04%, 4,73%, 8,02%, 65,00%, 35,04% e 78,90%, respectivamente (Tabela 5).

Os genótipos Viçosense, Branca e Nordestino tiveram um bom desempenho em relação à produção de forragem na matéria verde (PFMV), com média geral de 54.288,11 kg.ha⁻¹ (Tabela 5); resultado inferior ao obtido por Silva Junior (2015), que utilizando uma densidade de plantas igual (166.666 plantas.ha⁻¹), e estudando genótipos também oriundos do SMGP-CECA no mesmo ambiente, conseguiu atingir uma média de produção de forragem na matéria verde de 65.194,83 kg.ha⁻¹.

A partir dos dados de PFMS, para os genótipos Viçosense, Branca e Nordestino, foi possível atingir uma produção média de forragem da matéria seca de 13.499,93 kg.ha⁻¹ (Tabela 5). Esse resultado de PFMS foi baixo, visto que a matéria seca em percentual (MS%) apresentou valor médio, também baixo, de 25,04%; isso por conta da idade em que as plantas foram colhidas (90 DAP), pois aos 95 DAP, Silva Junior (2015) obteve um rendimento de forragem na matéria seca de 19.671,29 kg.ha⁻¹, bem superior ao obtido neste trabalho.

Quanto à matéria mineral, também chamada de cinzas, não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados, cujo valor médio obtido foi de 4,73% de MM. Esse resultado não interfere diretamente na capacidade produtiva da forragem, pois a determinação desta variável fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais e/ou ocorrência de eventuais contaminações. As cinzas são determinadas muitas vezes apenas para se conhecer o extrato não nitrogenado (ENN) e/ou a matéria orgânica de certas amostras, sem a preocupação do teor de minerais (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Para a planta de milho, o teor médio de proteína bruta de 8,02% para os três genótipos avaliados indica uma ótima qualidade dessa forragem. Essa quantidade de PB foi inferior aos valores obtidos por Borghi et al. (2007), que avaliando a produtividade e qualidade de forragem de milho em plantio convencional no estado do Mato Grosso do Sul obtiveram PB de 9,8%, e superior ao encontrado por Monteiro et al. (2000), que avaliando o desempenho de cultivares de milho para produção de forragem em Minas Gerais obtiveram média geral de 6,45% de PB. Estes autores, por sua vez, afirmam que as porcentagens ideais de PB na forragem ou silagem de milho devem variar de 6 a 9%, com média em torno de 7%.

De acordo com Ondei (2001), o adensamento de plantas de milho não intervém no teor proteico da forragem, pois mesmo com maior população por área e aumento da competição

entre plantas por luz e nutrientes, a planta ainda consegue um bom teor de proteína bruta, mantendo entre 7,5 e 8,0%. Neste experimento, a densidade de plantio foi de, aproximadamente, 166 mil plantas.ha⁻¹, e o teor médio de PB atingiu 8,02% para todos os genótipos avaliados (Tabela 5). Borghi et al. (2007), utilizando uma densidade de 75.000 plantas ha⁻¹, obtiveram uma PB de 9,2%. Esses resultados ratificam que o adensamento de plantas não interfere na PB, sendo mais importante a característica do genótipo e a fertilidade do solo.

O percentual médio de FDN nesse experimento foi de 65,00%. De acordo com Graybill et al. (1991), Pereira et al. (1997) e Almeida Filho et al. (1999), baseado em valores encontrados por diversos autores no Brasil para esta variável no milho, os teores de FDN devem estar dentro da faixa de 49 a 63%, e é pouco influenciado pela densidade de plantas. Borghi et al. (2007), obtiveram resultados entre 59,5 e 64% para FDN, utilizando uma densidade populacional de até 75.000 plantas.ha⁻¹.

A FDA está relacionada com a digestibilidade da forragem, e essa apresentou teor médio bom, com 35,04% de FDA para os genótipos avaliados. A FDA contém em sua composição: celulose e lignina, que são as frações da fibra de menor digestibilidade, indicando assim, a quantidade de fibra que não é digestível. Além disso, também é um indicador do valor energético do material, ou seja, quanto menor a FDA, maior será o valor energético da forragem (CRUZ; MONTEIRO; SANTANA, 1996).

Tabela 5 - Médias dos genótipos de milho para os caracteres produtivos e qualitativos da forragem avaliados aos 90DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.

Genótipos	Variáveis ¹							
	PFMV (kg.ha ⁻¹)	PFMS (kg.ha ⁻¹)	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	FB (%)
Viçosen	49.681,27a	13.223,72a	26,64a	4,40a	7,58a	65,68a	35,93a	79,48a
Branca	58.780,08a	14.240,01a	24,41a	5,10a	8,30a	65,31a	33,71a	80,14a
Nordestino	54.402,98a	13.036,05a	24,06a	4,68a	8,20a	64,00a	35,48a	77,05a
Média Geral	54.288,11	13.499,93	25,04	4,73	8,02	65,00	35,04	78,90
Δ (5%)	9.349,33	2.615,90	3,33	0,87	1,70	5,58	4,94	8,84

¹Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PFMV – Produção de Forragem na Matéria Verde; PFMS – Produção de Forragem na Matéria Seca; MS – Produção de Matéria seca; MM – Matéria Mineral; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em Detergente Neutro; FDA – Fibra em Detergente Ácido; FB – Fibra Bruta;

As comparações do desempenho dos genótipos de milho dentro de cada dose de nitrogênio pelo teste de Tukey, para as variáveis N e HC, constam na Tabela 6.

Para a variável nitrogênio (N%), na dose de nitrogênio 160 kg.ha⁻¹, o genótipo Nordeste apresentou o maior valor de 1,59%, não diferindo estatisticamente do genótipo Branca, com valor de 1,43%. Para as demais doses de nitrogênio testadas: 80, 240 e 320 kg.ha⁻¹, não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados, cujos valores médios obtidos foram 1,15%, 1,52% e 1,51%, respectivamente (Tabela 6).

A variável HC (Tabela 6) apresentou diferença estatística para a dose de 80 kg.ha⁻¹ de N, a qual o genótipo Branca apresentou o maior percentual, 45,45%, sendo superior ao Nordeste, o qual apresentou menor percentual de 24,00%; no entanto, o Viçosense não diferiu de ambos, com 34,15%. Para as demais doses: 160, 240 e 320 kg.ha⁻¹, não houve diferença estatística entre os genótipos, com valores médios de 29,50%, 29,77% e 30,30%, respectivamente. Essa maior proporção de hemicelulose presente na matéria seca do genótipo Branca lhe confere uma maior digestibilidade, visto que, quanto maior a hemicelulose, menor será a FDA.

Tabela 6 - Médias dos genótipos de milho dentro de cada dose de nitrogênio para os caracteres qualitativos da forragem avaliados aos 90DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.

Genótipos	Variáveis ¹							
	N (%)				HC (%)			
	Doses de Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)				Doses de Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)			
	80	160	240	320	80	160	240	320
Viçosense	1,10a	1,03b	1,61a	1,49a	34,15ab	29,73a	28,92a	26,19a
Branca	1,12a	1,43a	1,45a	1,50a	45,45a	32,62a	30,60a	30,56a
Nordestino	1,22a	1,59a	1,51a	1,53a	24,00b	26,14a	29,79a	34,16a
Média Geral	1,15	--	1,52	1,51	--	29,50	29,77	30,30
Δ (5%)	0,29	0,29	0,29	0,29	11,68	11,68	11,68	11,68

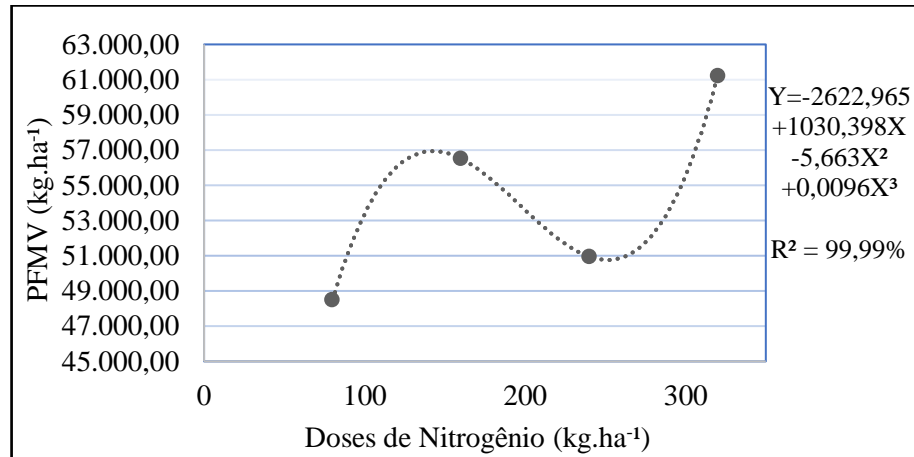
¹Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção de forragem na matéria verde (PFMV), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação do 3º grau, com altíssima confiabilidade (R²=99,99%), cuja dose de 320 kg.ha⁻¹ (X máximo) proporcionou uma produção de 61.206,65 kg.ha⁻¹ de forragem (Y máximo), conforme Tabela 7 e Gráfico 1.

Tabela 7 – Médias estimadas pelas equações de regressão e/ou observadas, X máximo, Y máximo e coeficiente de determinação das doses de nitrogênio para os caracteres produtivos e qualitativos da forragem, avaliados aos 90 DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.

Doses de nitrogênio (kg/ha)	Variáveis							
	PFMV (kg.ha ⁻¹)	PFMS (kg.ha ⁻¹)	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	FB (%)
80	48.472,89	12.236,63	25,42	4,63	7,26	68,10	33,86	77,64
160	56.519,94	14.057,03	25,01	5,15	7,77	62,97	36,88	79,79
240	50.952,96	12.999,36	25,49	4,44	8,28	62,43	33,53	80,35
320	61.206,65	14.706,69	24,23	4,68	8,79	66,48	35,90	77,77
MÉDIA GERAL	--	13.499,93	25,04	4,73	8,02	--	35,04	78,90
Equação de Regressão	Y=-2622,965 +1030,398X- 5,663X ² +0,0096X ³	--	--	--	--	Y=77,821944- 0,1502X+ 0,00036X ²	--	--
X máximo (kg.ha ⁻¹ de N)	320	--	--	--	--	80	--	--
Y máximo	61.206,65 kg.ha ⁻¹	--	--	--	--	68,10 %	--	--
R² (%)	99,99	--	--	--	--	92,98	--	--

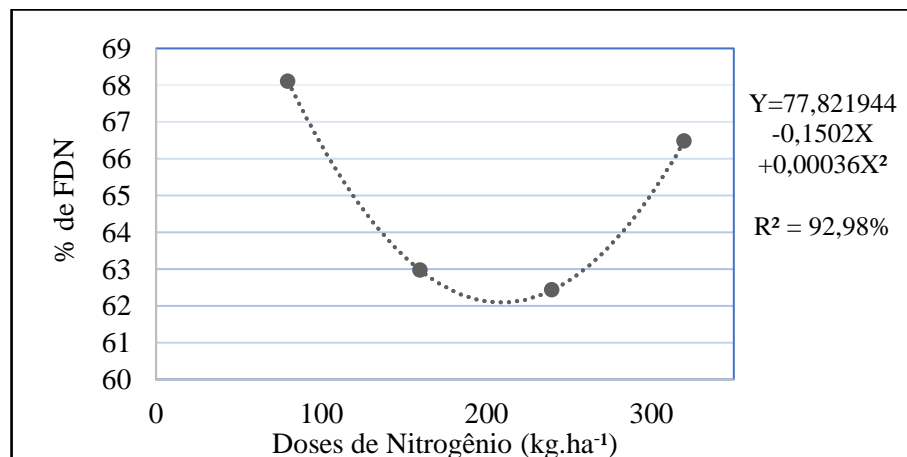
Gráfico 1 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação a produção de forragem na matéria verde (PFMV), no município de Rio Largo - AL, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

A fibra em detergente neutro (FDN), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação do 2º grau, com alta confiabilidade ($R^2=92,98\%$), cuja dose de 80 kg.ha⁻¹ (X máximo) proporcionou um percentual de 68,10% de FDN (Y máximo), conforme Tabela 7 e Gráfico 2.

Gráfico 2 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação a porcentagem de FDN, no município de Rio Largo - AL, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

As fibras obtidas por este método são compostas de celulose, hemicelulose e lignina, que são os principais elementos determinantes da qualidade de uma forragem e, na silagem de milho, contribuem por, aproximadamente, 60% da matéria seca, tornando assim a FDN uma variável de extrema importância (BORGHI et al., 2007).

Os resultados do teste F das análises de variância dos caracteres das espigas de milho: peso das espigas com palha (PECP), peso das espigas sem palha (PESP), comprimento das espigas com palha (CECP), comprimento das espigas sem palha (CESP), diâmetro das espigas com palha (DECP), diâmetro das espigas sem palha (DESP), empalhamento das espigas (EPE), número de fileiras de grãos (NFG) e peso de cem grãos (PCG), e produção de grãos (PG), dos genótipos de milho submetidos a diferentes doses de N, bem como os coeficientes de variação, constam na Tabela 8.

Na avaliação dos caracteres das espigas de milho (Tabela 8), a CECP apresentou diferença significativa a 1% de probabilidade para fonte de variação genótipo. Para as variáveis DECP, DESP e EPE, houve diferença significativa 5% de probabilidade para genótipos.

Para as variáveis PECP, PESP, CECP, CESP, DECP, DESP e EPE, houve diferença significativa a nível de 1% de probabilidade para regressão linear; também houve diferença significativa para regressão linear a nível de 5% de probabilidade, em relação às variáveis NFG e PG.

As variáveis PECP, DECP e DESP apresentaram diferença significativa a nível de 1% de probabilidade para a regressão quadrática. Quanto às variáveis PESP, CECP e CESP, houve diferença significativa a nível de 5% de probabilidade para regressão quadrática. A DECP apresentou diferença significativa a nível de 1% de probabilidade para a regressão cúbica.

Para a variável PCG, não houve diferença significativa a nível de 5% de probabilidade para nenhuma fonte de variação. Os coeficientes de variação apresentaram valores entre 4,57%, para DESP (cm), e 24,23%, para PESP (g). A maioria de tais coeficientes de variação apresentou boa e regular precisão experimental, segundo Ferreira (2000).

Tabela 8 - Análises de variância e coeficientes de variação dos caracteres das espigas e da produção de grãos de plantas de genótipos de milho submetidos a diferentes doses de nitrogênio, no município de Rio Largo - AL, 2017.

Fonte de Variação	GL	QM									
		PECP (g)	PESP (g)	CECP (cm)	CESP (cm)	DECP (cm)	DESP (cm)	EPE (cm)	NFG (unid.)	PCG (g)	PG (kg.ha ⁻¹)
Genótipos (G)	2	56,52 ^{ns}	37,43 ^{ns}	11,25**	1,42 ^{ns}	0,18*	0,16*	4,92*	0,73 ^{ns}	0,22 ^{ns}	72693,96 ^{ns}
Doses de N (N)	(3)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Regressão Linear	1	2546,72**	1749,32**	63,94**	19,64**	0,70**	0,43**	12,67**	5,21*	0,57 ^{ns}	44741689,20*
Regressão Quadrática	1	1968,62**	1231,25*	7,58*	10,12*	0,88**	0,42**	0,18 ^{ns}	0,02 ^{ns}	65,47 ^{ns}	534369,32 ^{ns}
Regressão Cúbica	1	377,82 ^{ns}	383,13 ^{ns}	1,21 ^{ns}	4,52 ^{ns}	0,34**	0,10 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,52 ^{ns}	2928129,44 ^{ns}
Interação (G x N)	6	176,17 ^{ns}	126,79 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,44 ^{ns}	0,24 ^{ns}	29,54 ^{ns}	534002,10 ^{ns}
Blocos	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Resíduo	21	233,50	203,53	1,55	2,14	0,042	0,03	1,36	1,28	18,06	935008,65
Total	34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CV (%)		21,96	24,23	5,95	12,57	4,87	4,57	12,53	10,66	18,75	22,67

**Diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste F; *Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}Não significativo;. PECP – Peso das Espigas Com Palha; PESP – Peso das Espigas Sem Palha; CECP – Comprimento das Espigas Com Palha; CESP – Comprimento das Espigas Sem Palha; DECP – Diâmetro das Espigas Com Palha; DESP – Diâmetro das Espigas Sem Palha; EPE – Empalhamento das Espigas; NFG – Número de Fileiras de Grãos; PCG – Peso de Cem Grãos; PG – Produção de Grãos.

Os genótipos não diferiram estatisticamente, pelo teste de Tukey, para as seguintes variáveis: peso das espigas com palha (PECP), peso das espigas sem palha (PESP), comprimento das espigas sem palha (CESP), número de fileiras de grãos (NFG), peso de cem grãos (PCG) e produção de grãos (PG); apresentando valores médios de 69,58 g, 58,89 g, 11,64 cm, 10,63 linhas, 22,66 g e 4.264,96 kg.ha⁻¹ de grãos, respectivamente (Tabela 9).

O PECP apresentou valor médio de 69,58g, que considerando uma densidade de 166.666 plantas.ha⁻¹, os genótipos têm um potencial muito alto para essa característica, podendo atingir um rendimento de 11,59 t.ha⁻¹. Carvalho (2015), trabalhando com milho e avaliando a massa de espigas comerciais com palha, para o genótipo Viçosense, obteve 12,62 t.ha⁻¹, o que ressalta que o valor do peso de espiga encontrado neste trabalho é satisfatório.

Para o comprimento das espigas com palha (CECP), os genótipos Branca e Nordeste se destacaram, apresentando valores de CECP de 21,57 cm e 21,41 cm, respectivamente; e diferiram estatisticamente do genótipo Viçosense, que apresentou menor valor para essa variável (19,77 cm). Quanto à variável diâmetro das espigas sem palha, o genótipo Nordeste se destacou nessa variável (4,33 cm) e diferiu estatisticamente do genótipo Viçosense (4,07 cm), enquanto que o genótipo Branca, com 4,19 cm, não diferiu estatisticamente de ambos (Tabela 9).

O diâmetro das espigas sem palha (DESP) foi maior no genótipo Nordeste, com 3,79 cm, porém não diferiu do Viçosense, com 3,67 cm, ficando isoladamente inferior apenas o genótipo Branca, com 3,56 cm.

O genótipo Branca apresentou um melhor empalhamento de espigas (EPE), não diferindo estatisticamente do Nordeste, apresentando 9,80 cm e 9,53 cm, respectivamente (Tabela 9). O menor empalhamento das espigas foi do Viçosense, com 8,55 cm. Esse maior empalhamento confere às espigas uma melhor proteção contra as pragas e doenças, pois quanto mais palha, maior é a barreira física a ser rompida.

O NFG apresentou valor médio de 10,63 (Tabela 9), sendo esse número de linhas por espigas inferior ao encontrado por Falcão (2014), que obteve médias de 11,78 e 12,27, para os genótipos Viçosense e Branca, respectivamente.

O peso médio de cem grãos (PCG) foi de 22,66 g, mostrando que o peso dos grãos não foi influenciado pelo genótipo. Em pesquisa realizada por Silva (2012), trabalhando com os genótipos Viçosense e Branca, o PCG foi superior ao encontrado nesse trabalho, sendo o valor médio de 29,79 g, entretanto, a maior densidade de plantas utilizada foi de 83.333 plantas.ha⁻¹.

A produção de grãos média foi ótima (4.264,96 kg.ha⁻¹), quando comparada com as médias do estado de Alagoas (674 kg.ha⁻¹) e do país (4.189,00 kg.ha⁻¹), segundo dados da

CONAB (2017); no entanto, foi inferior ao obtido por Silva Junior (2015), que, com uma densidade de sementeira igual ($166.667 \text{ plantas.ha}^{-1}$), conseguiu atingir uma produção de 15.979,72, 13.332,13 e 10.669,58 kg.ha^{-1} , para os genótipos Viçosense, Branca e Nordeste, respectivamente.

Essa diferença muito alta em relação a essa produção é totalmente aceitável, pois, aos 89 DAP, um vento muito forte, totalmente atípico, o qual chegou até a derrubar algumas árvores no Centro de Ciências Agrárias (CECA), provocou o tombamento em cerca de 70% das plantas do experimento. Como as plantas já estavam em fase de colheita para forragem, essa não foi afetada, porém, a produção de grãos foi prejudicada, pois, com esse tombamento, o fluxo de nutrientes e água para o enchimento de grãos foi totalmente comprometido, o que acarretou uma diminuição muito grande na produção de grãos.

Para a produção estadual, esse déficit está totalmente relacionado a escassez de chuvas, baixo nível tecnológico dos agricultores, falta de material genético adaptado às condições locais, falta de assistência e utilização das plantas para alimentação animal antes de completar o ciclo da cultura. Esse direcionamento da produção de milho para alimentação animal foi a motivação para a elaboração desse ensaio, pois genótipos de dupla aptidão e melhorados para condições locais são um dos gargalos que deve ser vencido na produção de milho local.

O peso das espigas com palha (PECP) em função das doses de nitrogênio apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação de 2º grau, com alta confiabilidade ($R^2 = 92,28\%$), cuja dose de $240,76 \text{ kg.ha}^{-1}$ (X máximo) proporcionou um peso de espigas com palha de 81,16 g (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 3a.

Para o peso das espigas sem palha (PESP), em função das doses de nitrogênio, também apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação de 2º grau, com alta confiabilidade ($R^2 = 88,61\%$), cuja dose de $242,63 \text{ kg.ha}^{-1}$ (X máximo) proporcionou um peso de espigas sem palha de 68,20 g (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 3b.

O comprimento das espigas com palha (CECP), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação do 2º grau, com altíssima confiabilidade ($R^2 = 98,34\%$), cuja dose de $303,10 \text{ kg.ha}^{-1}$ (X máximo) proporcionou um comprimento das espigas com palha de 22,30 cm (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 4a.

Tabela 9 - Médias gerais dos genótipos de para os caracteres das espigas e da produção de grãos avaliados aos 120 DAP, no município de Rio Largo - AL, 2017.

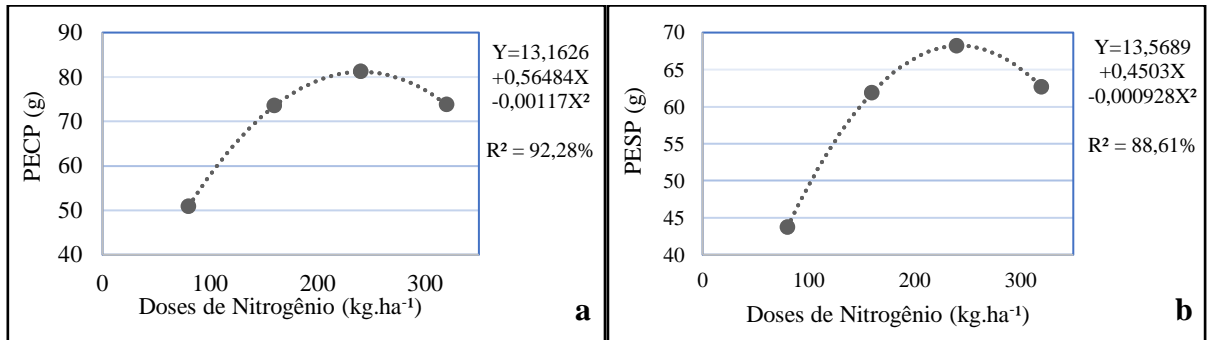
Genótipos	Variáveis ¹									
	PECP (g)	PESP (g)	CECP (cm)	CESP (cm)	DECP (cm)	DESP (cm)	EPE (cm)	NFG (unid.)	PCG (g)	PG (kg.ha ⁻¹)
Viçosense	66,93a	57,04a	19,77b	11,22a	4,07b	3,67ab	8,55b	10,66a	22,50a	4.271,51a
Branca	70,65a	58,81a	21,57a	11,77a	4,19ab	3,56b	9,80 ^a	10,37a	22,70a	4.184,32a
Nordestino	70,93a	60,65a	21,41a	11,88a	4,33 ^a	3,79 ^a	9,53ab	10,87a	22,76a	4.339,61a
Média Geral	69,58	58,89	--	11,64	--	--	--	10,63	22,66	4.264,96
Δ (5%)	15,98	14,91	1,30	1,53	0,21	0,17	1,22	1,18	4,44	1.010,42

¹Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. PECP – Peso das Espigas Com Palha; PESP – Peso das Espigas Sem Palha; CECP – Comprimento das Espigas Com Palha; CESP – Comprimento das Espigas Sem Palha; DECP – Diâmetro das Espigas Com Palha; DESP – Diâmetro das Espigas Sem Palha; EPE – Empalhamento das Espigas; NFG – Número de Fileiras de Grãos; PCG – Peso de Cem Grãos; PG – Produção de Grãos.

Tabela 10 – Médias estimadas pelas equações de regressão e/ou observadas, X máximo, Y máximo e coeficiente de determinação das doses de nitrogênio dos caracteres das espigas e da produção de grãos de plantas de milho avaliados aos 120 DAP, no município de Rio Largo – AL, 2017.

Doses de nitrogênio (kg/ha)	Variáveis									
	PECP (g)	PESP (g)	CECP (cm)	CESP (cm)	DECP (cm)	DESP (cm)	EPE (cm)	NFG (unid.)	PCG (g)	PG (kg.ha ⁻¹)
80	50,84	43,66	18,67	10,11	3,82	3,42	8,49	10,11	21,20	3.780,43
160	73,50	61,86	20,81	11,86	4,44	3,74	9,03	10,45	23,84	4.110,07
240	81,14	68,20	22,02	12,53	4,30	3,84	9,57	10,80	24,28	4.439,71
320	73,76	62,65	22,30	12,12	4,28	3,72	10,10	11,15	21,44	4.769,35
MÉDIA GERAL	--	--	--	--	--	--	--	--	22,66	--
Equação de Regressão	Y=13,1626 +0,56484X- 0,00117X ²	Y=13,5689 +0,4503X- 0,000928X ²	Y=15,598+ 0,0442X- 0,000073X ²	Y=7,2876+ 0,042X- 0,000084X ²	Y=1,5493+ 0,042X- 0,000061X ² + 0,0000003X ³	Y=2,8788+ 0,0081X- 0,000017X ²	Y=7,9495 +0,0067X	Y=9,7642+ 0,00432X	--	Y=3450,7882 +4,1205X
X máximo (kg.ha ⁻¹ de N)	240,76	242,63	303,10	250,21	183,35	238,94	320	320	--	320
Y máximo	81,16	68,20	22,30	12,55	4,50	3,85	10,10	11,15	--	4.769,35
R² (%)	92,28	88,61	98,34	86,81	99,99	89,31	91,09	99,49	--	57,80

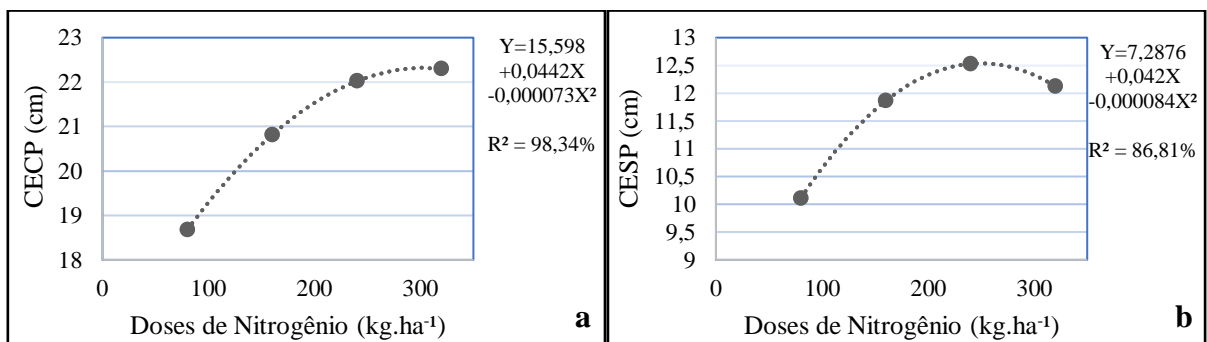
Gráfico 3 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao PECP (a) e o PESP (b), no município de Rio Largo - AL, 2017.



Fonte: Auto, 2017.

O comprimento das espigas sem palha (CESP), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação do 2º grau, com alta confiabilidade ($R^2 = 86,81\%$), cuja dose de 250,21 kg.ha⁻¹ (X máximo) proporcionou um comprimento das espigas sem palha de 12,55 cm (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 4b.

Gráfico 4 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao CECP (a) e o CESP (b), no município de Rio Largo - AL, 2017.



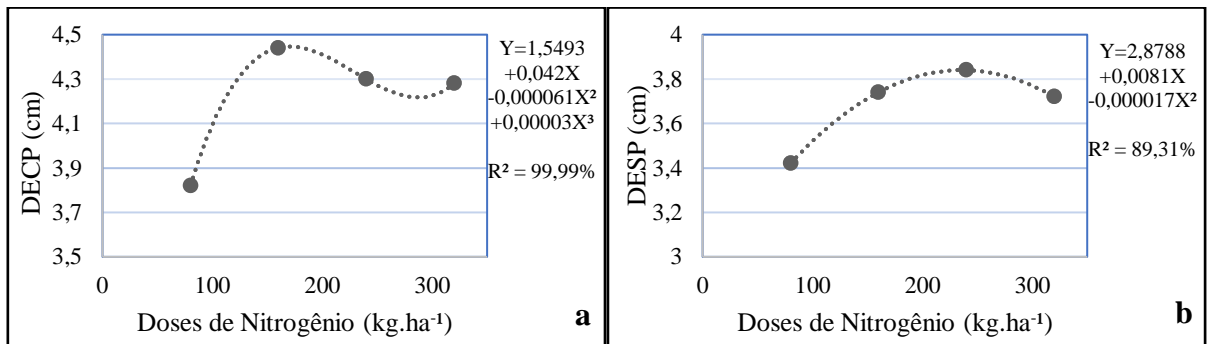
Fonte: Autor, 2017.

O diâmetro das espigas com palha (DECP), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação do 3º grau, com altíssima confiabilidade ($R^2 = 99,99\%$), cuja dose de 183,35 kg.ha⁻¹ (X máximo) proporcionou um diâmetro das espigas com palha de 4,5 cm (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 5a.

O diâmetro das espigas sem palha (DESP), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento não linear, sendo explicado pela equação do 2º grau, com alta

confiabilidade ($R^2 = 89,31\%$), cuja dose de $238,94 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (X máximo) proporcionou um diâmetro das espigas sem palha de $3,85 \text{ cm}$ (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 5b.

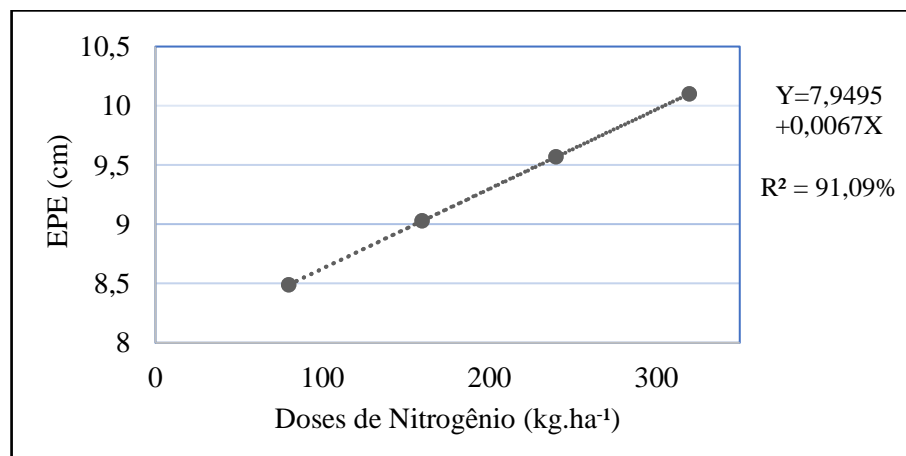
Gráfico 5 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao DECP (a) e o DESP (b), no município de Rio Largo - AL, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

O empalhamento das espigas (EPE), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento linear, sendo explicado pela equação do 1º grau, com alta confiabilidade ($R^2 = 91,09\%$), cuja dose de $320,00 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (X máximo) proporcionou um empalhamento das espigas de $10,10 \text{ cm}$ (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 6.

Gráfico 6 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao EPE, no município de Rio Largo - AL, 2017.

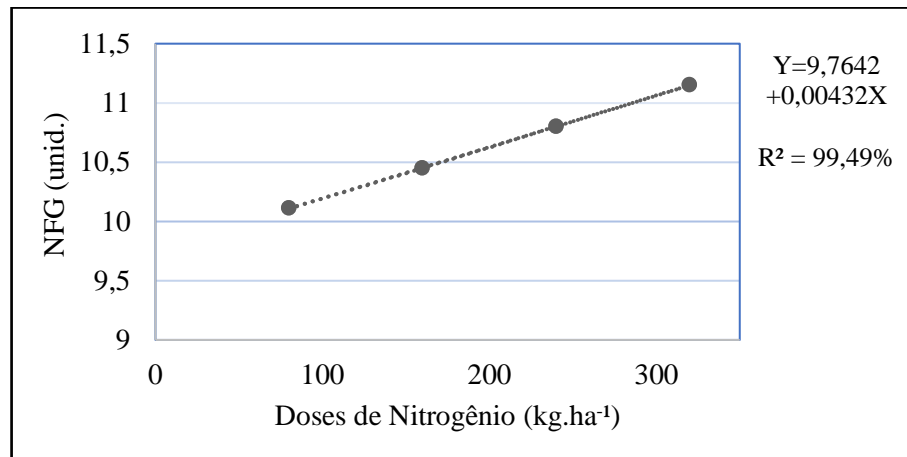


Fonte: Autor, 2017.

O número de fileiras de grãos (NFG), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento linear, sendo explicado pela equação do 1º grau, com altíssima

confiabilidade ($R^2 = 99,49\%$), cuja dose de $320,00 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (X máximo) proporcionou um número de fileiras de grãos de 11,15 (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 7.

Gráfico 7 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação ao NFG, no município de Rio Largo - AL, 2017.

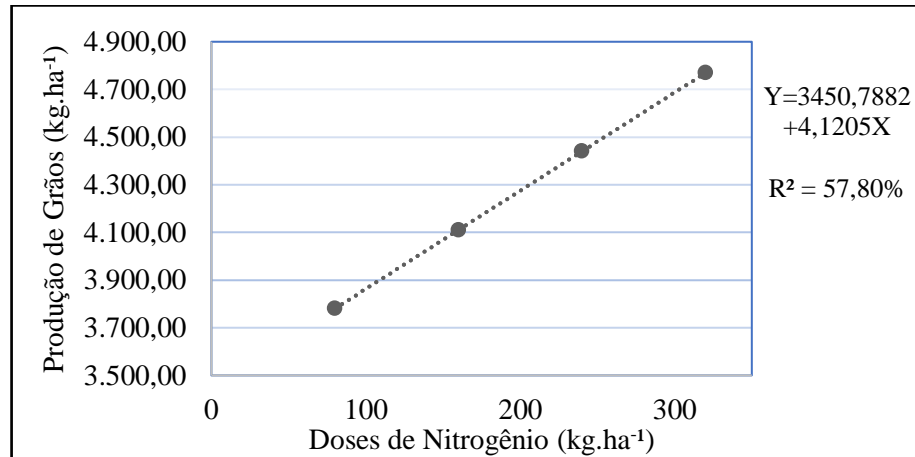


Fonte: Autor, 2017.

Um dos caracteres mais importantes dos genótipos de milho é a produção de grãos; ou seja, determinar o quanto as plantas respondem às doses de nitrogênio aplicadas no solo é fator determinante na escolha do material genético na hora de selecioná-lo para plantios comerciais, pois a disponibilidade de recursos financeiros por parte do produtor é o que determina o quanto ele poderá investir em adubos e outros insumos na lavoura. Nem sempre a maior dose de nitrogênio irá garantir a maior produção de grãos, visto que existe um limite de resposta das plantas à quantidade de nitrogênio aplicado.

A produção de grãos (PG), em função das doses de nitrogênio, apresentou um comportamento linear, sendo explicado pela equação do 1º grau, com média confiabilidade ($R^2 = 57,80\%$), cuja dose de $320,00 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (X máximo) proporcionou uma produção de grãos de $4.769,35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Y máximo), conforme Tabela 10 e Gráfico 8.

Gráfico 8 - Linha de tendência do desempenho de genótipos de milho sob diferentes doses de nitrogênio obtida através da equação de regressão, em relação a produção de grãos, no município de Rio Largo - AL, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Do ponto de vista econômico e produtivo, os resultados obtidos foram satisfatórios, pois a depender do nível tecnológico utilizado, a diferença na produtividade pode representar um retorno econômico considerável para o produtor, viabilizando assim, a utilização desses genótipos e de suas respectivas doses ideais de nitrogênio para a característica desejada.

5 CONCLUSÕES

Os genótipos de milho: Viçosense, Branca e Nordestino, em condições de superadensamento, tiveram um desempenho satisfatório, tanto na produção e qualidade da forragem, quanto na produção de grãos.

A dose de nitrogênio que garantiu a maior produção de forragem e de grãos, para esta condição de superadensamento de plantas, para todos os genótipos avaliados, foi de 320 kg.ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. W. et al. 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.
- ALMEIDA FILHO, S. L. et al. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes e da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.
- AMARAL FILHO, J. P. R. et al. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Bras. de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.
- ANES VIOLA, E. Considerações sobre a cultura do milho. **Revista IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v. 23, p. 3-8, 1980.
- BAHIA FILHO, A. **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. 170p.
- BAL, M. A. et al. Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, Madrid, v. 86, n. 1, p. 83-94, 2000.
- BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 914p.
- BASTOS, E. A. et al. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 275-280, 2008.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.
- BORGHI, E. et al. Produtividade e qualidade de forragem de milho em função da população de plantas do sistema de preparo do solo e da adubação. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 4, p. 465-471, 2007.
- BRACHTVOGEL, E. L. et al. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2334-2339, 2009.
- BULL, L.T.; CANTARELLA H. **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993. 301p.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de Produção do Milho**. Viçosa: UFV, 2004, p.139-182.

CARNEIRO, G. E. S.; GERAGE, A. C. Densidade de semeadura. In: IAPAR. **A cultura do milho do paraná.** Londrina: IAPAR, 1991. p. 63-70.

CARVALHO, E. V. et al. Adaptabilidade na produção de massa verde e gros de genótipos de milho no Tocantns. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 856-862, 2014.

CARVALHO, I. D. E. **Avaliação de genótipos de milho em consórcio com feijão para a produção de milho verde e grãos.** 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2015.

CASTOLDI, G. et al. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e gros de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011.

CAVALVANTE, F. J. A. et al. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2 aproximação.** 3 ed. Recife: IPA, 2008. 212p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Safras - Séries Históricas, Brasília: CONAB, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 19 jan. 2017.

COSTA, N. R. et al. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

CRUZ, J. C.; MONTEIRO, J. A.; SANTANA, D.P. Recomendações técnicas para o cultivo do milho. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Brasília, 2 ed, p.15-20, 1996.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **A cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2008. 517p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. **rvore do conhecimento do milho, espaçamento e densidade.** Brasília: EMBRAPA, 2009. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_49_168200511159.html> Acesso em: 25 de out. 2016.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO I. A. et al. **Milho: cultivares.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2004. (Embrapa Milho e Sorgo: Sistema de Produção, 1.)

CRUZ, J. C. et al. **Manejo da cultura do milho.** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica/ Embrapa Milho e Sorgo, 87).

CUSTODIO, C. J. S. et al. Fatores que contribuíram para o crescimento da produtividade do milho no Brasil. **Revista Univar**, Barra do Garças, v. 1, n. 15, p. 174-179, 2016.

DAHLEM ZIECH, A. R. et al. Produtividade e componentes de rendimento de milho em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 15, n. 2, p. 195-201, 2016.

DEMÉTRIO, C. S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p. 1691-1697, 2008.

DOURADO NETO, D. D. et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

FALCÃO, R. F. **Avaliação de populações alagoanas e variedades comerciais e crioulas de milho (*Zea mays* L.) em dois municípios do sertão alagoano**. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2014.

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

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, 2012.

FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR: sistema de análise de variância: versão 5.3 (Build 77)**. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de plantas: princípios e perspectivas**. Volume 1. Maceió: EDUFAL, 2006a. 110p.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de plantas: tópicos especiais**. Volume 7. Maceió: EDUFAL, 2006b. 106p.

FERREIRA, P. V. Pesquisa no CECA-UFAL visa desenvolver novas variedades comerciais de milho. **Trevo Rural Nordeste**, Maceió, v. 4, p. 30-31, abril/maio, 2011.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Safra Mundial de Milho**, São Paulo: FIESP, 2016. Disponível em: <http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2016/09/boletim_milho_setembro2016.pdf> Acesso em: 18 out. 2016.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

GARCIA, J. C. et al. **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica/ Embrapa Milho e Sorgo, 74).

GONÇALVES, A. K. A.; SILVA, T. R. B.; BRANDÃO, A. G. Manejo de adubação nitrogenada em milho solteiro e em consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.15, n.2, p. 318-327, 2016.

GRAYBILL, J. S.; COX, W. J.; OTIS, D. J. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n. 3, p. 559-564, 1991.

GUARESCHI, R. F. et al. Produção de silagem de híbridos de milho e sorgo sem nitrogênio de cobertura em safra de verão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 541-546, 2010.

HERINGER, I.; MOOJEN, E. L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 875-882, 2002. Suplemento.

HUBER, D. M.; TSAI, C. Y.; STROMBERGER, J. A. Interaction of K with N and their influence on growth and yield potential of maize. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 48., 1994, Chicago. **Proceedings...** Chicago, Washington: American Seed Company Association, 1994, p. 165-176.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal 2015**, Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_xls.shtm> Acesso em: 19 out. 2016.

KANEKO, F. H. et al. Manejo do solo e do nitrogênio e milho cultivado em espaçamentos reduzidos e tradicional. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 677-686, 2010.

KANEKO, F. H. et al. Análise econômica do milho em função da inoculação com *Azospirillum*, fontes e doses de N em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 15, n. 2, p. 202-216, 2016.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. p. 203-207.

LIMA, E. V. et al. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 125-129, 2001

MACHADO, A. T. Construção histórica do melhoramento genético de plantas: do convencional ao participativo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 35-50, 2014.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Circular Técnica/ Embrapa Milho e Sorgo, 76).

MARTINS, I. S.; CAZETTA, J. O.; FUKUDA, A. J. F. Condições, modos de aplicação e doses de ureia revestida por polímeros na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 3, p. 271-279, 2014.

MELLO, R. Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 48-58, 2004.

MENEZES, C. R. J. **Adubação nitrogenada no milho em sucessão à plantas de cobertura sob sistemas de cultivo do solo**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2016.

MODOLO, A. J. et al. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 435-441, 2010.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro, PR: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000. p.1-2.

MONTEIRO, M. A. R. et al. Desempenho de cultivares de milho para produção de forragem no Estado de Minas Gerais. **Ciências Agrotecnológicas**, Lavras, v. 24, n. 24, p. 869-880, 2000.

ONDEI, V. Mais silagem com milho adensado. **Revista DBO Rural**, São Paulo, v. 20, n. 245, p. 118-122, 2001.

PARIZ, C. M. et al. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.

PARIZ, C. M. et al. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, p. 875-882, 2011.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. P 429-485.

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

PEREIRA, J. R. A. et al. Avaliação da produção de forragem e composição química de três cultivares de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG: SBZ, 1997. p. 167-169.

QUEIROZ, A. M. et al. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011.

RESENDE, S. G.; VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 34-42, 2003.

ROCHA, R. J. S. **Adubação nitrogenada em milho em semeadura direta e cultivo convencional na região Meio-Norte do Piauí**. 2010. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2010.

SANTINI, G.; PAULILLO, L. F. Mudanças tecnológicas e institucionais na indústria de sementes no Brasil: uma análise aplicada aos mercados de milho híbrido e soja. **Agricultura em São Paulo**, v. 50, n. 1, p. 25-42, 2003.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SCALCO, M. S. et al. Produtividade e qualidade industrial do trigo sob diferentes níveis de irrigação e adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 400-410, 2003.

SILOTO, R. C. **Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho**. 2002. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

SILVA, D. C.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. P. **Desempenho de genótipos alagoanos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes densidades de semeadura**. 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2012.

SILVA JUNIOR, A. B. **Desempenho de genótipos de milho sob diferentes espaçamentos entre linhas para múltipla aptidão**. 2015. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2015.

SILVEIRA, J. M. F. J. **Progresso técnico e oligopólio: as especificidades da indústria de sementes no Brasil**. 1985. 169 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1985.

SORATTO, R. P. et al. Fontes Alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 511-518. 2010.

SOUZA, J. A. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011.

SOUZA, J. A. et al. Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 3, p. 321-329, 2012.

SOUZA, J. L. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

SOUZA, W. C. R. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho pelo uso da inoculação com *Azospirillum brasilense* em consórcio com capim xaraés**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP, 2014.

STRIEDER, M. L. **Resposta do milho à redução do espaçamento entrelinhas em diferentes sistemas de manejo**. 2006. 88p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 6, p. 1597-1604, 1999.

UATE, J. V. **Épocas de semeadura do milho e distribuição espacial de plantas**. 2013. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VIÉGAS, G. P. **Utilização do milho no Brasil**. São Paulo: SETA, 1990. 50p.

WILKINSON, J.; CASTELLI, P. **A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil – biotecnologias, patentes e biodiversidade**. Rio de Janeiro: ACTIONAID, 2000. 138p.

WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, H. T. **A cultura do milho em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2010. 480p.