



UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO DA INTERNACIONAL DA

LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL

CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ESTEFANUS PEREIRA

**ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA APLICADA PELO
MÉTODO CONVENCIONAL NAS CONDIÇÕES DO LITORAL CEARENSE**

REDENÇÃO- CE 2017

ESTEFANUS PEREIRA

ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA APLICADA PELO
MÉTODO CONVENCIONAL NAS CONDIÇÕES DO LITORAL CEARENSE

Trabalho de conclusão do curso de
Graduação em Agronomia apresentado
como requisito para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo da Universidade
da Integração Internacional da Lusofonia
Afro-Brasileira.

Orientador: Prof. Dr Geocleber Gomes de Sousa

Coorientador: Dr. Abelardo Lopes Amaral Neto

REDENÇÃO – CE 2017

ESTEFANUS PEREIRA

ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA APLICADA PELO
MÉTODO CONVENCIONAL NAS CONDIÇÕES DO LITORAL CEARENSE

Trabalho de conclusão do curso de Graduação em
Agronomia apresentado como requisito para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da
Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro-Brasileira.

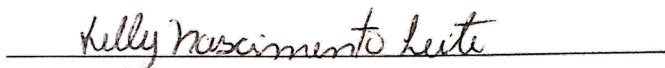
Aprovado em : 05/12/2017

BANCA EXAMINADORA



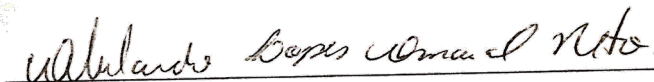
PROF. DR. GEOCLEBER GOMES DE SOUSA (UNILAB)

Orientador (a)



PROFA. DRA. KELLY NASCIMENTO LEITE (UFA)

Avaliador 1



PROF. DR. ABELARDO LOPES AMARAL NETO (UFC)

Avaliador 2

REDENÇÃO – CEARÁ 2017

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista a Deus pois sem ele eu não teria forças para essa longa jornada. Agradeço aos meus pais, meus professores e aos meus colegas que me ajudaram na conclusão da monografia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que me concedeu a vida e todas as oportunidades de crescimento profissional pessoal.

Aos meus pais e demais familiares, pelo incentivo e apoio incondicional.

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira que concedeu a estrutura necessária de um curso digno de graduação.

Agradecer ao governo Timor-Leste principalmente o Ministério da Educação (MEC) pelo apoio financeiro durante a minha estadia no Brasil.

Ao Universidade de Timor – Leste (UNTL).

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa pelo impagável e imprescindível acompanhamento e pela orientação deste trabalho de conclusão de curso.

Ao departamento de Engenharia Agrícola da UFC junto com Prof. Dr. Aberlado Amaral pelo espaço oferecido para a realização do experimento.

Aos professores: Professora Kelly Nascimento Leite e Prof. Dr. Lucas Luz Nunes pelo apoio e amizade sem a qual não teria essa oportunidade.

Aos meus colegas Marcio Henrique da Costa Freire, Jhonatan Richeds da Silva Sales, Eva Maria Freitas Magalhães, Emanuel D'Araújo.

Aos todos os meus colegas de 2012.2 de curso de agronomia, pela amizade e companheirismo que tiveram comigo durante o curso de graduação.

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, deixo meus sinceros agradecimentos.

LISTAS DE FIGURAS

Figura (1). Vista aérea da Estação Meteorológica, com destaque da área destinada aos experimentos.....	12
Figura (2). Croqui da área experimental.....	14
Figura (3). Área plantado com espaçamento definida, FORTALEZA, Ceará, 2016.....	14
Figura (4). Disposição o sistema de irrigação instalado na área experimental, FORTALEZA, Ceará, 2016.....	15
Figura (5). Avaliação da altura da planta (A) e da área foliar (B), e matéria seca parte aérea Fortaleza, Ceará, 2016.....	17
Figura (6). Altura de planta da soja em função de doses de potássio aplicadas pelo método convencional.....	19
Figura (7). O diâmetro de caule em relação ao doses de potássio aplicadas pelo método convencional.	
Figura (8). Massa de vagem da cultura da soja em função de doses de potássio aplicado pelo método convencional.....	20
Figura (9). Massa seca parte aérea da soja em função de doses de potássio aplicadas pelo método convencional.....	21
Figura (10). Numero de vagem por planta da soja em função de doses de potássio aplicadas pelo método convencional.....	22
Figura (11). Produtividade da soja em função de doses de potássio aplicas pelo método convencional.....	23

LISTAS DE TABELAS

Tabela (1). Alguns atributos físicos e químicos do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,2 m, antes da aplicação dos tratamentos.....13

Tabela (2). Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de vagem por planta (NVP), matéria seca parte aera (MSPA), massa de vagem (MV), produtividade (PROD) e área foliar (AF), sobre diferentes doses de K_2O aplicadas de forma convencional aos 120 dias.
.....18

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Hipótese (S) Científica (S)	15
1.2. Objetivos	15
1. 2. 1. Objetivo geral.....	15
1.2. 2. Objetivos Específicos.....	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1. Origem da soja : Aspectos gerais	16
2.2. Importância da cultura da soja no Brasil	18
2.3. Adubação potássica	20
2.3.1. Manejo de adubação.....	20
2.3.3. Adubação convencional de potássio (K)	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Características da área experimental	25
3.1.1 Localização do experimento.....	25
3.1.2.Clima da região.....	25
3.1.3. Solo da área experimental	26
3.1.4. Croqui da Área experimental	27
3.1.5. Delineamento experimental.....	28
3.1.5. Preparo do solo, plantio, cultivar e tratos culturais	28
3.2. Sistema de irrigação	29
3.3. Tempo da irrigação.....	29
4. Variáveis analisadas	31
4.1. Crescimento	31
4.2. Produtividade	33
4.3. Análise estatística	33
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO	42
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) é anual, herbácea, ereta, autógama. Apresenta variabilidade para as características morfológicas, as quais são influenciadas pelo ambiente como altura da planta e quantidades de vagens. É uma das culturas mais importante no Brasil, e devido as suas características e o intenso melhoramento genético, esta oleaginosa vem sendo expandida no país para diversas áreas, e a região do semiárido Nordestino surge como suporte a esse avanço, por possuir solos jovens e férteis, por seu alto teor de proteínas proporcionou múltiplas utilizações e a formação de um complexo industrial destinado ao seu processamento, visando a produção de óleo e farelo. A aplicação de K pelo método convencional pode aumentar a produtividade da cultura da soja. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento inicial e a produtividade da cultura da soja em função de diferentes doses de potássio aplicadas pelo método convencional sob da cultura da soja no litoral de Cearense. O experimento foi realizado na área experimental da Estação Agrometeorológica do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará Campos do Pici, Fortaleza, Ceará no período de agosto a dezembro de 2017. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos referentes às doses de potássio de : 0; (0%); 25kg (50%); 50kg(100%); 75kg(150%); 100 kg(200%) de potássio aplicadas de forma convencional (aplicação de fundação na ocasião do plantio) durante o experimento. A adubação potássica proporcionou desempenho positivo quanto a altura de planta, área foliar e matéria seca da parte aérea da cultura da soja. A dose de K_2O de 88,77 kg ha⁻¹ e a 117,7 kg ha⁻¹, evidenciou maior produtividade (2,102 kg ha⁻¹) e por número de vagem por planta (18,5) respectivamente.

Palavras-Chave: *Glycine max* (L), Produtividade, KCl.

ABSTRACT

The soybean crop (*Glycine max* L.) is annual, herbaceous, erect, autogamous. It presents variability for the morphological characteristics, which are influenced by the environment as height of the plant and quantities of pods. It is one of the most important crops in Brazil, and due to its characteristics and intense genetic improvement, this oilseed has been expanded in the country for several areas, and the semi-arid region of Northeastern emerges as a support for this avenco, because it has young and fertile soils, for its high protein content provided multiple uses and the formation of an industrial complex destined to its processing, aiming the production of oil and bran. The application of K by the conventional method can increase the productivity of the soybean crop. The objective of this work is to evaluate the initial growth and productivity of the soybean crop as a function of the different doses of potassium applied by the conventional method under the soybean crop in Cearense. The experiment was carried out in the experimental area of the Agrometeorological Station of the Department of Agricultural Engineering, Federal University of Ceará, Campos do Pici, Fortaleza, Ceará, Brazil, from August to December, in Argissolo Vermelho Amarelo. The experimental design was a randomized block design with five treatments related to potassium doses of: 0; 50; 100; (100%); 150 and 200 kg ha⁻¹ applied conventionally (foundation application at planting) during the experiment. Potassium fertilization provided a positive performance regarding plant height, leaf area and dry matter of the aerial part of the soybean crop. The K₂O dose of 88.77 kg ha⁻¹ and 117.7 kg ha⁻¹, showed higher productivity (2,102 kg ha⁻¹) and number of pod per plant (18.5), respectively.

Key words: *Glycine max* (L), Productivity, KCl.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) que está a cultivada nos dias de hoje, é bastante diferente das suas ascendentes, que eram espécies de planta rasteiras e se desenvolviam na costa leste da Ásia. Após anos, sua evolução começou com os cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas. Com o passar dos tempos, a soja foi introduzida na Europa, a partir daí ganhou o mundo, com o interesse das indústrias ao teor de óleo e proteínas do grão. Nos anos de 1960 o Brasil começou a se interessar pela soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção do grão (FREITAS, 2011).

Segundo MAPA (2015), a cultura agrícola da soja cresceu nas últimas décadas, correspondendo a 49% da área plantada de grãos do país, tendo previsão uma taxa anual de crescimento da produção de 2,43% até 2019. Para a soja, a projeção é de crescimento de 10,6% na produção, podendo atingir 105,6 milhões de toneladas, com aumento de 10,1 milhões de toneladas em relação à safra anterior e ampliação de 1,6% na área. O total de milho deve atingir 87,4 milhões de toneladas, sendo 28,8 milhões de toneladas para a primeira safra e 58,5 milhões da segunda. A ampliação de área total do milho deve ultrapassar 11 milhões de hectares.

Segundo Moreira (2016), a soja é a principal mercadoria exportada pelo Brasil; em torno de 58,4 milhões de toneladas comercializados na safra de 2016/2017, dirigindo o crescimento de 24% nos últimos cinco anos e em torno de 25% da necessidade de consumo brasileira. De acordo com os dados da Conab (2017), as exportações brasileiras em fevereiro de 2017 foram de 3,59 milhões de toneladas a mais que o ano anterior, assim, juntamente com os EUA e Argentina, o Brasil comanda o cenário global do mercado da soja. A produção de grãos para a safra 2016/17 está estimada em 219,1 milhões de toneladas, um novo recorde histórico, com aumento de 17,4% ou 32,5 milhões de toneladas frente à colheita anterior (186,6 milhões t). A previsão está no 5º Levantamento da Safra 2016/2017, divulgado nesta quinta-feira (9) pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). A soja possui um elevado teor de proteínas (40%), se tornando a principal matéria prima para a fabricação de rações para alimentação de animais.

O Brasil se destaca como o segundo maior produtor do mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos, e possui o maior potencial de expansão da área

cultivada, podendo em curto prazo se tornar o maior produtor mundial da soja (MAPA, 2016). Pela primeira vez, a Conab apresenta estimativa desagregada (em separado) de produção de arroz cultivado nos sistemas sequeiro e irrigado, além dos números da expansão da irrigação e sua importância na safra de grãos, com informações da Agência Nacional de Águas (ANA).

O manejo químico do solo realizado de forma correta proporciona um equilíbrio que possibilitará a utilização dos níveis mínimos de fertilizantes. Por meio de acompanhamento da fertilidade do solo com análises periódicas pode-se indicar as necessidades exatas, evitando desperdícios e má utilização desse recurso (PROCHNOW; ROSSI, 2009).

O potássio pode ser aplicado pelo método convencional, que consiste em aplicar o adubo na linha de plantio diretamente no solo (fundação e cobertura) numa profundidade que varia de 5 a 10 cm, onde se situa a maior parte do sistema radicular das plantas, ocorrendo contato do nutriente com maior volume do solo (ERNANI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007). Na maioria dos solos brasileiros, a disponibilidade de potássio (K) é classificada como média a baixa (ZANCANARO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2004), necessitando que façamos grandes adições desse nutriente ao solo. A dosagem a ser utilizada deve considerar a fertilidade natural ou atual do solo, o tipo do solo e as possíveis perdas do nutriente durante o ciclo da cultura – são fatores que definem a eficiência da fonte usada; ainda, a reposição dos teores do nutriente que foram exportados para fora da propriedade pelas culturas, na forma de grãos, frutas, forragens, etc.

Para a aplicação dos fertilizantes potássicos nas culturas anuais e perenes, a prática mais comum no Brasil é a aplicação única no sulco de plantio, por meio de fórmulas comerciais concentradas que usam o KCl como fonte de potássio (K) (ANDA, 2008). Essa prática nem sempre é a ideal, pois quando são necessárias doses maiores de 60 kg ha^{-1} de K_2O , para solos argilosos e, maiores de 50 kg ha^{-1} de K_2O , para solos arenosos, recomenda-se o parcelamento da aplicação, visando evitar e ou reduzir as perdas por lixiviação e também, evitar que a salinidade dificulte a absorção da água e ou facilite a entrada de íons em quantidade tóxica, durante a fase de embebição das sementes, prejudicando a germinação, reduzindo assim o estande de plantas e quase

ROSOLEM (1997) argumentou que, o manejo adequado da adubação potássica, no que diz respeito às quantidades de adubo a serem ministradas, pode reduzir perdas, o que é importante do ponto de vista econômico e ambiental, porém, se a aplicação de potássio K for subestimada, pode haver esgotamento das reservas de potássio (K) do solo.

1.1. Hipótese (S) Científica (S)

Doses crescentes de adubo potássico poderá proporcionar maior crescimento da cultura da soja.

A aplicação da adubação potássica pelo método convencional maximizará a desempenho produtividade de soja no litoral de cearense.

1.2. Objetivos

1. 2. 1. Objetivo geral

Avaliar o crescimento inicial e a produtividade da cultura da soja em função de diferentes doses de potássio pelo método convencional no litoral de Cearense.

1.2. 2. Objetivos Específicos

Quantificar a melhor dose de potássio para maximizar a produtividade da cultura da soja.

Avaliar o acúmulo de biomassa sobre adubação potássica aplicada pelo método convencional na cultura da soja.

Estimar a dose de potássio capaz de proporcionar maior crescimento da cultura da soja.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Origem da soja : Aspectos gerais

A soja pertence à classe Dicotiledônea, ordem Rosales, família Leguminosa, subfamília Faboideae, gênero glycine, Espécie; Glycinemax (L). A soja (Glycinemax (L.) Merrill é originária do leste da Ásia, mas precisamente no nordeste da China, conhecida também como região da Manchuria (HYMOWITZ, 1970). Segundo HARLAN. (1975), considerada uma das culturas mais antigas, a soja chegou ao ocidente no final do século XV e início do século XVI. Após o seu surgimento na China, a soja cultivada permaneceu no oriente pelos dois milênios seguintes. Isto é atribuído ao fato de agricultura chinesa não ter sido levada a outras partes do mundo. Com o aumento da sua importância e do comércio, essa leguminosa foi levada o sul da China, Coréia, Japão, e sudeste da Ásia. É uma planta anual de porte médio e autógama (ocorre a autofecundação). No século XIX, a soja se tornou conhecida no Canadá, Filipinas, Argentinas, Egito e Cuba (SANDIYAMA et al., 1985).

A cultura da soja é anual, herbácea, ereta, autógama, apresenta variabilidade para as características morfológicas, as quais são influenciadas pelo ambiente como altura da planta e quantidades de vagens. A soja representa, a nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Tal fato se justifica pela importância do produto tanto para consumo animal, através do farelo da soja, quanto para o consumo humano, através do óleo. O complexo da soja compreende uma cadeia produtiva que envolve desde produção interna voltada para exportação do produto bruto, até a transformação do produto voltada para a indústria esmagadora que processa a soja em farelo ou óleo para a exportação ou para consumo interno.

A partir de 1990, a agricultura brasileira passou por um processo de modernização, contribuindo para que a agricultura da soja passasse por uma restauração ao longo da sua cadeia, devido à introdução de novas tecnologias. Esse processo aumentou a participação da cadeia agroindustrial da soja para a economia do Brasil, tornando-a essencial para o crescimento da renda, emprego e das divisas

da exportação.

Os resultados obtidos pelos dados empregos formais são indicadores econômicos e sociais que mostram que nas regiões brasileiras produtores da soja estão relacionados ao crescimento de cadeias produtivas, gerando emprego e renda e recolhendo os impostos que podem ser utilizados para o investimento em infraestrutura.

Vale lembrar que o sistema radicular, em plantas deficientes em potássio, será menos profundo e pouco desenvolvido, o que prejudicará a absorção de água e nutrientes. Esse efeito pode refletir nas reações enzimáticas, no metabolismo dos carboidratos e proteínas, na translocação do açúcar e do amido, na relação água-planta, e na divisão celular das plantas. Contudo, o aumento da produtividade também tem elevado à extração de nutrientes do solo e a frequência de ocorrência de áreas em processos de redução das reservas nutricionais devido ao maior volume de grãos produzidos e também a maior demanda nutricional para a produção de uma mesma quantidade de tecido vegetal.

No Canadá, foi cultivada em pequena escala, como forrageira. D'Utra, em 1882, faz o primeiro relato da soja no Brasil, e a Bahia foi o primeiro estado que cultivar a cultura soja. No Brasil encontramos vários tipos do clima, em relação a isso, em torno de 12° latitude a cultura soja não se adapta. Em latitude em 22° Sul, cujas primeiras observações foram feitas no Instituto Agrônomo em Campinas (EMBRAPA, 1974; SEDIYAMA et al., 1985). Nessa região, a soja apresentou melhor desenvolvimento que na Bahia (SEDIYAMA et al., 2009). As plantas de tipo determinado: Se adaptam bem em ambientes livres de geadas e com temperaturas elevadas durante o verão, que são as condições boas para completarem seus ciclos biológicos. Também se adaptam bem a latitudes de foto no período curto, entre 50 e 350.

As de tipo indeterminado: se adaptam bem às condições amenas, onde os períodos de tempo para conclusão de seus ciclos biológicos são curtos, e em latitudes superiores a 35°C, onde as temperaturas médias são mais baixas do que nas latitudes menores do que 35 e, portanto, com fotoperíodos longos. Não tem sido observada diferenças de produtividade entre cultivares de tipos determinado e indeterminado. A maioria das cultivares comerciais brasileiras possui tipo determinado (Cultura da soja, 2011). Na década de 1960, a soja já era cultivada em

todas as regiões do Rio Grande do Sul (CONCEIÇÃO, 1986). Com sucesso obtido na Região Sul e graças ao investimento em pesquisa de fertilidade do solo e implantação dos programas de melhoramento genético, a sojicultura pode avançar rumo ao Norte do país. A soja inicialmente era cultivada como forragem, hoje em dia é toda produzida para as indústrias de farelo e produção de óleo vegetal, e estas estão cada vez mais exigente em relação ao teor de proteína e óleo nos grãos. O grão de soja possui 40% de proteína e 22,1% de óleo (BORMANN,2009), sendo que estas proporções ao longo do tempo não foram alteradas, isto porque os programas de melhoramento genético estão mais voltados para o desenvolvimento de culturas com maiores produtividades.

2.2. Importância da cultura da soja no Brasil

Atualmente, a soja é considerada uma das mais importantes oleaginosas, sendo o Brasil é o segundo maior produtor e exportador mundial, com grandes áreas, nível tecnológico avançado e alta produtividade (CONAB, 2013). De acordo com a Secretaria de Comercio Exterior (Secex) o Brasil exportou em março, de 2016, aproximadamente 8,37 milhões de toneladas, totalizando, portanto, mais de 10,8 milhões em exportações entre janeiro e março. A estimativa do USDA, para a safra 2016/17, é de que o Brasil continue como segundo maior produtor de soja do mundo, com 103 milhões de toneladas em grãos. Apesar de ser uma estimativa de colheita que inicia em janeiro de 2017, este é um valor muito fiel a uma estimativa de safra futura (CONAB, 2016).

Segundo CONAB 2016/2017, O Tocantins tem ganhado destaques nacional e internacional devido à expansão de sua fronteira agrícola. A produção de soja apresentou elevação de 231% em 10 anos, passando de 742 mil toneladas em 2005/2006 para 2.464,4 mil toneladas em 2014/2015 (CONAB, 2006; CONAB, 2015). Existe um grande potencial de elevação da produção com a entrada da cultura da soja em áreas de pastagem degradada. Ainda assim, há fatores limitantes para a produção de soja na região, tais como: altas temperaturas; ocorrência de veranicos; baixas fertilidade e retenção de água dos solos; manejo incorreto do solo.

Esses fatores podem comprometer a obtenção de maiores níveis de produtividade, tornando a continuidade da atividade agropecuária inviável economicamente.

A cultura da soja é considerada uma das principais culturas anuais, em função do crescimento da produção e do aumento da capacidade produtiva. Buscando-se obter maiores retornos econômicos e incrementos na produtividade da cultura, faz-se necessário a disponibilização de tecnologias no setor produtivo. Uma dessas tecnologias é o uso de reguladores vegetais e/ou bioestimulantes (CASTRO, 2006; KLAHOLD et al., 2006, ALBRECHT et al., 2010).

A importância do complexo de soja para o Brasil pode ser dimensionada tanto pelo impressionante crescimento da produção desta leguminosa quanto pela arrecadação com as exportações de soja em grão e derivados (óleo e farelo de soja). A soja por ser fonte de proteínas inesgotáveis na alimentação humana e de grande parte dos animais que produzem carne, leite e ovos, oferece hoje, uma variedade de produtos. Trata-se de uma cadeia produtiva bastante abrangente, pois animais criados com rações produzidas a partir do farelo de soja oferecem outros subprodutos que vão afiançar outras áreas da economia, como o setor de couro, o de fertilizantes orgânicos e outros (SANCHES, MICHELLON, ROESSING, 2005).

Dall'agnol (2000) afirma que a soja foi a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial brasileira, acelerando a mecanização das lavouras, modernizou o transporte, expandiu a fronteira agrícola, colaborando para a tecnicidade e produção de outras culturas, além de patrocinar o desenvolvimento da avicultura e da suinocultura brasileira. O método de convencional é ainda pouco utilizados nas grandes produção da soja, a maioria das grandes empresas eles usam método de convencional devido a falta de conhecimento suficiente. a geração de tecnologias contribuiu para que o Brasil aumentasse sua produção de soja, passando a ocupar o segundo lugar entre os maiores produtores de soja do mundo.

2.3. Adubação potássica

2.3.1. Manejo de adubação

Segundo ANGHINONI e BAYER , (2004), adubação é um conjunto de práticas ou ações planejadas e aplicadas de forma organizadas, com a finalidade de dispor eficiente e economicamente à recomendação de fertilizantes as culturas. As doses de potássio indicadas para a obtenção do máximo retorno econômico para a cultura da soja, bem como a interpretação dos valores de K trocável do solo (método de Mehlich-I). Com referência às classes de interpretação dos valores de potássio no solo, considera-se o teor de 80 mg/L como o valor abaixo do qual aumentam as possibilidades de redução no desenvolvimento das culturas, sendo, portanto, esse o nível crítico de potássio no solo. A quantidade de potássio a ser aplicada no manejo de correção e manutenção, determinada pela análise do solo (BROCH; RANNO, 2010).

Manejar adequadamente as adubações envolve um complexo processo de tomada de decisão, onde estão envolvidas as características do solo e da planta, o clima, o tipo de manejo e rotação/sucessão de culturas, os aspectos gerenciais da propriedade e as condições do mercado de insumos e produtos. Ponderados todos esses aspectos, parte-se para a definição das fontes e doses dos nutrientes a serem aplicados, definem se as épocas e formas de utilização dos corretivos e fertilizantes, e desenham-se as estratégias e o plano de adubação. Portanto, o manejo da adubação do milho safrinha deve levar em consideração o contexto em que se insere essa cultura.

Segundo VITTI e TREVISAN, (2000), em termos práticos, adubação pode ser definida pela seguinte expressão matemática; adubação igual planta menos solo vezes fertilizantes (f), ou seja, é necessário dimensionar três fatores básicos: a) nutrição da planta, quanto a; elementos exigidos, quantidades necessárias, época e local para o fornecimento dos nutrientes; b) avaliação da fertilidade do solo, utilizando-se principalmente da diagnose visual, diagnose foliar, histórico e análise do solo; c) uso eficiente de fertilizantes (f), o qual a função do sistema de plantio

convencional, práticas conservacionistas, fontes de aplicação e parcelamento dos nutrientes e condições edafoclimáticas. Em função do conhecimento desses fatores é estabelecido o manejo químico do solo, iniciando de práticas de manutenção, como: correção do solo, condicionamento do subsolo, adubação corretiva de P_2O_5 e de K_2O , e práticas que permitam a máxima eficiência da fixação simbiótica do N_2 atmosférica.

A maneira com que o potássio (K) se liga aos componentes sólidos dos solo, assim como a energia dessas ligações, da origem as varias formas deste elemento no solo: K na solução do solo; K trocável; K não trocável e K total (SPARKS, 2000).

Apesar de RAIJ et al. (1996) admitirem que o K não-trocável do solo e o K dos restos vegetais podem contribuir consideravelmente para a nutrição das plantas cultivadas, nos anuais de adubação a recomendação de dose se adubo potássico para as culturas e fundamente, principalmente, nos teores K trocável do solo, da camada arável até 0,2 m de profundidade.

2.3.2. A importância do potássio para cultura da soja

O potássio (K) é um dos macronutrientes mais absorvidos e exportado pela cultura da soja, ao lado do nitrogênio, apresenta elevada mobilidade na planta com a acumulo e redistribuição via xilema e floema. A deficiência de K no solo pode não só ocasionar deficiência severa visível nas plantas, mas, essa deficiência atuará diretamente no comprometimento da produtividade e qualidade dos grãos (SERAFIM et al., 2012). No citoplasma e no cloroplastos é o cátion em maior abundancia, sendo essencial em quase todos os processos necessários para sustentar a vida da planta, pois desempenha papel vital na fotossíntese, na translocação de fotoassimilados, na abertura e na fechamento de estômatos e na ativação de enzimas (TAIZ e ZEIGER, 2002).

O uso de adubos inorgânicos ou químico, é possível saber quanto exatamente pode ser utilizado para o efeito cultivo dos produtos. Outra grande vantagem do adubo inorgânico é a rapidez em que os minerais são absorvidos pelas plantas, acelerando o seu processo de crescimento. Também causar desvantagem que, se utilizado em excesso, pode provocar desastres ambientais mudando

drasticamente a composição química do solo. Além disso, o solo fica mais pobre, diminuindo a presença de organismos vivos e oxigênio (FOGAÇA, 2011).

O cloreto de potássio é o fertilizante mais utilizado como fornecedor de potássio (K) para o solo. Como é um fertilizante altamente solúvel e como o potássio (K) tem baixa força de adsorção aos colóides do solo, cuidados devem ser tomados para evitar a lixiviação deste nutriente, principalmente em solos arenosos. Daí, o manejo da adubação das doses de potássio aplicado no solo pelo método convencional é uma prática recomendável. A principal fonte de adubação potássica utilizada no Brasil é o cloreto de potássio (KCl), um sal de alta solubilidade e de baixa força de adsorver em colóides do solo (GONÇALVES-JUNIOR et al., 2010; DUARTE et al., 2013).

2.3.3. Adubação convencional de potássio (K)

O manejo da adubação potássica pelo método convencional consiste em aplicar o adubo na linha de plantio diretamente no solo (fundação e cobertura) numa profundidade que varia de 5 a 10 cm, onde se situa a maior parte do sistema radicular das plantas, ocorrendo contato do nutriente com maior volume do solo. A adubação potássica pode variar em relação à dose a ser aplicada, ao tipo de fertilizante e à época de aplicação (ERNANI; ROSCOE; SANTOS, 2007). Segundo esses autores, entre os adubos potássicos, os mais utilizados na agricultura são: o cloreto de potássio (KCl), o sulfato de potássio (K_2SO_4) e o nitrato de potássio (KNO_3).

A adubação com potássio na cultura da soja, normalmente é realizada aplicando-se parte dos fertilizantes no sulco de semeadura e parte em cobertura. Porém, em algumas condições, tais como grandes quantidades de fertilizante aplicado na semeadura, existe a possibilidade de antecipação dessas adubações, aplicando-se, a lanço, antes da semeadura. Por sua vez, a aplicação de altas doses de potássio (acima de 80 kg ha^{-1}), no sulco de semeadura, deve ser evitada, em razão do efeito salino e, em algumas situações, em razão das perdas por lixiviação, principalmente em solos arenosos, com baixa capacidade de troca de cátions (Bernardi et al., 2009).

O Potássio (K) é um macronutriente catiônico, sendo considerado o mais

abundante na planta. Sua principal forma de absorção é pelas raízes e não faz parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta. Segundo SPARK, (2000), A maneira com que o potássio (K) se liga aos componentes sólidos do solo, assim como a energia dessas ligações, dá origem às várias formas deste elemento no solo: K na solução do solo; K trocável; K não trocável e K total. O potássio que pode ser perdido por lixiviação, se encontra na forma solúvel, ou seja, faz parte da solução do solo, sendo que, quanto maior a concentração na solução, maior será o percentual de perda (ISHIGURO et al., 1992).

Absorvido na forma de K^+ , o elemento é importante em todos os aspectos do crescimento e da produção da soja e tem grande influência no balanço nutricional da cultura (MALAVOLTA, 1980). Apresenta ação enzimática e é um dos responsáveis pela abertura e fechamento dos estômatos e faz a regulação osmótica dos tecidos. Sua deficiência causa clorose internerval, seguida de necrose nas bordas e ápice das folhas mais velhas (SFREDO; BORKERT, 2004). As fontes de potássio (K) são os adubos minerais como, sulfatos, cloretos, dentre outras. O potássio absorvido em maior quantidade pela maioria das plantas. Entre as várias funções que o K exerce nas plantas, cita-se: a) atua na fotossíntese; b) manter a turgidez das células; c) regula a abertura e fechamento dos estômatos; d) promove a absorção de água; e) regula a translocação de nutrientes na planta e f) participa na síntese do amido nas folhas (MEURER, 2006).

O cultivo de soja exporta, via produção, para fora das propriedades, grandes quantidades de potássio, onde a relação absorção/exportação corresponde a aproximadamente 50% (CARVALHO et al., 2008). Na safra 2008/2009, a produção média nacional foi de 2.629 kg ha⁻¹ de soja, a qual exportou 54 kg ha⁻¹ de K₂O, demonstrando que a restituição do potássio (K) ao solo é essencial e deve ser feita por meio de adubações (CONAB, 2009).

Algumas regiões, nos últimos anos, devido à falta de regularidade de chuvas, vêm ocorrendo o estresse salino, o que tem favorecido a adoção do parcelamento de potássio (K). A raiz da soja é formada por uma raiz principal, chamada de pivotante, e raízes secundárias, com suas ramificações que absorvem água e nutrientes do solo. Após um intenso crescimento inicial, as raízes da soja se desenvolvem rapidamente até o fim do florescimento.

Durante o enchimento de grãos, a raiz pivotante tem um crescimento menos

acentuado. Agindo de forma contrária, as secundárias se ramificam ainda mais até a maturação fisiológica. Em relação à aplicação de K (na forma de KCl) no sulco de semeadura, devido ao alto índice salino, alguns cuidados são recomendados na utilização deste fertilizante. Dentre eles, não aplicar doses superiores a 50 kg ha⁻¹ de K₂O no sulco de semeadura, visando reduzir os riscos do efeito salino sobre a germinação das sementes, principalmente em condições de estresse hídrico (OLIVEIRA et al., 2008).

O cenário de dependência nacional das importações de KCl, da possibilidade de ocorrerem perdas do potássio (K) dessa fonte por lixiviação ou de ocorrer estresse salino na soja, considerando ainda o fato da predominância de uso de uma única aplicação de potássio (K) no sulco de plantio, essa em doses maiores do que as recomendadas, o capeamento do KCl pode se tornar uma tecnologia importante para reduzir os problemas causados por uma única aplicação. O capeamento tem a finalidade de tornar a liberação de potássio (K) mais lenta e possibilitar o uso de doses maiores no sulco de plantio, reduzindo as possíveis perdas e ou danos às culturas.

Segundo BORKERT, et al. (2005), a resposta da soja a adubação potássica está relacionada a capacidade de exploração do potássica no solo e as quantidades exportadas pelos grãos. Por outro lado, além da exportação, devem ser consideradas as perdas por lixiviação e por erosão. Desta forma, pensando em evitar a limitação de produtividade por estes fatores que retiram o elemento do sistema produtivo, sempre que custo permitir de ser acrescentando um adicional de potássio (BORKERT, et al., 2005). A mobilidade do potássio (K) no perfil do solo, ao longo dos anos é influenciada por inúmeros fatores, o que torna difícil a distinção e importância de cada um deles (KAYSER & ISSELSTEIN, 2005). A textura do solo, assim como a CTC, influencia a redistribuição do K no sistema, sendo que, em solos arenosos a mobilidade do K é maior (JOHNSTON, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características da área experimental

3.1.1 Localização do experimento

A pesquisa foi realizada na área experimental da Estação Agrometeorológica do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará Campus do Pici, Fortaleza, Ceará no período de setembro de 2016 a janeiro 2017 cujas coordenadas geográficas são: 20 metros de altitude, 3° 44' S de latitude e 38° 33' W de longitude (Figura 1).

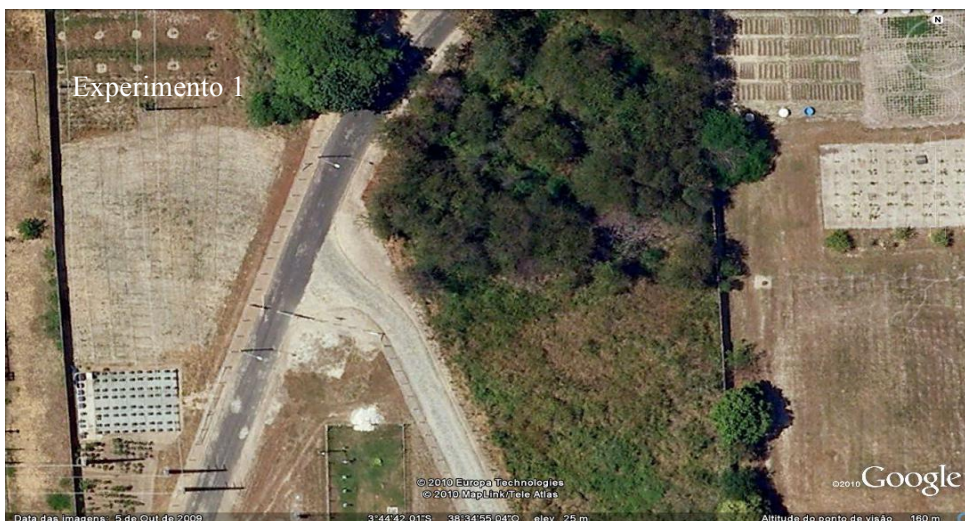


Foto adaptada, pelo autor, do Google Earth.

Figura 1 – Vista aérea da Estação Meteorológica, com destaque da área destinada aos experimentos.

3.1.2. Clima da região

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw', caracterizado por ser tropical chuvoso, com precipitação de verão-outono e temperatura média em todos os meses superior a 18°C. Os valores médios anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa são, respectivamente, 1.564 mm, 27 °C e 80%, de acordo com dados fornecidos pela Estação Meteorológica (DENA/UFC) situada adjacente à área dos experimentos.

3.1.3. Solo da área experimental

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013). Na Tabela 1 estão apresentados os dados das características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0 - 20 cm.

Tabela 1. Alguns atributos físicos e químicos do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,2 m, antes da aplicação dos tratamentos.

Análise Química		Análise Física	
Al ³⁺	0,25	Areia fina (g.kg ⁻¹)	370
K ⁺ (cmol _c . kg)	0,26	Areia grossa (g.kg ⁻¹)	434
Ca ²⁺ (cmol _c . kg)	1	Silte (g.kg ⁻¹)	98
Mg ²⁺ (cmol _c . kg)	0,7	Argila (g.kg ⁻¹)	98
Na ⁺ (cmol _c . kg)	0,34	Argila natural (g.kg ⁻¹)	49
		¹⁾	
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c . kg)	1,16	Floculação (g.100g - ¹⁾	50
Ph	6,4	Água útil (g.100g ⁻¹)	5,74
CE (ds.m ⁻¹)	0,44	Classe textural	Franco arenoso

Fonte: Laboratório de Solos e Água da Universidade Federal do Ceará.

3.1.4. Croqui da Área experimental

A Área total utilizada no experimento foi de 45 m². O croqui da área experimental esta apresentado na Figura 2.

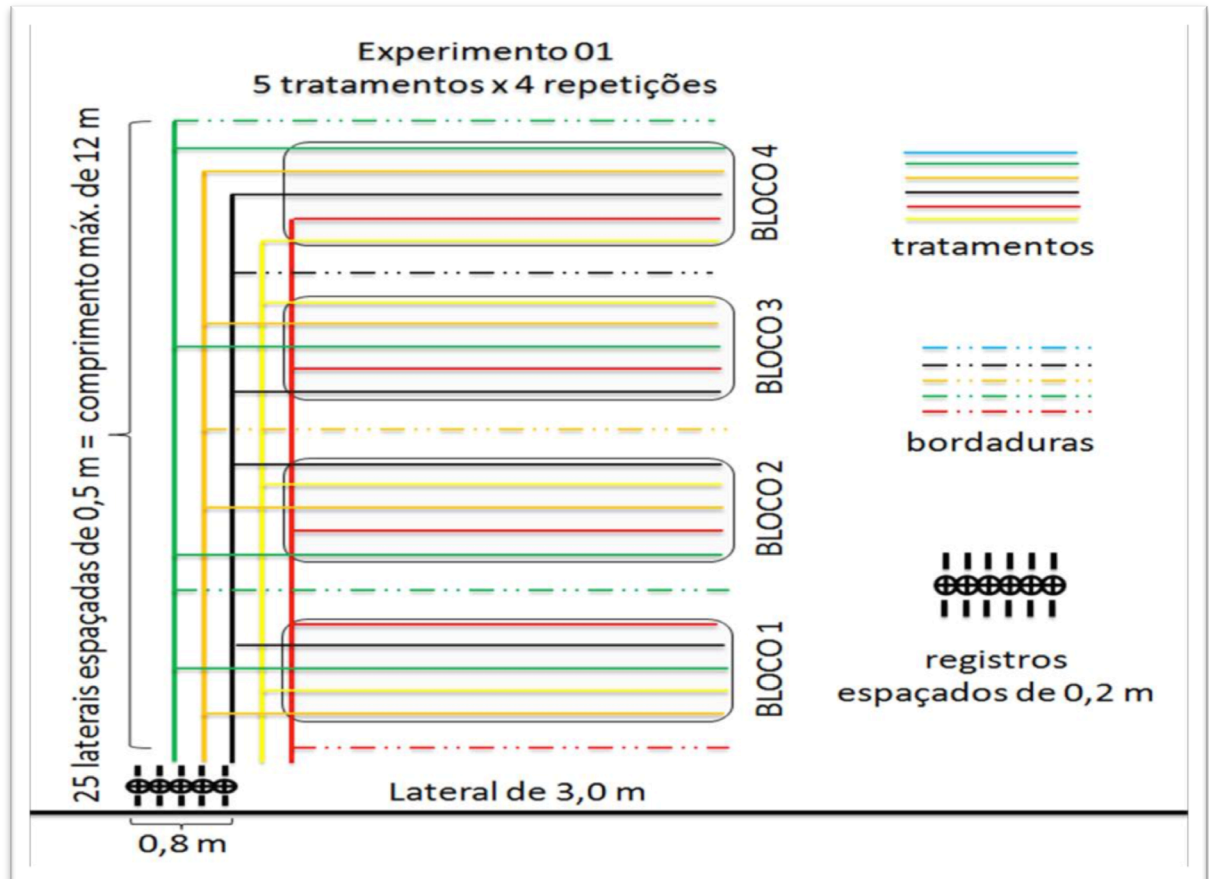


Figura 2. Área experimental subdividida para cinco tratamentos, FORTALEZA, Ceara, 2016.

3.1.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos correspondente as doses de 0,0; 25; 50; 75 e 100 kg ha⁻¹, com quatro repetições. Cada tratamento apresentou parcelas com área individual de 1,5 m² (3 m x 0,5 m), contendo 15 plantas por metro linear. O primeiro e o último metro de cada parcela serão utilizados como bordadura.

3.1.5. Preparo do solo, plantio, cultivar e tratos culturais

O preparo do solo da área experimental com a cultura da soja constou inicialmente de uma aração e duas gradagens cruzadas. Em seguida, foi feita a marcação das linhas de plantio (espaçadas em 0,5 m), a sulcagem (incorporação da adubação de fundação) e a semeadura das sementes (Figura 3) de soja com profundidade de 0,03 a 0,05 m. A cultivar utilizada no experimento foi a BRS 9383 IPRO.

Os tratos culturais realizados foram: desbaste, controle de plantas daninhas, de pragas e doenças.



Figura (3). Área plantado com espaçamento definida, FORTALEZA, Ceara, 2016.

3.2. Sistema de irrigação

O sistema de irrigação utilizado no experimento é do tipo gotejamento, sendo constituído por: conjunto moto-bomba tipo de ventura, linha principal, linhas de derivação e linhas laterais. A linha principal é formada por um tubo do tipo PVC, com 50 mm de diâmetro nominal. As linhas de derivação são de polietileno flexível, com 25 mm de diâmetro nominal. As linhas laterais são constituídas por fitas gotejadoras com diâmetro nominal de 16 mm, apresentando gotejadores autocompensantes e antidrenantes com vazão de 2 L h^{-1} , espaçados de 0,50 m. Ainda foi instalado um registro de gaveta e um manômetro para controlar a pressão do sistema.

Na Figura 4, apresenta-se a disposição do experimento implantado na área experimental.



Figura 4. Disposição o sistema de irrigação instalado na área experimental, Fortaleza, Ceara, 2016.

3.3. Tempo da irrigação

O tempo de irrigação utilizado no experimento foi quantificado conforme a Equação 01.

$$T_i = \frac{L_i * E_L * E_g * F_C}{E_i * q_g}$$

Em que: T_i é o tempo de irrigação (h); L_i é a lâmina de irrigação a ser aplicada (mm dia^{-1}); E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação (m); E_g é o espaçamento entre gotejadores (m); F_C é o fator de cobertura do solo

(adimensional); E_i é a eficiência de irrigação (adimensional); q_g é a vazão do gotejador ($L h^{-1}$). A lâmina de irrigação (L_i) é estimada através da evapotranspiração da cultura (Equação 02).

$$ET_c = ET_o * k_c$$

Em que: ET_c é a evapotranspiração da cultura ($mm dia^{-1}$); ET_o é a evapotranspiração de referência ($mm dia^{-1}$); k_c é o coeficiente da cultura (adimensional) para cada estágio de desenvolvimento.

A ET_o foi estimada pelo método do Tanque Classe A (Equação 03).

$$ET_o = \frac{s}{s \cdot \gamma^*} \cdot (R_n - G) \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{(s + \gamma^*) \cdot (T + 273)} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_e)$$

Em que: ET_o é a evapotranspiração de referência ($mm dia^{-1}$);

4. Variáveis analisadas

4.1. Crescimento

Aos 110 dias após sementeira (DAS), avaliaram-se as seguintes variáveis: altura da planta (AP) - trena métrica graduada em centímetros (Figura 5B); diâmetro do caule (DC) - com paquímetro digital (Figura 5A), foi mensurado o diâmetro basal do caule das plantas a uma altura de aproximadamente 2 cm da superfície do solo (Figura 5A); e, a matéria seca da parte aérea (MSPA), acondicionadas em sacos de papel e, em seguida, colocadas para secar em estufa a 65 °C, até atingirem valor constante de matéria seca (Figura 5).



A

Fonte: AMARAL, Abelardo, 2017.



B



C

Figura 5. Avaliação Altura da planta (A), Diâmetro de caule (B), e Matéria seca da parte aérea (C). Fortaleza, Ceará, 2016.

4.2. Produtividade

No final do experimento, aos 110 DAS foi realizada a colheita das plantas da área de cada tratamento. Coletada oito plantas 1/3 médio da parcela experimental. Poso da sementes (apos estuda), dividido por oito plantas e multiplica por 300 mil plantas por hectare. Em seguida avaliou-se: número de vagens por planta (NVP), massa de vagem (MV).

4.3. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão, e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$, utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 beta. Na análise de regressão, as equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de significância de 1%(**) e 5%(*) pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação (R^2). As equações foram realizadas através do programa Excel.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os efeitos de diferentes doses de K sobre o crescimento e produtividade da cultura da soja do estudo estão apresentados na Tabela 1. Nas aplicações das diferentes doses de K, houve efeito significativo para variáveis: altura da planta (AP), número de vagens por planta (NVP), matéria seca parte aérea (MSPA), produtividade (PROD) e área foliar (AF). Já para as variáveis diâmetro de caule e massa de vagem não foram significativos.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de vagens por planta (NVP), matéria seca parte aérea (MSPA), massa de vagem (MV), produtividade (PROD) e área foliar (AF), sobre diferentes doses de K₂O aplicadas pelo método convencional.

QUADRADO MÉDIO								
FV	GL	AP	DC	NVP	MSPA	MV	PROD	AF
BLOCOS	3	82,70 ^{ns}	0,090 ⁿ	121,73*	0,009 ^{ns}	0,57**	80,55*	123,885*
TRATAMEN TOS	4	226,95*	0,89 ^{ns}	196,13**	0,0036*	0,09 ⁿ	63,26*	411,882**
RESIDOU	12	44,13	0,46	27,04	0,0033	0,06	17,58	261,05
TOTAL		353,7901	1,44	344,9	0,0159	0,72	161,3	561,872
	3						9	
CV %		8,92	13,50	36,88	34,33	26,82	29,47	7,44
MÉDIA		75.00000	5.2650	18.7500	0.18500	1.203	14.72	202.5000
TOTAL			0	0		00	500	0

FV – Fonte de variação; GL – Grau de liberdade; CV- Coeficiente de variação; T – Testemunha; * significativo a 0,01, ** significativo a 0,05; ^{ns} não significativo.

Conforme a análise de regressão indicada na Figura 1, a altura da planta da soja em função de potássio aplicado pelo método convencional, verificou-se que o modelo linear crescente foi o que melhor se ajustou, apresentando coeficiente de determinação de 0,74, sendo que a altura máxima de planta de um valor médio de 74,50 cm para dose de 200 kg ha⁻¹ de K.

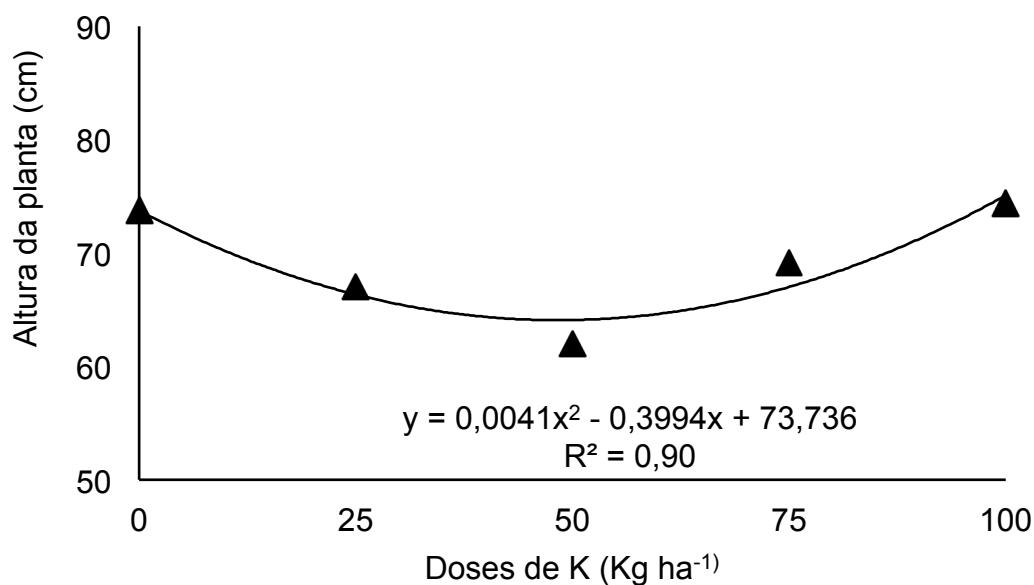


Figura 6. Altura de planta da soja em função de doses de potássio aplicadas pelo método convencional.

A adubação potássica foi eficiente para a altura da planta da cultura da soja, apresentando importância na sua morfologia. Similarmente aos dados encontrados nesse estudo, LENA et al.,(2002). ao aplicar doses crescente de potássio (K) proporcionou maior altura de planta da soja. ROSSET ET al., (1995). Também avaliou-se o efeito de diferentes dose de potássio (K) em 6 cultivares da cultura da soja no solo cerrado, obtiveram que a altura da planta esta relacionada a dose de K₂O.

ALVES JÚNIOR et al. (2005) com café, SILVA ET al. (2007) com girassol, Sousa et al. (2008). com algodão e CARVALHO, et al (2011). com pinhão manso obtiveram mesma resposta de lineares crescente para a altura dessas plantas respectivamente.

RIBAS et al. (2010). Afirmaram que quanto maior doses de K₂O, a planta aumenta a sua altura.

A variável diâmetro de caule não apresentou diferença estatística entre os

tratamentos das doses de adubação potássica (Figura 6).

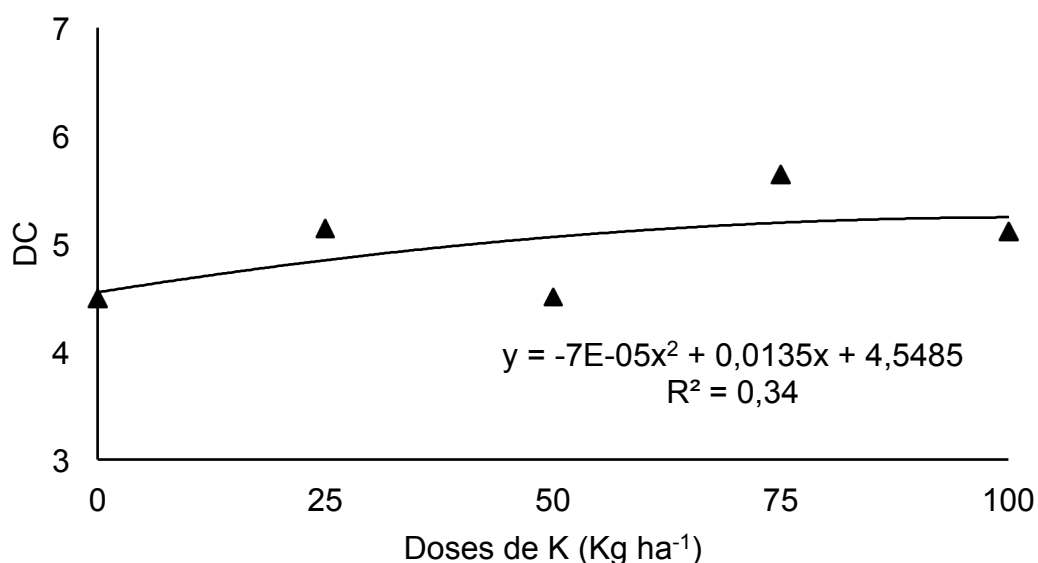


Figura 7. O diâmetro de caule em relação ao doses de potássio aplicadas pelo método convencional.

De acordo com Andreotti et al. (2001), trabalha com a cultura de milho, para a dosagem testemunha (0 mg kg⁻¹ de K₂O) de diâmetro de colmo e altura de plantas, mostrou o menor resultado após 29 DAE. Segundo o mesmo autor, a adubação de potássio interfere no arranque inicial das plantas de milho. Porém, o presente trabalho não corrobora com os dados apresentados por este autor, porque não há diferença entre os tratamentos realizados.

Trabalhos em solos de textura média do Estado de Mato Grosso (Castro & Oliveira, 2005) demonstraram que em condições de baixa até média disponibilidade de K-trocável no solo, a cultura do girassol respondeu a doses de K que variaram de 40 a 80 kg ha⁻¹ de K₂O. Muitos trabalhos mostra que a ausência de resposta das cultura a dose de potássio, mesmo quando as análises de solos apresentavam baixo teores naturais desse elemento.

Segundo, Castilhos & Meurer (2001, 2002) e Castilhos et al. (2002) mostraram que a principal razão da ausência de resposta à adubação potássica se deve a presença no solo de minerais fontes de K.

De acordo com a análise da regressão, a massa de vagem da cultura da soja em função de doses de potássio aplicado pelo método convencional, ajustou-se ao modelo polinomial quadrático, $R^2=0,67$. Esta sendo mostrando na Figura 2.

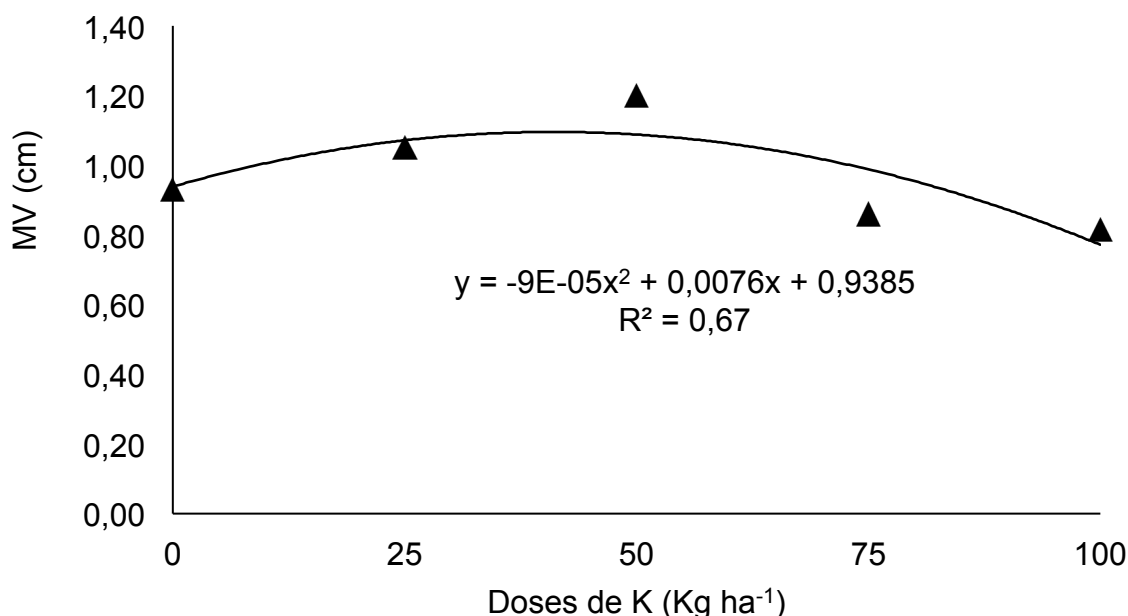


Figura 8. Massa de vagem em relação ao doses de potássio aplicadas pelo método convencional.

As doses de potássio aplicadas pelo método convencional, também afetam o efeito sobre a massa de vagem da cultura da soja. O uso de diferentes doses de potássio aplicados pelo método convencional tem de favorecer o aumento do peso dos frutos das outras culturas como a mamoneira (Severino et al., 2006) e girassol (Uchôa et al., 2011).

A produção de matéria seca da parte aérea em função de doses de potássio aplicado pelo método convencional ajustou-se ao modelo linear crescente, com $R^2 = 0,4023$ (Figura 3). A disponibilidade de K para as plantas depende muito de sua difusão no solo (Prado, 2008; Neves et al., 2009) uma vez que a quantidade que chega às raízes por fluxo de massa é muito menor que a taxa de absorção. O efeito positivo do K sobre o número de vagens deve estar condicionado às várias funções que este cátion exerce no metabolismo vegetal, sendo ativador de enzimas durante o processo de fotossíntese, respiração e síntese de proteínas, atuando também na abertura estomática, no transporte via floema, na osmorregulação e na extensão

celular (Prado, 2008; Melo et al., 2010).

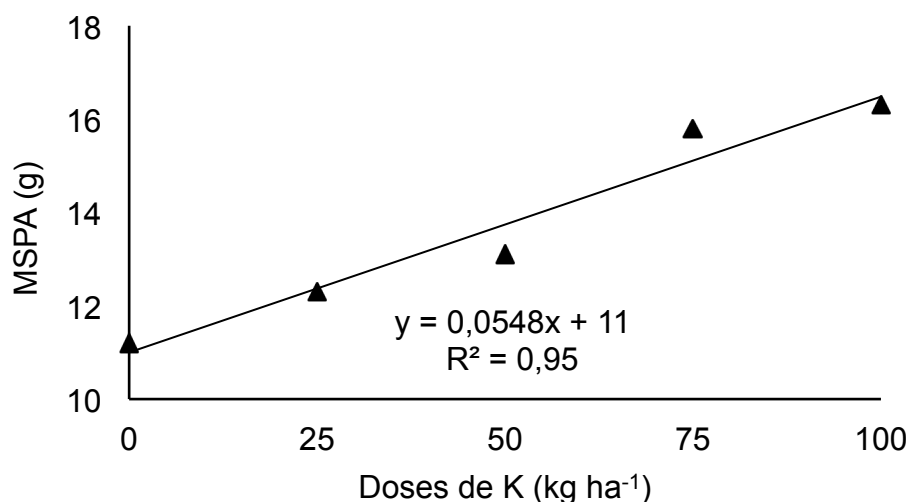


Figura 9. Massa seca parte aérea em relação as doses de potássio pelo método convencional.

MESA et al. (1988) acrescentaram que o potássio exerce grande influência no metabolismo, apesar de nem sempre ter efeito marcante sobre os rendimentos da matéria seca, mas é necessário que esteja presente em quantidade adequada. Em relação ao massa seca parte área, foi significativo, $p < 0,01$ quando aumentou a dose de potássio. DALCHIAVON & CARVALHO (2012), assim como na presente pesquisa, para cultivares de crescimento semideterminado, não observaram significância na correlação dessas variáveis. Realizou-se o presente do trabalho com objetivo de avaliar o acumula de biomassa na cultura da soja sobre adubação potássica na cultura da soja pelo método convencional, bem como determinar o qual melhor dosagem de potássio para a cultura da soja. Cabe destacar que o potássio quando aplicado no solo como KCl, em altas concentrações aumenta a pressão osmótica e há diminuição do potencial osmótico da água do solo (MARSCHNER, 1985).

O ajuste adequado com o rendimento de grãos, dado o intenso acúmulo de matéria seca neste órgão durante o período da cultura, este acúmulo é devido, principalmente ao desenvolvimento das vagens em tamanho que ocorre no início da cultura. Segundo XU et al. (1992), o crescimento de plântulas de milho com NH_4 foi mais vigoroso quando houve suplementação com potássio. O potássio está relacionado ao acúmulo e translocação de carboidratos e às menores perdas de

água pela planta, porque regula a abertura e fechamento dos estômatos.

Na Figura 4, observa-se que o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados para a NVP, onde o número de vagem por planta máxima 18,5 foi obtida com dose de potássio 117,7 kg ha⁻¹.

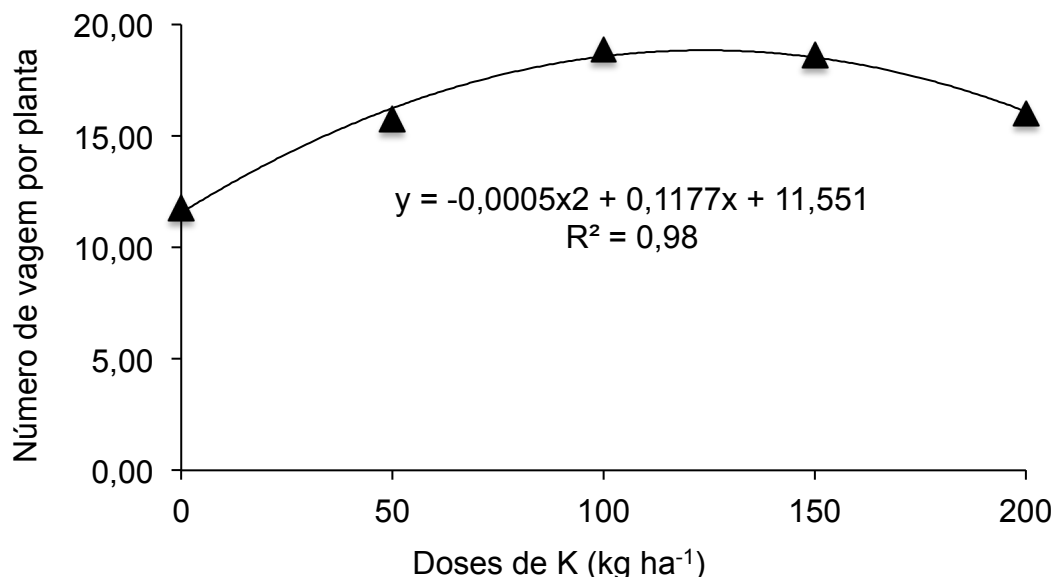


Figura 10. Numero de vagem por planta em relação ao doses de potássio aplicadas pelo método convencional.

PRADO. (2008), afirma que o K atua positivamente sobre o número de vagens, estando esse efeito condicionando às várias funções que este cátion exerce no metabolismo vegetal, sendo ativador de enzimas durante o processo de fotossíntese, respiração e síntese de proteínas, atuando também na abertura estomática, no transporte via floema, na osmorregulação e na extensão celular.

FRANÇA NETO et al. (1985) analisaram a influência da adubação potássica na qualidade dos grãos de soja, obtendo um incremento de 50% no peso de 100 sementes, o que não ocorreu neste trabalho por conta de algum fator alheio, e não identificado. Problemas sérios como abertura prematura de vagens de soja foram relatados como ocorrência anormal causada por deficiência de potássio aliada a períodos de veranico (MASCARENHAS et al., 1989, 2013).

SOUZA (2007) trabalhando com a cultura amendoim obteve a mesma resposta em Paraipaba, CE para o peso de vagem. Estudando o método da

aplicação de potássio na cultura da soja de forma convencional em Fortaleza, Ceará, MESQUITA (2010). não encontrou resultados significativos para esta variável. A utilização de diferentes doses de potássio aplicadas pelo método convencional tem contribuído para o aumento do peso de frutos de outras culturas como a mamoneira (SEVERINO et al., 2006) e girassol (UCHÔA et al., 2011).

Conforme a análise de regressão indicada na Figura 4, a produtividade da soja em função de doses crescente de potássio aplicada pelo método convencional apresentou efeito significativo. Onde o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou. Foi constatado que a maior produtividade 1.842 kg ha^{-1} foi encontrada quando a dose de K_2O foi de $39,27 \text{ kg ha}^{-1}$ de potássio.

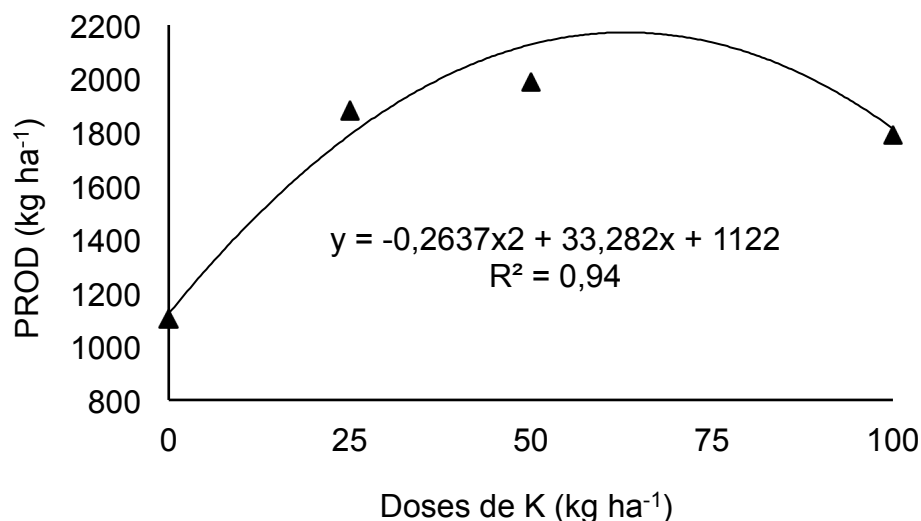


Figura 11. Produtividade da soja em relação às doses de potássio aplicadas pelo método convencional.

Resultados similares foram encontrados por OLIVEIRA et al. (1992), que observaram aumento de produção de soja no primeiro ano com a aplicação de 60 kg ha^{-1} de K_2O , a lanço ou em sulco, metade no plantio e metade em cobertura.

Os maiores rendimentos da soja estiveram associados a teores de potássio nas folhas, além de aumentar significativamente a resistência da planta às pragas e doenças, evidenciando assim a importância do potássio para o cultivo da soja. Dessa forma a quantidade média de adubo potássico a ser aplicada, anualmente, na soja corresponde a 60 kg ha^{-1} de K_2O . LUCHESE et al., (2011) também conduziram um experimento com o intuito de avaliar a produtividade da soja em um solo com

médio teor de K_2O e 4 dosagens diferentes (0; 40; 60 e 100 Kg $K_2O\ ha^{-1}$) aplicados a lanço no estádio V3. Os resultados obtidos comprovaram aumento significativo na produtividade até os 100 Kg aplicados de potássio com acréscimo aproximadamente de 33,16% em relação à testemunha, em relação ao custo/benefício a aplicação de 60 kg ha^{-1} de K_2O obteve melhor resultado, proporcionando acréscimo de 30, 42% na produção em relação à testemunha.

Resultados semelhantes encontraram os autores GONÇALVES JR. et al. (2010), em seu trabalho com uso de diferentes doses de potássio (K), demonstrando que houve um ganho significativo da produtividade e aumento do número de legumes por planta, com aumento das doses desse nutriente no solo. WENDLING et al. (2008), ao estudar a adubação potássica para trigo, milho e soja sob sistema plantio direto, no Paraguai, também relataram maior resposta do milho à adubação. Assim, para sistemas que envolvam rotação soja/milho, a manutenção de níveis de fertilidade que atendam aos requerimentos nutricionais tanto da soja como do milho é necessária, para evitar perda do potencial produtivo do sistema como um todo.

Esse efeito pode está relacionado com a afirmação de Prado (2008) a disponibilidade de potássio (K) para as plantas depende muito de sua difusão no solo uma vez que a quantidade que chega às raízes por fluxo de massa é muito menor que a taxa de absorção.

Os resultados apresentados comprovaram a necessidade da adubação baseada na análise de solo. Adubação esta, que deve priorizar a reposição do K e P, uma vez que o K é altamente extraído pela cultura da soja, e o P encontra-se, geralmente, em baixa concentração nos solos, sendo, dessa forma, extremamente necessários para o ideal desenvolvimento vegetativo e fundamentais para o alcance de uma alta produtividade.

6. CONCLUSÃO

A adubação potássica proporcionou desempenho positivo quanto a altura de planta, área foliar e matéria seca da parte aérea da cultura da soja.

A dose de K_2O de $63,105 \text{ kg ha}^{-1}$ e a $117,7 \text{ kg ha}^{-1}$, evidenciou maior produtividade ($1146,49 \text{ kg ha}^{-1}$) e número de vagem por planta (18,5), respectivamente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ANGHINONI, I.; BAYER, C. 2004. **Manejo da fertilidade do solo**. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O., ed. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre, Gênese. p.252-264.

BORKERT, C.M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; KLEPKER, D. & OLIVEIRA-JUNIOR, A. **O potássio na cultura da soja**. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L., eds. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba, Potafos, 2005. p.671- 713.

BOREM; SILVA; e SEDIYAMA., 2015. **SOJA, do plantio à colheita**. Ufv.

CONAB. **Sexto levantamento de avaliação da safra 2005/2006**. Brasília, 2006b. 22p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/6_levgraos_maio06.pdf>. Acesso em: 02 setembro 2017.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_16_49_15_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf> Acesso em: 28 novembro. 2017.

CASTRO, G. S. I. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. **Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, p.1311-1318, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n10/08.pdf>>. Acesso em: 12 Novembro. 2017. doi: 10.1590/S0100-204X2008001000008.

CARVALHO, Everson Reis et al. **Desempenho de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais**. Ciênc. agrotec. [online]. 2010, vol.34, n.4, pp.892-899. ISSN.

DALL'GNOL, A.; The impact of soybeans on the brazilian economy. In: Technical information for agriculture. São Paulo: Máquinas Agrícolas Jacto, 2000.

DIRCEU LUIZ BROCH ; SIDNEI KUSTER RANNO. **Fertilidade do Solo, Adubação**

e Nutrição da Cultura da Soja. disponível em http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/15/15/5385dbdd42bd6c653952352ab872eed8dd643a607266e_02-fertilidade-do-solo-adubacao-e-nutricao-da-cultura-de-soja_543353833.pdf.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil 1998/99.** Londrina, 1998. 182p. (Embrapa-Soja. Documento 107).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, Produção de Informação, 1999. 412p.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Produção de sementes de soja: fatores de campo.** Seed News, Pelotas, n. 4. p. 20-23, 2000.

GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO. J. C.; ROSOLEN, C. A. **Potassium cycling in a cornin-brachiaria cropping system.** European Journal of Agronomy, v. 28, n. 4, p. 579-585, 2008.

HARLAN, J. R.; De WET, J. M. J. **A simplified classification of cultivated sorghum.** Crop Science, v. 12, n. 02, p. 172-176, 1972.

HERNANI, L.C.; PITOL, C. Milho em sucessão a culturas de inverno, no sistema plantio direto, em Mato Grosso do Sul. R. Plantio Direto. Passo Fundo, 40: 22-25, 1997.

HERNANDEZ. Aquino, A. B.; Aquino B.F; F. F. F. ; Holanda, et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará.** Fortaleza: UFC, 1993.

ISHIGURO, M.; SONG, K. C.; YUITA, K. **Ion transport in an Allophanic Andisol under the influence of variable charge.** Soil is Science Society of America Journal, Madison, v. 56, n. 6, p. 1789-1793, 1992.

KOPPEN, W. **Dieklimate dererde-grundrib der kimakunde.** Berlin, Walter de gruyter verlag, 1923.

KAYSER, M. & ISSELSTEIN, J. **Potassium cycling and losses in grassland systems: A review.** Grass. For. Sci., 60:213- 224, 2005.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas. Viçosa**, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.281-298.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; ARAUJO, D. L.; FRANÇA, C. P.; LACERDA, R. D.; DANTAS JUNIOR, E. E.; MOURA, M. F. **Crescimento da cultivar de mamona BRS 149 Nordestina sob fertilização mineral**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 23, 2009, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBCS, 2009. CD.

MALAVOLTA E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 251p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

Manejo de adubação da Soja e Milho, disponível em [http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/37CBC02AC5D1432983257ABF003FB319/\\$FILE/Manejo%20da%20adubacao%20soja%20milho%20-%20Vilhena%20-%2017Ago2012.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/37CBC02AC5D1432983257ABF003FB319/$FILE/Manejo%20da%20adubacao%20soja%20milho%20-%20Vilhena%20-%2017Ago2012.pdf).

OLIVER, S. & BARBER, S.A. **An evaluation of the mechanisms governing the supply of Ca, Mg, K and Na to soybean roots (Glycine mcx)**. Soil Sci. Soc. Am. hoc, 30(1):82-6, 1966.

OLIVEIRA SA. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações. Piracicaba: Potafó. 319p.

RAIJ B Van; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. 1996. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC. 285p.

VITTI, Godofredo Cesar and LUZ, Pedro Henrique de Cerqueira. **Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar**. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2010, vol.34, n.4,

SILVA, A. F. da.; LAZARINI, E. **Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura**. v. 35. n. 1. Londrina, PR: Ciências Agrárias, 2014.

SOUSA, V.F.; FOLEGATTI, M.V.; FRIZZONE, J.A.; CORRÊA, R.A.L.; ELOI, W.M. **Produtividade do maracujazeiro-amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio via fertirrigação.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.38, n.4, p.497-504,2003.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CAS- TRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. **Crescimento e produtividade da mamoneira adubação com macronutrientes e micronutrientes.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n.4, p. 563- 568, 2006.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Mecenaz, 2009a, p. 1-5.

ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; **As Perspectivas de Expansão da Soja.** Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

ROSOLEM, C.A.; SANTOS, F.P.; FOLONI, J.S.S. & CALONEGO, J.C. **Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada.** Pesq. Agropec. Bras., 41:1033-1040, 2006.

SOUSA, A. E. C.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, C. H. C.; SANTOS, F. S. S. **Produtividade do meloeiro sob lâmina de irrigação e adubação potássica.** Engenharia Agrícola, v. 30, n. 02, p.271-278, 2010.

Ribas, M. M. F.; Cereda, M.P.; Villas-Boas, R.L. **Use of cassava wastewater treated anaerobically with alkaline agents as fertilizer for maize (Zea mays L.).** Brazilian Archives of Biology and Technology, v.53, p.55-62, 2010

SOUSA, D. M. G.; Lobato, E.; Miranda, L. N. **Correção do solo e adubação da cultura da soja.** In: Arantes, N. E.;

SOUSA. P. I. M. **Cultura da soja no Brasil.** Piracicaba, Potafos. 1993. p. 137 – 158.

SPARKS, D.L. **Bioavailability of soil potassium.** In: SUMNER, M.E. (ed.). Handbook of soil science. Boca Raton: CRC Press, Section D. p. D38-D53, 2000.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M.G. **Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1609-1618, 2008.

TAIZ L & ZEIGER E (2004) **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre, Artmed. 559p.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L.C.; HILLESHEIM, J. **Adubação fosfatada e potássica da soja no cerrado**. Piracicaba, POTAFOS, Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 98, p. 1-5, junho 2002.