



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**



**MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*)**

**MANOEL FELIX DA SILVA NETO**

**AREIA-PB**

**JULHO DE 2017**

**MANOEL FELIX DA SILVA NETO**

**MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*)**

Trabalho de graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia  
do Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba,  
como parte das exigências para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**Orientador: Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá**

**AREIA – PB**

**JULHO DE 2016**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S586m Silva Neto, Manoel Felix da.

Manejo da adubação potássica na cultura do milho / Manoel Felix da Silva Neto. -  
Areia: UFPB/CCA, 2017.

31 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências  
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Guilherme Silva de Podestá.

1. Milho – Manejo 2. *Zea mays* – Adubação potássica 3. Milho híbrido –Crescimento  
I. Podestá, Guilherme Silva de (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.15

**Manoel Felix da Silva Neto**

**MANEJO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DO MILHO**

MONOGRAFIA APROVADA EM:     /    / 2017    

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá - Orientador

DFCA/CCA/UFPB

---

Prof. Dr. Fabio Mielezrski

DFCA/CCA/UFPB

---

Msc. João Everthon da Silva Ribeiro

PPGA/CCA/ UFPB

### ***Dedicatória***

*Dedico este trabalho ao meu avô  
Manoel Felix da Silva (in  
memorian), antigo professor do  
CCA.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, não só por ter me dado força, sabedoria, saúde para realização de um sonho, mas por ter me dado o dom da vida, família e amigos.

Aos meus pais José Felix e Edilene Felix que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões, a eles minha eterna gratidão.

Minhas avós, Nyedja exemplo de mãe, vó, amiga, sempre almejando o melhor para seus netos, Eva mulher de fibra, exemplo de superação e garra. Tenho sorte de tê-las.

Minha esposa Elza sempre incentivando durante todos esses anos acadêmicos, meu filho João Guilherme que a cada dia me renova, dando-me forças para alcançar meus objetivos, é a razão do meu viver.

Meus irmãos que são o laço mais forte criado por Deus, em especial meu irmão Gabriel Felix que representa o verdadeiro amor fraternal.

A Universidade Federal da Paraíba pelo ambiente criativo e amigável que nos proporciona.

Ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Silva de Podestá pelo comprometimento, apoio e confiança.

Ao Prof. Dr. Fabio Mielezrski pelo empenho, dedicação e incentivo.

Ao amigo Msc. João Everthon da Silva Ribeiro pelo companheirismo,

Aos amigos e colegas da turma 2012.2, cujo peguei no meio do caminho, demonstraram amizade e coleguismo, Em especial Diego Alves, Francisco Jeanes, Joaquin Crispin, Gabriel Gustavo, Expedito Cavalcante, Josevan (Barroso).

Funcionários Lais Ferreira, Solon, Naul, Antonio (Toin), vocês foram essenciais nas atividades de campo, instalação do experimento, e na manutenção do mesmo, como também os estagiários da disciplina grandes culturas.

Por fim agradeço a todos que contribuíram com minha formação desde os primeiros anos de vida até a graduação, a vocês meu muito obrigado.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Tipos de tratamentos e suas doses.....	21
---	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Participação dos países mais importantes na produção mundial do milho - média de 1990 a 2000(FAO,) .....	11
<b>Figura 2.</b> Participação dos estados mais importantes na produção nacional do milho. (IBGE,2005) .....	12
<b>Figura 3.</b> Índice pluviométrico da cidade de Areia ano 2017 (INMET,2017).....	19
<b>Figura 4.</b> Instalação do experimento, plantio, adubação nitrogenada, fosfatada e potássica de semeadura.....	20
<b>Figura 5.</b> Variação da altura média (m) de plantas de milho híbrido AG1051 em função das doses de KCl e períodos de adubação. Areia – PB.....	23
<b>Figura 6.</b> Variação da média de diâmetro do colmo (cm) de plantas de milho híbrido AG151 em função doses de KCl e períodos de adubação. Areia – PB.....	25
<b>Figura 7.</b> Variação da média do número de folhas de milho híbrido AG1051 em função doses de KCl e períodos de adubação. Areia – PB.....	27
<b>Figura 8.</b> . Variação da média do tamanho da tolha média (cm) de milho híbrido AG1051 em função doses de KCl e períodos de adubação. Areia– PB.....	28



## RESUMO

O milho é uma Monocotiledonea herbácea, anual, monóica, pertence a família Poaceae (Gramineae), classificada como *Zea mays* L. O milho é uma das culturas de maior relevância em âmbito nacional. Para aumentarmos a produtividade da cultura, um fator limitante é a nutrição mineral adequada, por meio da adubação, avaliando a necessidade nutricional do vegetal, observando a quantidade total de nutrientes absorvidos. A carência do macronutriente potássio, resulta em uma série de danos ao vegetal, desse modo o presente trabalho visa justamente avaliar a resposta da adubação potássica em diferentes doses e épocas de aplicação. O experimento foi conduzido na área experimental pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais – CCA – Campus II da Universidade Federal da Paraíba localizado no município de Areia-PB. A área experimental foi composta de 4 repetições, em fatorial 2x5, 5 doses de K, e 2 épocas de aplicação do K (semeadura, estágio V5). Avaliaram-se as seguintes variáveis: altura da planta, diâmetro do colmo, número de folhas, comprimento da folha do terço médio. A altura (m) de plantas de milho híbrido AG1051, foi influenciada pelos períodos de aplicação do adubo potássico. Quando as plantas de Milho Híbrido AG1051 foram submetidas a adubação potássica no estágio V5 de desenvolvimento da cultura, a altura média das plantas tendeu a aumentar. Tratando-se do diâmetro do colmo (cm) de plantas de Milho Híbrido AG1051, constatou influenciada dos períodos de aplicação do adubo potássico independente do período de aplicação do adubo, o diâmetro do colmo das plantas tendeu a aumentar até a quantidade de 150 kg/há<sup>-1</sup>. O número de folhas de plantas de Milho Híbrido AG1051, foi influenciado pelos períodos de aplicação do adubo o número de folhas das plantas tendeu a aumentar de forma quadrática, apresentando os valores médios de 8,8 e 8 folhas aos quarenta e cinco dias após plantio para as plantas que receberam adubação no plantio e no estágio V5 de desenvolvimento da cultura respectivamente. O tamanho da folha média de plantas de Milho Híbrido AG1051, foi influenciado pelos períodos de aplicação do adubo, tal variável se comportou de forma quadrática, independente do período de adubação, apresentando os valores médios de 81 cm de comprimento para as plantas que receberam adubação no plantio e 78,6 no tratamento em que a adubação foi realizada no estágio V5 de desenvolvimento da cultura. Assim 50 kg ha<sup>-1</sup> de KCl aplicados na semeadura do milho AG 1051, proporciona melhores valores de altura de planta. A época de adubação não influencia o diâmetro do colmo, sendo a melhor dose a de 150 kg ha<sup>-1</sup>. A época de adubação não influencia a variável número de folhas, sendo a melhor dose a de 200 kg ha<sup>-1</sup>. O maior valor do tamanho do terço médio de folhas, é verificado na adubação realizada no plantio aplicado a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

Palavras chaves: *Zea mayz*, doses, crescimento

## ABSTRACT

Maize is an annual monocotyledonous Monocotyledonous belonging to the family Poaceae (Gramineae), classified as *Zea mays* L. Maize is one of the most important crops in Brazil. To increase crop productivity, a limiting factor is adequate mineral nutrition, through fertilization, assessing the nutritional need of the vegetable, observing the total amount of nutrients absorbed. The lack of potassium macronutrient results in a series of damages to the plant, so the present work aims precisely to evaluate the response of potassium fertilization in different doses and times of application. The experiment was conducted in the experimental area belonging to the Department of Plant Science and Agricultural Sciences - CCA - Campus II of the Federal University of Paraíba located in the city of Areia-Pb. The experimental area was composed of 4 replicates, composed of 10 treatments previously randomized, each treatment with 4 grooves, and 2 times of application of K (sowing, V5 stage). The following variables were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf length of the middle third. The height (m) of Hybrid Corn AG1051 plants was influenced by periods of potassium fertilizer application. When AG1051 Hybrid Corn plants were submitted to potassium fertilization in the V5 stage of crop development, the average height of the plants tended to increase. In the case of the diameter of the stem (cm) of Hybrid Corn AG1051 plants, it was influenced by the periods of application of the potassic fertilizer independent of the period of application of the fertilizer, the diameter of the stem of the plants tended to increase up to the amount of 150 kg / There are 1. The number of leaves of plants of Hybrid Corn AG1051 was influenced by the periods of application of the fertilizer the number of leaves of the plants tended to increase in a quadratic form, presenting the average values of 8.8 and 8 leaves at the forty five days after planting For the plants that received fertilization in the planting and in the stage V5 of development of the culture respectively. The average leaf size of AG1051 Hybrid Corn plants was influenced by the periods of application of the fertilizer, this variable behaved in a quadratic way, independent of the period of fertilization, presenting the average values of 81 cm in length for the plants that received fertilization In the planting and 78.6 in the treatment in which the fertilization was carried out in stage V5 of crop development. Thus 50 kg ha<sup>-1</sup> of KCl applied at corn sowing AG 1051, provides better plant height values. The fertilization season did not influence the diameter of the stem, with the best dose being 150 kg ha<sup>-1</sup>. The time of fertilization does not influence the variable number of leaves, the best dose being 200 kg ha<sup>-1</sup>. The highest value of the average third of leaves size is verified in the fertilization done at the planting applied to the dose of 100 kg ha<sup>-1</sup> of KCl.

Key words: *Zea mays*, doses, growth

## SUMÁRIO

<b>1.Introdução.....</b>	<b>11</b>
<b>2.Revisão de literatura.....</b>	<b>16</b>
2.1 A cultura do milho.....	16
2.2 Milho híbrido AG1051.....	17
2.3 Efeitos da adubação potássica na cultura do milho.....	17
2.4 Sintomas da deficiência da deficiência potássica.....	18
<b>3.Objetivos.....</b>	<b>19</b>
3.1 Geral.....	19
3.2 Específico.....	19
<b>4. Material e Métodos.....</b>	<b>19</b>
4.1 Caracterização da área experimental.....	19
4.2 Descrição dos tratamentos.....	20
4.3 Condução do experimento.....	21
4.4 Variáveis analisadas.....	22
4.5 Delineamento experimental.....	22
<b>5. Resultado e Discussão.....</b>	<b>22</b>
5.1 Altura de planta do milho híbrido AG1051.....	22
5.2 Diâmetro do colmo de planta de milho híbrido AG1051.....	24
5.3 Número de folhas de planta de Milho HíbridoAG1051.....	26
5.4 Tamanho da folha do terço médio da planta de Milho Híbrido AG105.....	27
<b>6. Conclusões.....</b>	<b>29</b>
<b>7. Referência.....</b>	<b>30</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é uma Monocotyledonea herbácea, anual, monóica, pertence a família Poaceae (Gramineae), classificada como *Zea mays L.* de origem do continente americano, foi a partir daí que europeus (português e espanhóis) vieram a conhecê-lo como planta cultivada pelos Incas, Astecas e Maias. Assim sua cultura se propagou para o resto do mundo, provavelmente por esse motivo o continente americano é o maior produtor mundial. (GRANER & JUNIOR, 1967) O milho é uma das culturas de maior relevância em âmbito nacional. Levando em consideração apenas a produção primária, ele corresponde por cerca de 37% da produção nacional de grãos, sendo também de extrema importância como ingrediente básico na nutrição de aves e suínos, (PINAZZA, 2007). O cereal tem essa característica marcante de ser destinada ao consumo humano, além disso, utilizado também na nutrição de animais (EMBRAPA, 2011). Desse modo fortalecendo ainda mais a produção da cultura. O nosso país ocupa a terceira colocação a nível mundial, com participação média de 6% na oferta do produto, perdendo apenas para os Estados Unidos, que detêm o primeiro lugar, onde sua participação no mercado mundial pode chegar a 44%, e na segunda colocação vem a China, com produção equivalente a 21% da oferta mundial da gramínea

A produção de milho no Brasil vem crescendo de forma significativa nas ultimas décadas, do total produzido no Brasil, cerca de 80% se devia a apenas seis estados: Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Santa Catarina. (GALVÃO & MIRANDA, 2004). Já no ano de 2015, a produção nacional de milho obteve uma safra recorde, desempenho este associado a 2ª safra extraordinária que houve, com o acréscimo da produção sucedeu o aumento do rendimento médio, elevando assim a média nacional, havendo também mudanças relacionadas ao líder em produção do grão, pois o Mato Grosso quebrou a hegemonia do estado do Paraná, tornando-se assim o maior produtor do grão no país, com uma produção de 25% contra 18% do concorrente Paraná, em seguida do Mato Grosso do Sul com uma produção de 11,4%, Goiás 11,2%, Minas Gerais 8% e o Rio Grande do Sul 6,5% (IBGE, 2015).

No Nordeste, em particular nos estados que formam o MATOPIBA, e onde o clima foi favorável, apresentou um aumento na área plantada, no Maranhão, por exemplo, só ocorreu o plantio nas áreas onde estão localizados os produtores que possuem maior tecnologia, já no estado do Tocantins ocorreu aumento significativo na área cultivada de aproximadamente 57,6% comparada a safra anterior. Um dado interessante é que o nordeste tem 58% dos estabelecimentos familiares que produzem milho, mas apresentam baixa produtividade (CONAB, 2017). O estado da Paraíba produziu no ano de 2007 um número bem reduzido de grãos levando em consideração a média nacional, com uma área plantada limitada de 163.284 hectares, área colhida de 159.884 hectares e rendimento médio de 460 kg/hectare (IBGE, 2007), esse último valor dez vezes menor que a média nacional (EMBRAPA, 2011). Já no município de Areia-Pb, as atividades estão concentradas nas culturas da cana-de-açúcar, feijão, mandioca, banana e milho. Este último com pouca expressão, devido ao baixo tecnologia utilizada, pouca ou nenhuma informação, pois é basicamente desenvolvidas por pequenos produtores, produção familiar, onde a produção é de subsistência. Assim ficando evidente a falta de incentivos por parte do poder público (BARBOSA et. al, 2010)

Muito embora ocupemos a terceira posição em relação a produção mundial, nossa produtividade ainda não é considerada satisfatória, tendo alguns fatores que impedem sua evolução, como utilização de pouca ou nenhuma tecnologia, baixo nível de capitalização de pequenos produtores, que correspondem a um número significativo da produção nacional. Para aumentarmos a produtividade da cultura, um fator limitante é a nutrição mineral adequada, por meio da adubação, avaliando a necessidade nutricional do vegetal, observando a quantidade total de nutrientes absorvidos. Desse modo pode-se estimar as taxas que serão exportadas por meio da colheita, e as que poderão ser reaproveitadas por intermédio dos restos culturais, (BULL, CANTARELLA, 1993). Sabe-se que as plantas necessitam de alguns elementos apontados como essenciais. A começar pela água e vários compostos orgânicos para que haja um desenvolvimento satisfatório. Os nutrientes exigidos em maior quantidade são os macronutrientes, a exemplo do N, P, K, Ca, Mg e S; já os absorvidos em menor quantidade B, Cl, Co, Fe, Mn,

Mo, Ni, Se, Si, Zn, Cu, são chamados de micronutrientes. Os macronutrientes são exigidos pelas plantas em Kg/ha, os micronutrientes correspondem a g/ha (MALAVOLTA, et al. 1997).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelo milho, requerendo adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, no caso de produtividades elevadas, para a adubação nitrogenada deve-se levar em consideração alguns fatores como: condições edafo-climáticas, sistema de cultivo (convencional, plantio direto), rotação de cultura, época e tipo de aplicação, fonte de N utilizada. Assim fica evidente que as recomendações de N não são uma “receita pronta”, devendo ser cada vez mais específicas para cada cultivo. Já o fósforo tem sua exigência na cultura do milho bem menor do que a já enfatizada exigência de nitrogênio, e que a do potássio. Na recomendação de fósforo as doses normalmente são altas, tendo em vista sua baixa eficiência (20 a 30%) de aproveitamento do nutriente pela cultura. As doses devem ser aplicadas nos sulcos na semeadura e adaptadas a para cada situação, levando em consideração: nível tecnológico, potencial da cultura na região, sem esquecer da análise de solo.

No potássio, o segundo elemento mais exigido pela cultura, é observado que apenas 30% são destinados aos grãos. Nos estudos de campo com adubação potássica eram observados baixos níveis de produtividade, assim eram mais escassos e menos complexos do que os realizados com nitrogênio e fósforo, tendo como fator preponderante para tal, os baixos níveis de produtividade obtidos. Mas nos últimos anos tem-se notado um aumento significativo, que é atribuído a alguns aspectos: uso de híbridos com alto potencial produtivo, ciclo precoce e maior índice de colheita, dentre outros fatores. Como exemplo de aumento de produção pode-se citar os solos do cerrado, onde a quantidade de potássio disponível é normalmente baixa e a adubação com tal elemento produz resultados bem expressivos. Na adubação é mais comum recomendar-se o fertilizante no sulco na semeadura, sendo mais importante em solos deficientes. (COELHO, 2006).

O presente trabalho visa justamente oferecer mais um subsídio a pesquisadores da área, estudantes, como também produtores, para que dessa forma obtenham conhecimento, e no futuro coloquem em prática os

ensinamentos aqui ilustrados. Uma vez que existem poucos trabalhos relacionados ao tema e além do mais, o potássio é um elemento que tem bastante relevância no desenvolvimento do vegetal, pois atua na fotossíntese, na formação de frutos, melhora a qualidade dos produtos e por consequência seu valor nutricional (Takaso et al., 2017) e como enfatiza (Yamada, Roberts 2005) vale salientar que a capacidade do solo fornecer o potássio é limitada, desse modo para que haja uma evolução da produção do milho, sem que tenha deficiências e problemas no crescimento, requer assim um aumento na adubação potássica, e desmitificar uma antiga ideia de que o potássio não é relevante no aumento da produtividade do milho, pois sua deficiência pode trazer grandes prejuízos financeiros ao produtor.

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1 A cultura do milho (*Zea mays*)**

O milho (*zea mays L.*) no Brasil tem apresentado um crescimento expressivo nos últimos anos relacionados a produtividade, o que tem feito com que haja um aumento da sua produção, uma vez que a área plantada tem diminuído no país de forma sistemática. No início dos anos 90 houve uma mudança na evolução da cultura do milho, pois o cultivo do cereal foi substituído pelo cultivo da soja, em razão de uma melhor rentabilidade econômica da oleaginosa, e só após seria semeado o milho denominado “milho safrinha”. Este sistema de produção predomina nos maiores estados produtores do Brasil (Yamada, Roberts 2005). Mas mesmo perdendo espaço para a soja, o milho obteve ainda um crescimento expressivo, relacionado as recomendações de adubação, pois seguindo as inovações tecnológicas e aperfeiçoamento do cultivo obteve melhorias relevantes como as orientações relativas a dosagem de nutrientes de acordo com a produtividade esperada, o que pode variar bastante na cultura, devido aos diferentes tipos de solo, manejo, épocas de plantio. Tal conceito está diretamente ligado a situação de que culturas com melhores rendimentos extraem e exportam maiores quantidades de nutrientes, assim necessitam de doses diferentes do fertilizante (Galvão & Miranda, 2004). A adubação mostra sua clara eficiência em cultivos irrigados no Nordeste, em locais onde pode haver 2 a 3 safras de milho por ano na mesma área, dessa forma esgotando o solo, os agricultores são habituados a consorciar o milho com feijão, tal prática ajuda na fixação de N, pois a leguminosa retira o azoto do ar para seu uso, assim há uma sobra que é aproveitada pelo cereal, ainda assim é necessário realizar-se adubação (Gomes, 1984).

Ainda hoje é costumeiro o ato de realizar adubação baseada em experiências regionais ou em vagas informações sobre a cultura, apesar de válido tal conhecimento para se obter níveis médios de produtividade, normalmente não são confiáveis e até mesmo podem causar danos financeiros ao produtor. Deve-se entender que cada solo apresenta uma capacidade diferente de fornecer nutrientes, levando em consideração vários fatores, assim



faz-se necessário quantificar via análise química de solo, a capacidade dos solos em fornecer nutrientes e o estado nutricional como meio para viabilizar o uso do fertilizante, bem como levar em consideração a reciclagem de nutrientes. (Yamada, Roberts 2005).

### **2.1 Milho híbrido AG 1051**

O uso de cultivares com maiores potenciais produtivos juntamente adaptados a condições regionais adversas, tem como base tecnologias de extrema importância para potencializar a produtividade da cultura, tendo como fator preponderante fazer com que tal prática não cause prejuízos ao agricultor, tornando a cultura viável (Filho, 1992).

O milho híbrido AG 1051 tem como característica arquitetura foliar aberta, ciclo semi-precoce, grãos dentados amarelos, altura média da planta 2,20m, altura de inserção da espiga considerada alta 1,12m, podendo sua produção ser destinada a produção de grãos, silagem, milho verde (Palhares 2003). Possui vantagens agrônômicas essenciais tais como: flexibilidade de plantio em todas as regiões do Brasil, Alto potencial de produção de matéria seca e de proteína para a silagem, versatilidade quanto ao seu uso: silagem, pamonha ou milho-verde, além de oferecer benefícios ao produtor rural apresentando excelente janela de corte (lenta velocidade de maturação dos grãos) permitindo maior tempo para operação de ensilagem, perfeito para os mercados de milho-verde e pamonha, com excelente rendimento, maior tempo de durabilidade de milho verde para bandeja (Agrocere, 2017).

### **2.3 Efeitos da adubação potássica na cultura do milho**

O adubo que detém a maior demanda comercial no mundo é o cloreto de potássio, tamanho consumo é atribuído principalmente a alta concentração de  $K_2O$  (cerca de 60%), entretanto dos fertilizantes usados rotineiramente o cloreto de potássio é o que apresenta maior índice salino, portanto deve-se haver um cuidado na aplicação do fertilizante principalmente na adubação de semeadura, para que não haja contato com a parte de propagação, dessa forma sendo contra indicado para algumas culturas (Carvalho et.al. 2005)

De acordo com (Filho, 1992) o K exerce função extremamente relevante na fotossíntese, entendida como transformação da energia luminosa em energia química, dessa forma como as funções vitais da planta de certa forma dependem da fotossíntese o potássio terá efeito significativos na planta, tais como:

- Maior assimilação de CO<sub>2</sub>.
- Maior translocação de carboidratos produzidos nas folhas para outras partes da planta.
- Maior síntese de sacarose, amido, lipídios, aminoácidos e proteínas.
- Uso mais eficiente da água, por meio de um melhor controle na abertura e fechamento de estômatos.

O estágio de emergência que se estende até o aparecimento da inflorescência masculina marca o período onde a exigência nutricional da planta pelo K é mais intensa que a dos demais macronutrientes, em seguida a acumulação é mais moderada, conservando-se assim até o fim do ciclo (KRUG, C. et al., 1966). Apesar de indispensável o fornecimento de nutrientes básicos para as plantas a fim de haver um aumento da produtividade do grão, a ampliação da eficiência da nutrição potássica é essencial, pois ao contrário do N o único meio para o K ser absorvido pelas plantas é através das reservas existentes nos solos, reaproveitado dos restos culturais bem como de aplicação de fertilizantes (Yamada, Roberts 2005).

## **2.4 Sintomas da deficiência potássica**

A carência do macronutriente potássio, resulta em uma série de danos, aparecimento de clorose nas pontas e margens das folhas mais velhas seguida de secamento, necrose e dilaceração do tecido, os colmos apresentarão internódios mais curtos; as folhas mais novas podem mostrar clorose interval, outro sintoma típico da deficiência do K na cultura do milho é o acamamento de plantas devido a quebra do colmo (Yamada Roberts, 2005)

### 3. OBJETIVOS.

#### 3.1 Objetivo geral

Avaliar a resposta do milho híbrido AG 1051 sobre as características de crescimento, de acordo com o modo de aplicação do potássio, utilizando 5 doses do elemento em duas épocas de aplicação (semeadura e estágio V5). A partir daí, analisar qual o melhor tratamento.

#### 3.2 Objetivo específico

De acordo com a resposta da planta as doses do potássio, disponibilizar informações a produtores da região, sobre o manejo mais adequado a região do brejo.

### 4. MATERIAL E MÉTODOS

#### 4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais – CCA – Campus II da Universidade Federal da Paraíba localizado no município de Areia-Pb. Município este localizado na microrregião geográfica do brejo paraibano, onde a temperatura média anual varia entre 21 e 28°C, com pluviosidade média em torno de 1400 mm e umidade relativa chega a 100% em dias chuvosos.

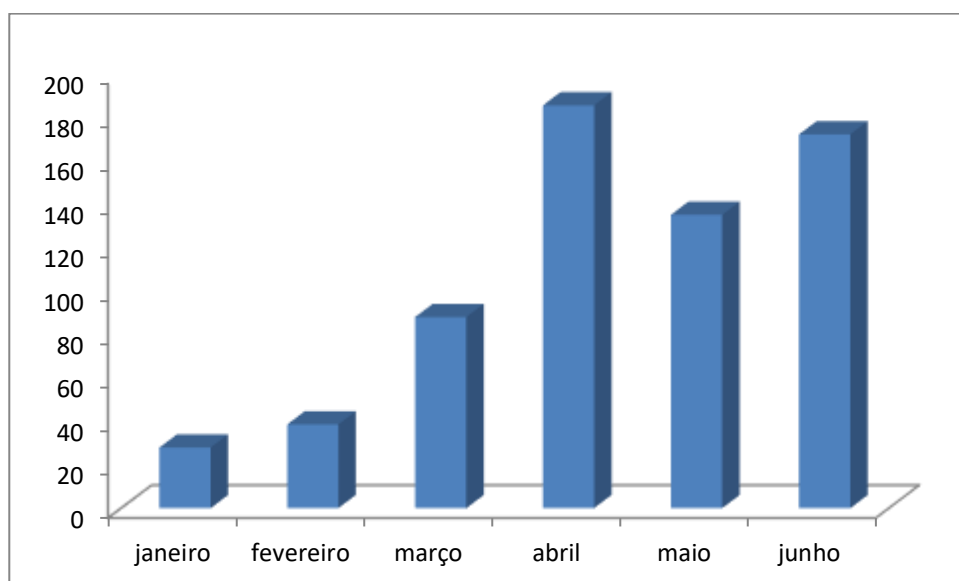


Figura 1. Instituto Nacional de Meteorologia. (Inmet, 2017)

A área experimental foi composta de 4 repetições, cada um deles com 10 tratamentos, cada parcela com 4 sulcos, as parcelas medindo 4,5m<sup>2</sup>. Cinco plantas foram escolhidas aleatoriamente das duas linhas centrais de cada parcela, para que assim fossem avaliadas.

#### **4.2 Descrição dos tratamentos**

Composto por 10 tratamentos previamente casualizados, e por 2 épocas de aplicação do K (semeadura, estágio V5).

Todo o experimento foi adubado com N (30kg/ha<sup>-1</sup>) e P (60kg/ha<sup>-1</sup>) o que os diferenciou foram as doses do K (0kg/ha<sup>-1</sup>, 50kg/ha<sup>-1</sup>, 100kg/ha<sup>-1</sup>, 150kg/ha<sup>-1</sup>, 200 kg/ha<sup>-1</sup>) em duas épocas, dessa forma 5 parcelas de cada bloco foram adubadas na semeadura com o K, posteriormente no estágio V5 as outras parcelas restantes também foram adubadas com as dosagens de K de acordo como casualizadas no croqui. A tabela 1 descreve os tratamentos.



**Figura 2** Instalação do experimento, plantio, adubação nitrogenada, fosfatada e potássica de semeadura

**Tabela 1.** Doses de K administrados por parcela, semeadura e estágio V5.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO Kg/k/ha <sup>-1</sup>
T1 S	0
T2 S	50kg/ha
T3 S	100kg/ha
T4 S	150kg/ha
T5 S	200kg/ha
T6 V5	0
T7 V5	50kg/ha
T8 V5	100kg/ha
T9 V5	150kg/ha
T10 V5	200kg/ha

S- adubação na semeadura  
V5- adubação no estágio V5

#### 4.3 Condução do experimento

A semeadura foi realizada manualmente, a uma profundidade de 3cm, onde foram plantadas 30 sementes a cada linha de 3 metros, as linhas foram espaçadas umas das outras em 50cm. Utilizou-se sementes do híbrido AG 1051. A adubação de semeadura foi realizada com as seguintes dosagens: N- 30 kg/ha<sup>-1</sup>, P- 60 kg/ha<sup>-1</sup>, K (0,50,100,150,200 kg/ha<sup>-1</sup>), como fonte para os nutrientes foram utilizados uréia, superfosfato simples, cloreto de potássio. As avaliações foram realizadas 45 dias após a semeadura, onde foram avaliadas 5 plantas aleatórias das duas linhas centrais.

#### **4.4 Variáveis analisadas**

Altura da planta- utilizando trena métrica, partindo da base do colo da planta até o ápice da última folha totalmente aberta. Valores expressos em cm.

Diâmetro do colmo- Com o auxílio de um paquímetro. Foram feitas as medições a partir do colmo a 2 cm do solo. Valores expressos em cm.

Número de folhas- Realizada manualmente, contando o número de folhas fisiologicamente ativas na planta.

Comprimento da folha do terço médio- com auxílio de uma trena métrica, medições realizadas para assim observar se há diferença entre os tratamentos. Valores expressos em cm.

#### **4.5 Delineamento experimental**

O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC) num esquema fatorial 2x5 (época de aplicação x cinco níveis de adubação), com quatro repetições, onde foram adubadas 5 parcelas de cada repetição na semeadura similarmente 5 parcelas adubadas no estágio V5 da planta, adubação esta realizada em parcelas de 4,5 m<sup>2</sup>, em um total de 18 m<sup>2</sup> por tratamento, assim resultando uma área de 270m<sup>2</sup> (figura 4).

.Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de variância com regressão polinomial, para realização das análises utilizou-se o programa estatístico Sisvar. Em cada parcela foram avaliadas 5 plantas, sendo avaliadas 50 plantas por bloco.

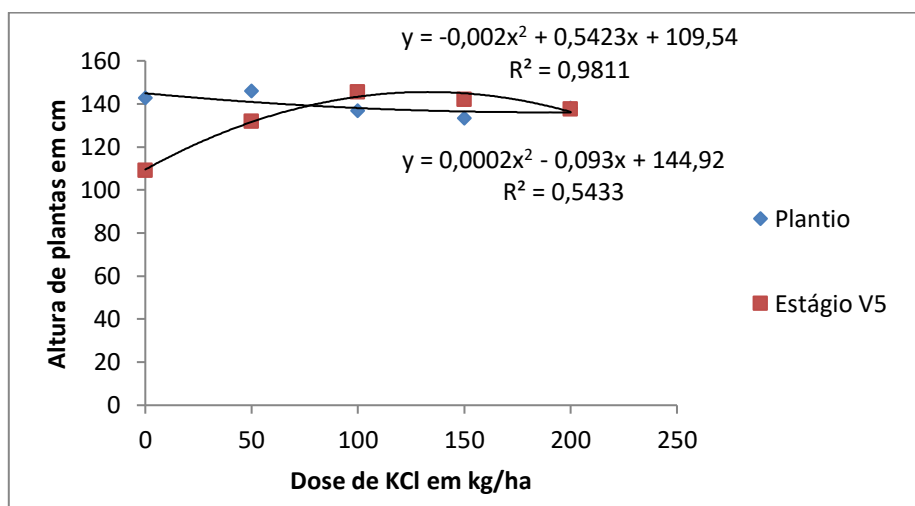
### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **5.1 Altura de planta de Milho Híbrido AG1051**

A altura (m) de plantas de Milho Híbrido AG1051 (Figura 5), foi diretamente influenciada pelos períodos de aplicação do adubo potássico, verificando-se efeito significativo no modelo quadrático de regressão ( $p \leq 0,05$ ) entre a variável (altura de planta) e período de aplicação do adubo potássico ao solo (plantio e estágio de desenvolvimento V5).

Quando as plantas de Milho Híbrido AG1051 foram submetidas a adubação potássica no estágio V5 de desenvolvimento da cultura, a altura média das plantas tendeu a aumentar até a quantidade aplicada ao solo de 100 kg há<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (KCl), atingindo 1,45 metro de altura aos 45 dias após o plantio, com o aumento das doses do adubo aplicado ao solo, verificou-se reduções da altura de plantas chegando 1,37 metros de altura na maior dose da adubação potássica (200 kg há<sup>-1</sup> de KCl).

Comportamento semelhante a este resultado foi verificado para as plantas que receberam adubação potássica no plantio, onde se verificou aumento da altura das plantas até a dose de 50 kg há<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, atingindo neste ponto 1,45 metros de altura aos 45 dias após o plantio, e com os incrementos das doses do adubo aplicado ao solo não foi verificado aumento da altura das plantas.



**Figura 5.** Variação da altura média (m) de plantas de Milho Híbrido AG1051 em função das doses de KCl e períodos de adubação. Areia – PB.

Inicialmente a taxa de absorção de potássio pelas plantas é lenta, aumentando depois dos 30 dias após a germinação (GAMBOA, 1980), isso explica o fato de ter havido um decréscimo na altura de plantas logo na dose de 50 kg há<sup>-1</sup> de KCl quando a adubação foi realizada no plantio. Pois no momento em que as plantas requeriam maiores quantidade do nutriente o potássio já não está mais disponível para as plantas, tendo em vista que o nutriente se encontra, no KCl, na forma absorvível pela planta, no caso K<sub>2</sub>O, que é uma forma facilmente perdido via lixiviação, pois esta forma de nutriente

apresenta alta solubilidade em água (Raij et al, 2011), justificando assim o menor tamanho de plantas neste tratamento.

Segundo Borin et al. (2010), inicialmente as plantas de milho apresentam maior absorção de nitrogênio, seguidos do potássio, onde mesmo com o aumento da dose do adubo, as plantas absorviam pequenas quantidades de potássio no início do seu desenvolvimento, requerendo maiores quantidades com o passar do tempo e neste momento o nutriente já não estava mais disponível as plantas, fato este que não foi verificado para a adubação no estágio V5, pois a adubação potássica foi realizada juntamente na fase em que as plantas começam a requerer maiores quantidade do nutriente.

Contudo, esperava-se que houvesse aumento da altura de plantas, com aumento das doses do adubo aportado ao solo, pois o potássio é elemento ativador de mais de 60 enzimas na planta, sendo muito importante na expansão do volume celular e transporte de íons até as células meristemáticas (VALDERRAMA et al., 2008), promovendo aumento no crescimento das plantas.

De um modo geral, as plantas de milho quando atingem 60-70 dias de desenvolvimento cerca de 90 % de sua necessidade de potássio já foi atendida (COELHO, 2006), portanto o parcelamento da adubação potássica deve ser realizado antes desse período para haver melhor aproveitamento do nutriente pela cultura.

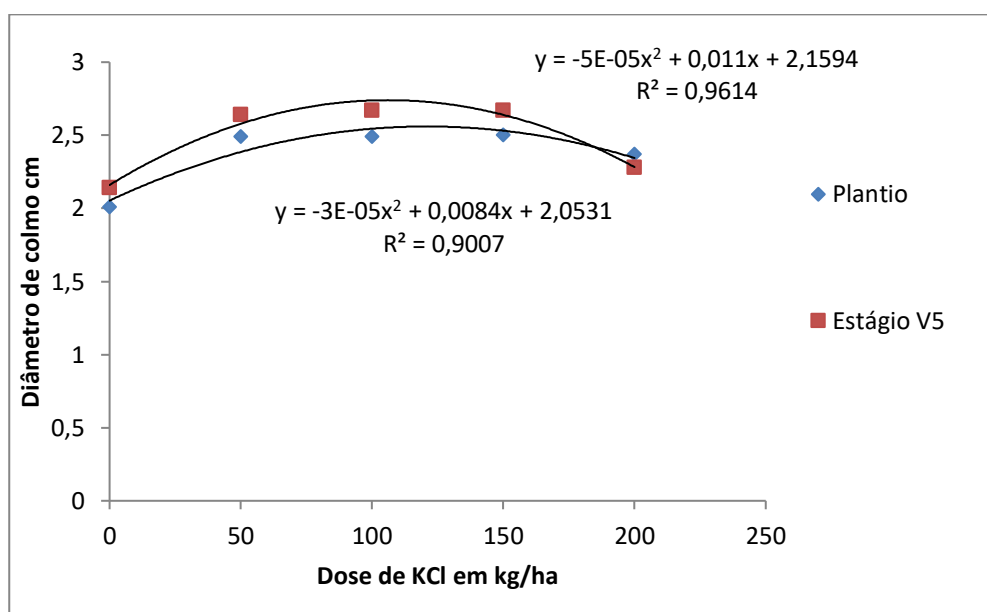
## **5.2 Diâmetro do colmo de planta de Milho Híbrido AG1051**

Tratando-se do diâmetro do colmo (cm) de plantas de Milho Híbrido AG151 (Figura-6), constatou influenciada dos períodos de aplicação do adubo potássico, verificando-se efeito significativo no modelo quadrático de regressão ( $p \leq 0,05$ ) entre a variável e período de aplicação do adubo (plantio ou estágio V5 de desenvolvimento). Independente do período de aplicação do adubo, o diâmetro do colmo das plantas tendeu a aumentar até a quantidade de 150 kg



há<sup>-1</sup> de cloreto de potássio aplicado ao solo, atingindo 2,5 e 2,67 cm para as plantas que receberam adubação no plantio e no estágio V5 respectivamente.

O colmo do milho é considerado uma estrutura de reserva de sólidos solúveis, sendo esta reserva maior conforme o aumento do seu diâmetro, consequentemente maiores valores de diâmetro proporcionaram maior capacidade de armazenamento de fotoassimilados, o que contribui consideravelmente para a formação de espiga e grãos (GIMENES et al., 2008).



**Figura 6.** Variação da média de Diâmetro do Colmo (cm) de plantas de Milho Híbrido AG151 em função doses de KCl e períodos de adubação. Areia – PB.

O diâmetro do colmo das plantas aumentou de forma quadrática ( $R^2 = 90$  e  $96\%$ ) para o período de adubação no plantio e no estágio V5 respectivamente, apresentando valores médios de 2,49 cm (plantio) e 2,64 cm (estágio V5) aos quarenta e cinco dias após plantio. Tal comportamento é esperado, levando em consideração a evolução do crescimento da planta e acúmulo de biomassa de acordo com o desenvolvimento do vegetal.

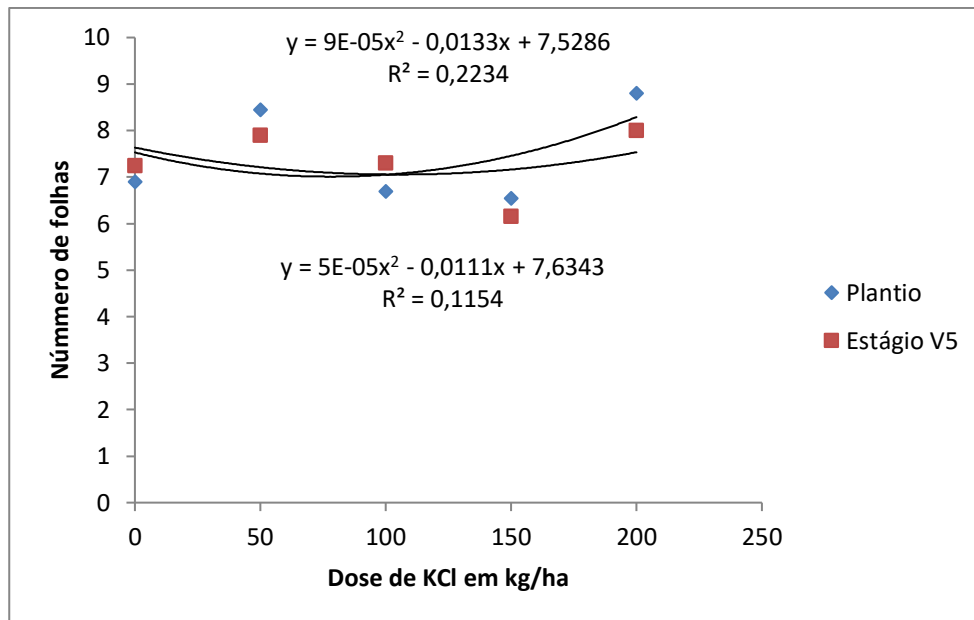
Incrementos no diâmetro do colmo, através das adubações, favorece o transporte de água, nutrientes e seiva elaborada entre raiz e folhas, portanto, uma planta com maiores diâmetros de colmo em ambientes adequados refletirá diretamente na capacidade da mesma em expressar seu potencial produtivo (SANTOS et al. 2013), seja em grãos ou palha.

Esse mesmo comportamento do diâmetro das plantas de Milho Híbrido AG1051 verificado neste trabalho, onde foi constatado que os valores médios de diâmetro não aumentaram com o aumento da dose de adubo potássico fornecido as plantas, também foi verificado por Rodrigues et al. (2014) que utilizando doses crescente de cloreto de potássio de 0, 40, 80 e 120 Kg ha<sup>-1</sup> na cultura do milho no cerrado brasileiro, também não verificou incremento no valor do diâmetro do colmo das plantas entre os tratamentos executados.

### **5.3 Número de folhas de planta de Milho Híbrido AG1051**

O número de folhas de plantas de Milho Híbrido AG1051 (Figura 7), foi influenciado pelos períodos de aplicação do adubo, verificando-se efeito significativo no modelo quadrático de regressão ( $p \leq 0,05$ ) entre a variável número de folha e período de aplicação do adubo. O número de folhas das plantas tendeu a aumentar de forma quadrática, apresentando os valores médios de 8,8 e 8 folhas aos quarenta e cinco dias após plantio para as plantas que receberam adubação no plantio e no estágio V5 de desenvolvimento da cultura respectivamente. Estes valores de número de folhas correspondem a maior dose da adubação potássica fornecida as plantas (200 kg há<sup>-1</sup> de KCl).

A senescência das folhas é um processo comum e natural no ciclo das plantas, caracterizando a etapa final do desenvolvimento dos órgãos vegetais (Dangl et al., 2000). Para Borrás et al. (2003), ela ocorre durante todo o ciclo vegetal e pode ser acelerada ou estimulada em função de limitações hídricas, nutricionais e de manejo da lavoura. A maior dose da adubação potássica (200 kg há<sup>-1</sup> de KCl) promoveu uma acelerada emissão de folhas novas quando comparadas as doses menores de adubação. Isso reflete diretamente no aumento da área fotossintética da planta, o que está relacionado com aumento da produção ou redução do ciclo vegetativo. Rezende et al. (2015) relatou atraso do início do período reprodutivo em 1,9 dias, para plantas em área fotossintética reduzida quando comparadas com plantas com área fotossintética normal.

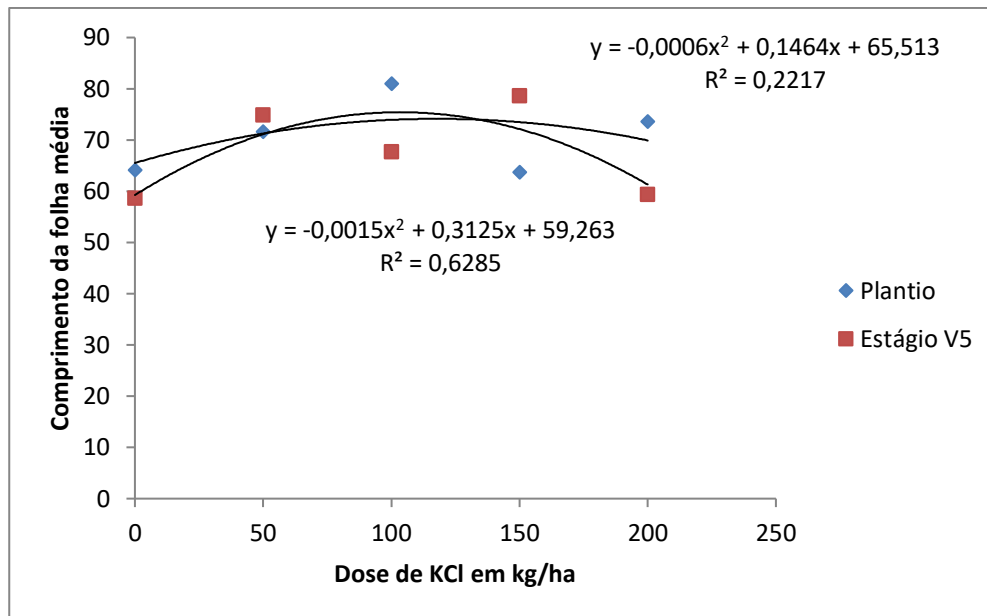


**Figura 7.** Variação da média do Número de Folhas de Milho Híbrido AG1051 em função doses de KCl e períodos de adubação. Areia – PB.

Segundo Ritchie et al. (1993) quando as plantas de milho estão no estágio de desenvolvimento com 20 a 25 dias após a emergência, as planta apresenta-se com quatro folhas completamente expandidas, e com mais duas em desenvolvimento. Neste trabalho as plantas que receberam adubação potássica no plantio e no estágio V5, estavam em média com 6,9 e 7,3 folhas respectivamente.

#### **5.4. Tamanho da folha do terço médio da planta de Milho Híbrido AG1051**

O tamanho da folha média de plantas de Milho Híbrido AG1051 (Figura 8), foi influenciado pelos períodos de aplicação do adubo, verificando-se efeito significativo no modelo quadrático de regressão ( $p \leq 0,05$ ) entre a variável, tamanho da folha média e período de aplicação do adubo. A variável, tamanho da folha média se comportou de forma quadrática, independente do período de adubação, apresentando os valores médios de 81 cm de comprimento para as plantas que receberam adubação no plantio e 78,6 no tratamento em que a adubação foi realizada no estágio V5 de desenvolvimento da cultura.



**Figura 8.** Variação da média do Tamanho da Folha média (cm) de Milho Híbrido AG1051 em função doses de KCl e períodos de adubação. Areia – PB.

A plantas que receberam adubação no plantio, apresentaram aumento do comprimento das folhas ate a dose 100 kg há<sup>-1</sup> de KCl, com comprimento médio de 81 cm e a partir desta dose o comprimento das folhas tendeu a diminuir chegando a 73,65 cm na maior dose (200 kg há<sup>-1</sup> de KCl). Comportamento semelhante foi verificado para as plantas adubadas no estagio V5, onde verificou aumento ate a dose de 150 kg há<sup>-1</sup> de KCl com tamanho médio de 78, 6 cm e decresceu para 59,35 na dose de 200 kg há<sup>-1</sup> de KCl.

O tamanho de folha média é uma variável que desempenha fundamental importância para a planta, pois além de determinar a sua arquitetura, refletindo diretamente em sua organização e eficiência para captar luz solar, é o órgão fotossinteticamente mais ativo do vegetal, e quanto maior a sua área, maior a fixação de carbono e fotossimilados e consequentemente maior a produção, seja de massa verde ou grãos.

## **6. Conclusões**

50 kg/ha<sup>-1</sup> de KCl aplicados na semeadura do milho AG 1051, proporciona melhores valores de altura de planta.

A época de adubação não influencia o diâmetro do colmo, sendo a melhor dose a de 150 kg/ha<sup>-1</sup>.

A época de adubação não influencia a variável número de folhas, sendo a melhor dose a de 200 kg/ha<sup>-1</sup>.

O maior valor do tamanho do terço médio de folhas, é verificado na adubação realizada no plantio aplicado a dose de 100 kg/ha<sup>-1</sup> de KCl.

## 7. REFERÊNCIAS

- BARBOSA., R. S.; NEVES, A. M.; ALVES, T. L. B.. A produção agrícola no município de Areia – PB. Eng. 2010, [S.L], jan. 2012. Disponível em: <[www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=4129](http://www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=4129)>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- BULL, Leonardo Theodoro; CANTARELLA, Heitor. **Cultura do milho**: Fatores que afetam a produtividade. 1 ed. Piracicaba: [s.n.], 1993. 63-64 p.
- CARVALHO, J. C. R. D. et al. **Fertilizantes e fertilização**. Cruz das Armas: [s.n.], 2005. 69 p.
- COELHO, A. M. Nutrição e Adubação do Milho. Circular técnica n. 78. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ\\_78.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_78.pdf)>. Acesso em: 11/07/2017.
- EMBRAPA. **Cultivo do milho**. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/economia.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/economia.htm)>. Acesso em: 30 jun. 2017.
- FILHO, Domingos Fornasieri. **A cultura do milho**. Jaboticabal: [s.n.], 1992. 63-164 p.
- GALVÃO, João Carlos Cardoso; MIRANDA, Glauco Vieira. **Tecnologia de produção do milho**: Economia, cultivarres, biotecnologia, safrinha, adubação, quimigação, doenças, plantas daninhas e pragas. 1 ed. Viçosa: UFV, 2004. 15-20-152 p.
- GOMES, Pimentel. **Adubos e adubações**. 11 ed. São Paulo: Livraria Nobel, 1984. 124 p.
- GRANER, E.A.; JÚNIOR, C. Godoy. **Culturas da fazenda brasileira**. 4 ed. São Paulo: [s.n.], 1967. 384 p.
- HTTP://WWW.SEMENTESAGROCERES.COM.BR. **Sementes agroceres**. Disponível em: <[http://www.sementesagroceres.com.br/pages/Produto.aspx?p=AG\\_1051](http://www.sementesagroceres.com.br/pages/Produto.aspx?p=AG_1051)>. Acesso em: 11 jun. 2017.
- HTTPS://WWW.EMBRAPA.BR/MILHO-E-SORGO. **Nutrição e adubação do milho**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/deficiencia/deficiencia.html>>. Acesso em: 29 abr. 2017.
- KRUG, C. et al. **Cultura e adubação do milho**. São Paulo: [s.n.], 1966. 388 p.

- MALAVOLTA, Euripedes; VITTI, Godofredo Cesar; OLIVEIRA, Sebastião Alberto De. **Avaliação do estado nutricional da plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 6 p.
- PINAZZA, Luiz Antonio. **Cadeira produtiva do milho**: Serie agronegócios. 1 ed. [S.L.]: Qualidade, 2007. 11 p.
- TAKASU, A. T.; HAGA, K. I.; ALVES, R. A. F. R. E C. J.. PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO POTÁSSICA. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Ilha Solteira, SP, Brasil,, v. 13, n. 2, p. 154-161, 201./jun. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p154-161>>. Acesso em: 30 jun. 2017.
- WWW.AGENCIAPRODETEC. **Produção de milho deslancha no nordeste**. Disponível em: <<http://www.agenciaprodetec.com.br/component/content/article/228-producao-de-milho-deslancha-no-nordeste.html>>. Acesso em: 23 jun. 0017.
- YAMADA, Tsuioshi; ROBERTS, Terry L.. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: [s.n.], 2005. 614-615-616 p.
- GAMBOA, A. **La fertilizacion dei maiz**. Instituto Internacional de la potasa Berna, Boletín 11, p.5. 72p. 1980.
- BORIN, A. L. D. C.; LANA, R. M. Q.; PEREIRA, H. S. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. **Ciência e Agrotecnologia**. vol.34, Lavras Dec. 2010.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, abr./jun. 2011.
- RODRIGUES, M. A. C.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.2, p.127–133, 2014.
- BORRÁS, L.; MADDONI, G.; OTEGUI, M. E. **Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects**. Field Crops Research, Amsterdam, v. 82, n. 1, p. 13-26, 2003.
- DANGL, J. L.; DIETRICH, R. A.; THOMAS, H. **Senescence and programmed cell death**. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. Biochemistry and molecular biology of plants. Rockville: American Society of Plant Physiologists,. Cap. 15, p. 1044-1100, 2000.

GIMENES, M. J.; VICTORIA FILHO, R.; PRADO, E. P.; POGETTO, M. H. F. A. D.; CHRISTOVAM, R. S. **Interferência de espécies forrageiras em consórcio com a cultura do milho**. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.15, n.2, p.61-76. 2008.

SANTOS, O. J. A. P.; MILANI, K. M. L.; MOREIRA, G. G.; ZUCARELLI, J. V. LIMA, G.; TAKAHASHI, B. Y.; ZUCARELLI, C.; OLIVEIRA, A. L. M. Avaliação da arquitetura de plantas de milho inoculadas com diferentes estirpes de bactérias promotoras do crescimento vegetal. **Biochemistry and Biotechnology Reports**. Londrina-PR, Número Especial v. 2, n. 3, p. 384-387, 2013.

REZENDE, W. S.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M. FRACO, C. J. F.; FERREIRA, M. V.; FERREIRA, A. S. Desenvolvimento e produtividade de grãos de milho submetido a níveis de desfolha. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.50, n.3, p.203-209, mar. 2015.