

# ADUBAÇÃO FOLIAR NITROGENADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA SOJA: REVISÃO DA LITERATURA

## NITROGEN AND POTASSIUM FOLIAR FERTILIZATION EFFECTS ON SOYBEAN CULTURE: LITERATURE REVIEW

<sup>1</sup>SANTOS, Brendon Alves Dos

<sup>1</sup>Pós Graduação *Latu Sensu* em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

### RESUMO

A cultura da soja (*Glicine Max*) tem alta exportação de nutrientes durante seu ciclo, sendo nitrogênio em maior absorção e em segundo potássio. A soja tem grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo (período compreendido da emergência da plântula até a abertura das primeiras flores), como no reprodutivo (período do início da floração até o fim do ciclo da cultura), sendo também influenciada pelo meio ambiente. A Adubação foliar é um processo cujo é feita a aplicação de nutrientes minerais na folha vegetal. Apesar de ser um mercado significativo na área de fertilizantes, a adubação foliar tem uma atenção. Os nutrientes são mais absorvidos e em maior quantidade pela planta no período de desenvolvimento na fase que vai de V2 até V5 é a fase que a planta apresenta a maior exigência nutricional. Porém intensifica durante a fase de floração e no começo da fase de enchimento de grãos. Nessa fase ocorre também uma elevada taxa de translocação da planta. O potássio (K) é um nutriente que é absorvido pelas plantas na forma de íon  $K^+$ . As plantas absorvem o potássio da solução do solo, cujo a sua concentração é mantida pelo equilíbrio com o potássio retido nos sítios de troca de íons (trocável). O papel do potássio na planta são os seguintes: vigor e maior resistência a doenças; ajuda na produção de amido, óleo e proteína; maior resistência dos colmos e caules evitando assim o acamamento das plantas; menor numero de frutos chochos; aumenta a resistência a seca e geada; qualidade dos frutos; melhor formação de raízes e tubérculos. O nitrogênio pode ser absorvido do solo de duas maneiras nas formas de íons nitrato ( $NO_3^-$ ) ou amônio ( $NH_4^+$ ). O  $NO_3^-$ , forma mais absorvida, é a mais importante para a nutrição das plantas, sendo que os processos envolvidos na sua absorção é melhor conhecidos que aqueles envolvidos na absorção do  $NH_4^+$ . Uma vez que o nitrogênio se encontra associado com vários componentes celulares, como aminoácidos e ácidos nucléicos, o sintoma mais característico da sua deficiência é a redução na taxa de crescimento. Dessa maneira, o primeiro sintoma a se manifestar nas plantas é a clorose das folhas mais velhas, devido à translocação do nitrogênio nelas contido para as folhas mais novas para que ocorra a manutenção dos pontos de crescimento. Portanto, como objetivo, o presente trabalho visa fazer um levantamento de literaturas sobre a aplicações via foliar de N e K na cultura da soja e seus respectivos resultados. Zocca e Fancelli (2013) Piracicaba - SP ao utilizar tratamentos com N foliar (25 %) na dose de 10 L.ha<sup>-1</sup> no estágio de R5 e R1+R5, tiveram médias de 3890,50 kg.ha<sup>-1</sup> e 3940,50 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Palavras-chave:** Soja; Adubação Foliar; Nitrogênio; Potássio.

### ABSTRACT

Soybean (*Glicine Max*) has a high export of nutrients during its cycle, nitrogen being first in higher absorption and in second potassium. The soybean has great genetic variability both in the vegetative cycle (period from the appearance of the seedling until the opening of the first flowers) as well as in the reproductive period (from the beginning of the flowering to the end of the crop cycle) being also influenced by the environment. Foliar fertilization is a process whose application is made of mineral nutrients in the vegetal leaf. Despite being a significant market in the field of fertilizers, foliar fertilization has an attention, the nutrients are more absorbed and in greater quantity by the plant in the period of development in the phase from V2 to V5, this is the phase that the plant presents greater nutritional requirement. However, it intensifies during the flowering phase and at the beginning of the grain filling stage. In this phase also occurs a high translocation rate of the plant. Potassium (K) is a nutrient that is absorbed by plants in the form of  $K^+$  ion. Plants absorb potassium from the soil solution whose concentration is maintained by equilibrium with the potassium retained at the exchangeable ion sites. The role of potassium in the plant are as follows: increasing the resistance to diseases and vitality, aiding in the starch production, oil and protein, greater resistance of stems and stalks thus avoiding the fallen

of the plants, lowering the number of fruit with no grains nor seeds, increasing the resistance to drought and frost, better fruit quality and formation of roots and tubercles. Nitrogen can be absorbed from the soil in two ways, in the forms of nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) or ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ions. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> is the most absorbed form, it is the most important for plant nutrition, and the processes involved in its absorption are better known than those involved in the absorption of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Since nitrogen is associated with several cellular components, such as amino acids and nucleic acids, the most characteristic symptom of its deficiency is the reduction in growth rate. Thus, the first symptom to manifest in the plants is the older leaves chlorosis due to the translocation of the nitrogen contained in them to the younger leaves for the maintenance of the growth points. Therefore, the objective of the present research aims to make a survey of the literatures on N and K foliar applications in soybean crops and their respective results. Zocca and Fancelli (2013) Piracicaba – SP.

**Keywords:** Soybean; Leaf Fertilization; Nitrogen; Potassium.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. Na safra anterior 2015/2016, a cultura ocupou área de 33,17 milhões de hectares, e alcançou produção de 95,63 milhões de toneladas, um valor expressivo e de muita importância. A produtividade média da soja brasileira 2015/2016 alcançada foi de 2.882 kg por hectare. O estado do Mato Grosso é o maior produtor brasileiro de soja com produção de 26,058 milhões de toneladas e área plantada de 9,140 milhões de hectares, em seguida vem o Paraná com produção de 17,102 milhões de toneladas e área plantada de 5,445 milhões hectares e o Rio Grande do Sul com produção de 16,201 milhões de toneladas e área plantada de 5,455 milhões de hectares. (EMBRAPA SOJA, 2016).

A Adubação foliar é um processo cujo é feita a aplicação de nutrientes minerais na folha vegetal, através da absorção total (absorção passiva e ativa), com a utilização dos devidos nutrientes por toda a planta, não se limitando a um alvo localizado da folha, suprimindo as necessidades nutricionais em qualquer lugar da planta. (AGROLINK, 2016).

No caso da aplicação de boro e cálcio na planta a mobilidade desses nutrientes são diferentes.

Segundo Gupta *et al.* (1985) a mobilidade do boro nas plantas depende da corrente transpiratória sendo um nutriente considerado relativamente imóvel no floema.

Boaretto *et al.* (1983) diz que a absorção do cálcio pelo feijoeiro é muito rápida. Porém não ocorre a translocação no nutriente para fora do órgão que foi recebido a aplicação.

Entretanto, apesar do cálcio ser considerado imóvel na planta se ele for aplicado em grandes concentrações de modo que reverta o gradiente de concentração nas folhas ele pode se movimentar e ir para outros órgãos (Faust e Shear, 1973)

Em alguns estádios de desenvolvimento das plantas, a necessidade de nutrientes supera a sua capacidade de retirá-los do solo, mesmo que esses nutrientes existam em grande quantidade no solo. Esta demanda pode ser fornecida pelo uso de nutrientes via foliares, que podem corrigir as deficiências de micro e macro nutrientes, ganhando mais em colheitas e aumentando a velocidade e a qualidade de crescimento das plantas. As aplicações de fertilizantes foliares podem ser feitas em diversos estádios de desenvolvimento das plantas. (AGROLINK, 2016).

O potássio (K) é um nutriente que é absorvido pelas plantas na forma de íon  $K^+$ . As plantas absorvem o potássio da solução do solo, cujo a sua concentração é mantida pelo equilíbrio com o potássio retido nos sítios de troca de íons (trocável). O potássio é um elemento muito móvel nas plantas, tanto dentro da célula individual, como dentro de tecidos vegetais. O potássio não é constituinte de nenhuma molécula orgânica no vegetal, entretanto ajuda em varias atividades bioquímicas sendo um ativador de grande numero de enzimas, regulador da pressão osmótica (entrada e saída de água da célula), abertura e fechamento dos estômatos. O potássio é importante na fotossíntese, na formação de frutos, na resistência ao frio e às doenças. (AGROLINK, 2016).

O nitrogênio é um elemento que, depois do C, H e O é o elemento mais exigido pelos vegetais. Parte da quantidade de N requerido pelas culturas pode ser fornecida pelo solo, no entanto, em muitos casos o solo é incapaz de fornecer toda a demanda por N, e com isso faz-se necessária a fertilização nitrogenada.

O N é um dos macronutrientes primários sendo o mais utilizado, mais absorvido e mais exportado pelas culturas, nutriente de obtenção mais cara, é o mais lixiviado nos solos, necessitando de cuidados especiais em seu manejo pelos riscos de contaminação do lençol freático. O nitrogênio é o nutriente mineral absorvido em maiores quantidades pela maioria das culturas. Sob boas condições, o  $NH_4^+$  é rapidamente convertido em  $NO_3^-$  pelas bactérias do solo. Ambas as formas podem ser absorvidas e utilizadas pelas plantas, porém a maioria, exceto as aquáticas, como arroz, absorve mais N- $NO_3$  do que  $NH_4^+$ . É essencial para estrutura e funções nas células, para todas as reações enzimáticas nos vegetais, faz parte da molécula de clorofila (fotossíntese). (AGROLINK, 2016).

Portanto, como objetivo, o presente trabalho visa fazer um levantamento de literaturas sobre a aplicações via foliar de N e K na cultura da soja e seus respectivos resultados.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica o qual envolve a temática da efetividade da adubação foliar na cultura da soja, a partir dos nutrientes Nitrogênio; Potássio. A partir de buscas nas bases científicas como Scielo e Google Scholar, utilizou-se as palavras-chave: Soja; Adubação Foliar; Nitrogênio; Potássio. Todo a literatura pertinente encontrada, foi cuidadosamente estudada para obtenção dos dados e citações mais relevantes que permite uma releitura sobre nutrição do solo e os efeitos da adubação foliar, com destaque aos micronutrientes Nitrogênio e Potássio. A partir desta revisão, permite-se uma melhor compreensão sobre a importância do método de adubação e das possíveis consequências da falta destes micronutrientes.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **REVISÃO DE LITERATURA**

#### **Importância da Cultura da Soja (*Glycine Max*).**

A soja é uma cultura que tem sua origem no continente asiático, da região do rio Yangtzé, na China. A cultura que hoje é cultivada por países de importância econômica no cenário mundial é muito diferente dos seus ancestrais que eram plantas rasteiras e que tiveram uma evolução pelo aparecimento de plantas originadas de cruzamentos naturais entre algumas espécies selvagens, que foram domesticadas. O melhoramento da cultura foi iniciado com cientistas da antiga China que, através de algumas tentativas de cruzamentos dos genótipos com seus ancestrais, passaram a dar um objetivo a seleção que visava obter as características mais desejadas. Há relatos da cultura em 2838 anos A.C., que indicam que o cultivo da soja é muito antigo. A importância da soja na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era de tanta importância que a soja, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milho, eram considerados sagrados, com direito a rituais na época da semeadura e da colheita. (AGROLINK,2016)

A soja chegou ao Brasil por volta de 1882. O responsável pelos primeiros estudos com a cultura no país foi o professor Gustavo Dutra, da Escola de Agronomia da Bahia. Em 1892, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), no Estado de São Paulo, deu início a estudos para obter cultivares adaptadas à região. Naquela época, porém, o interesse pela cultura não era pelo grão, era mais pela planta como uma espécie a ser utilizada como forrageira e na rotação de culturas. Os grãos eram fornecidos aos animais já que ainda não havia sua utilização na indústria. Apesar do crescimento da produção por volta dos anos 60, foi na década seguinte que a soja consagrou-se como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhões de toneladas (1970) para mais de 15 milhões de toneladas (1979). Esse crescimento foi devido, não apenas ao aumento da área cultivada da cultura (1,3 para 8,8 milhões de hectares), mas, também, ao significativo incremento da produtividade (1,14 para 1,73 ton ha<sup>-1</sup>), graças às novas tecnologias disponíveis aos produtores pela pesquisa brasileira. Mais de 80% dos grãos produzidos na época ainda se concentrava nos três estados da Região Sul. Na década de 70, menos de 2% da produção nacional de soja era colhida na região do cerrado. Porém, nas décadas de 80 e 90, a soja teve forte crescimento na região conhecida como polígono dos solos ácidos (Triângulo Mineiro, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Tocantins, sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste da Bahia). Em 1980, esse percentual aumentou para 20% e em 1990 chegou a marca de 40% da produção nacional. Em 2003, a região produziu 60% da soja nacional, com tendências a ocupar maior espaço a cada nova safra. (AGROLINK, 2016).

A soja cultivada é uma planta herbácea incluída na classe Magnoliopsida (Dicotiledônea), ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine* L. É uma planta com grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo (período compreendido da emergência da plântula até a abertura das primeiras flores), como no reprodutivo (período do início da floração até o fim do ciclo da cultura), sendo também influenciada pelo meio ambiente. Há grande diversidade de ciclo. De modo geral, os cultivares disponíveis no mercado brasileiro tem ciclos entre 100 e 160 dias, e podem ser classificados em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região. Os cultivares plantados comercialmente no país tem seus ciclos, na maioria entre 120 dias. A altura da planta depende da interação da região (condições ambientais) e do cultivar (genótipo). Como acontece com outras Fabáceas (Leguminosas), por exemplo, o feijão-comum, a soja pode

apresentar três tipos de crescimento, diretamente correlacionados com o porte da planta: indeterminado, semideterminado e determinado. (AGROLINK,2016)

A planta de soja é fortemente influenciada pelo comprimento do dia (período de iluminação). Em regiões ou épocas de foto período mais curto, durante a fase vegetativa da planta, ela tende a induzir o florescimento precoce, e apresentar consecutiva queda de produção. Durante todo o ciclo da planta são distinguidos quatro tipos de folha: cotiledonares, folhas primárias ou simples, folhas trifolioladas ou compostas e prófilos simples. Sua cor, na maioria dos cultivares, é verde pálida e, em outras, verde escura. O caule é ramoso, híspido, com tamanho que varia entre 80 e 150 cm, dependendo da variedade e do tempo de exposição diário à luz. Sua terminação apresenta racemo, em variedades de crescimento determinado, ou sem racemo terminal, em variedades de crescimento indeterminado. A soja é essencialmente uma espécie autógama, ou seja, uma planta polinizada por ela mesma e não por outras plantas, mesmo que vizinhas a ela, com flores perfeitas e órgãos masculinos e femininos protegidos dentro da corola. Insetos, principalmente abelhas, podem transportar o pólen e realizar a polinização de flores de diferentes plantas, mas a taxa de fecundação cruzada, em geral, é menor que 1%. As flores de soja podem apresentar coloração branca, púrpura diluída ou roxa, de 3 até 8mm de diâmetro. O início da floração dá-se quando a planta apresenta de 10 até 12 folhas trifolioladas, onde os botões axilares mostram racemos com 2 até 35 flores cada um. O sistema radicular da soja é constituído de um eixo principal e grande número de raízes secundárias, sendo classificado com um sistema difuso. O comprimento das raízes pode chegar a até 1,80 m. A maior parte delas encontra-se a 15 cm de profundidade. (AGROLINK,2016)

O legume da soja é levemente arqueado, peludo, formado por duas valvas de um carpelo simples, medindo de 2 até 7cm, onde aloja de 1 até 5 sementes. A cor da vagem da soja varia entre amarela-palha, cinza e preta, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta. As sementes de soja são lisas, ovais, globosas ou elípticas. Podem também ser encontradas nas cores amarela, preta ou verde. O hilo é geralmente marrom, preto ou cinza. (AGROLINK, 2016).

Durante o seu desenvolvimento a soja passa por diferentes estádios, com isso, Fehr e Caviness (1977 apud Faria, Nepomuceno e Neumaier, 2007) criaram uma metodologia para determinar a descrição desses estádios que foi chamada de estágio

fenológicos, que foi dividido em: vegetativos (V) e os reprodutivos (R). Porém há também os estádios de, VE (emergência) e VC (cotilédone).

Para identificar os estádios vegetativos da planta é utilizado o nó ou a parte do caule onde a folha se desenvolve. No estágio reprodutivos tem quatro etapas diferentes do desenvolvimento da planta que são eles: florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e o estágio de maturação (R7 e R8) (FARIA; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

### **Exigência Nutricional da Cultura**

A planta deve estar bem nutrida em todos os estádios para que o seu desenvolvimento seja adequado. Segundo Dechen e Nachtigall (2007) é muito importante que os nutrientes sejam absorvidos em quantidades ideais para a planta tanto pela absorção via solo ou por uma adição via folha. Cada nutriente terá um papel importante no metabolismo da planta. Qualquer desequilíbrio nutricional dependendo da proporção pode ocasionar em uma limitação do desenvolvimento da planta ou até mesmo sua morte.

Hungria, Campos e Mendes (2007) afirmam que, o Nitrogênio (N) é o elemento que a planta mais necessita e em maior quantidade quando comparado aos demais, isso porque esse nutriente faz parte das constituições dos ácidos nucléicos, as proteínas e moléculas. Por isso na soja necessita de um alto teor de nitrogênio devido a presença de uma grande quantidade de proteínas presente nos grãos, segundo os autores essa quantidade fica em torno de 80 kg de N para 1.000 kg de grãos produzidos.

A fixação biológica de Nitrogênio (FBN) é a principal forma de disponibilizar N na cultura da soja, porém é importante lembrar que o N fornecido no fertilizante tem uma boa absorção pois já vem em uma forma que facilita essa absorção. Já a FBN necessita de um esforço da planta, pois sua absorção é através dos nódulos e isso leva a um gasto energético maior do que a absorção dos fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA; CAMPOES; MENDES, 2007).

Os nutrientes são mais absorvidos e em maior quantidade pela planta no período de desenvolvimento. Segundo Staut (2007), na fase que vai de V2 até V5 é a fase que a planta apresenta a maior exigência nutricional. Porém intensifica durante a

fase de floração e no começo da fase de enchimento de grãos. Nessa fase ocorre também uma elevada taxa de translocação da planta.

Staut (2007) diz que a planta de soja pode absorver os nutrientes disponibilizados em forma de solução tanto pelas raízes quanto pelas folhas. Devido a isso foram criados diferentes produtos para que possa ser feita a realização da adubação foliar. Que são compostos por macro e micronutrientes e seu uso tem crescido no últimos anos.

O uso de fontes de nitrogênio aplicado, via foliar, nas etapas reprodutivas da soja propicia incremento significativo de produtividade e que existe resposta favorável para a adoção da referida tecnologia.

Depois do nitrogênio o K é o nutriente que é absorvido em maior quantidade pelas plantas, chegando exportar até 18,5 t<sup>1</sup> de grãos de soja (Tanaka e Mascarenhas, 1992).

Segundo (Bataglia e Mascarenhas, 1977) a maior exigência de K na cultura da soja é no período vegetativo, tendo uma absorção considera melhor nos trinta dias antes do florescimento.

### **Utilização do Fertilizante**

A aplicação de micronutrientes, visando a correção de deficiências nutricionais, pode ser feita de três modos: diretamente no solo junto com a adubação convencional (Cheng, 1985), em aplicação foliar (Pessoa, 1998) e via tratamento de sementes (Cheng, 1985; Parducci *et al.*, 1989).

O uso da adubação foliar é datada do séculos XIX porem nas antiguidade houvesse referências a respeito. O uso de N, P, K, Ca e de Zn e B nas folhas é relatado na Alemanha e na Rússia a mais de cem anos.

Os estudos para absorção radicular é semelhante ao de absorção foliar onde o material é colocado em contato com a solução onde são submetidas a condições desejadas e depois do período de experimente procede-se as avaliações (MALAVOLTA, 1980).

Como acontece na absorção radicular na foliar também ocorre em duas fases: passiva e ativa. A adubação foliar é considera um complemento e não substituo da adubação feita no solo (MALAVOLTA, 1980).

Na folha os nutrientes podem seguir dois caminhos antes de ocorrer sua exportação para outros órgãos. O espaço vago entre as célula forma um contínuo que

é a via apoplástica. Este espaço tem de 3 a 5 % do volume total da folha. A segundo caminho é o transporte simplástico, de vai de célula para célula através do citoplasma e do plasmodesmas. (ROSOLEM,2002)

Apesar de ser um mercado significativo na área de fertilizantes, a adubação foliar tem uma atenção limitada da pesquisa, principalmente no Brasil, a falta de informações deixam técnicos, agricultores e até mesmo as empresas que fabricam os fertilizantes foliares á mercê do mercado (ROSOLEM, 2002).

O surgimento da adubação foliar foi para minimizar as perdas de N, segundo ALMEIDA *et al.* (2000) os estudos de doses e épocas de aplicação de N via foliar é de muita importância pois essa pratica pode acarretar em problemas no desenvolvimento da planta como uma fito toxicidade ocasionada pelo fertilizante. Porem os custos podem ser reduzidos quando a pulverização for associada a defensivos e há também uma grande facilidade na aplicação.

Segundo Broch e Fernandes (2000), a necessidade de nitrogênio da soja não está sendo suprida pela fixação biológica de N, e o nutriente é um estimulador para absorção de outros nutrientes pela planta, mostrando assim uma resposta positiva quando aplicado na cultura via foliar.

## **Nitrogênio**

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) destaca-se pelas modificações morfofisiológicas promovidas nos vegetais. Em questão de quantidade, é o mais importante para seu desenvolvimento, sendo que está presente em maior quantidade na matéria seca do que qualquer outro elemento que se considere (ENGELS; MARSCHENER, 1995).

Na planta, o N tem função muito importante, sendo diretamente na produtividade, sendo componente de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucléicos, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas, clorofila e metabólitos secundários como alcalóides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos e aminoácidos não-protéicos que atuam na defesa da planta (MALAVOLTA, 1981; TAIZ; ZEIGER, 2004).

O nitrogênio pode ser absorvido do solo de duas maneiras nas formas de íons nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). O  $\text{NO}_3^-$ , forma mais absorvida, é a mais importante para a nutrição das plantas, sendo que os processos envolvidos na sua absorção é melhor conhecidos que aqueles envolvidos na absorção do  $\text{NH}_4^+$  (GUIMARÃES, 1998).

Uma vez que o nitrogênio se encontra associado com vários componentes celulares, como aminoácidos e ácidos nucleicos, o sintoma mais característico da sua deficiência é a redução na taxa de crescimento. Dessa maneira, o primeiro sintoma a se manifestar nas plantas é a clorose das folhas mais velhas, devido à translocação do nitrogênio nelas contido para as folhas mais novas para que ocorra a manutenção dos pontos de crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O excesso de nitrogênio também pode ser prejudicial à planta. O excesso de nitrogênio causa maior crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular, deixando a planta mais suscetível ao déficit hídrico e a deficiência nutricional, principalmente os nutrientes fósforo e potássio. Com o aumento excessivo do desenvolvimento foliar o efeito positivo do nitrogênio na fotossíntese diminui pelo sombreamento. O aumento do sombreamento pode gerar alterações nas condições microclimáticas, potencializando a incidência de infecções por fungos. O nitrogênio também aumenta a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar, que aparentemente têm maior influência que os açúcares no desenvolvimento das doenças fúngicas (RAIJ, 1991; ENGELS; MARSCHENER, 1995; SALES, 2005).

Segundo Vasilas *et al.* (1980) quando o nitrogênio é aplicado via foliar ocorre uma recuperação de 70 % do N. Após proceder uma aplicação de N via foliar ele constatou que 20 dias após essa aplicação o nutriente absorvido encontrava-se principalmente nas folhas e caule porém com o passar do tempo aproximadamente 95 % do N absorvido foi translocado para os grãos.

Zocca e Fancelli (2013) Piracicaba - SP ao utilizar tratamentos com N foliar (25 %) na dose de 10 L.ha<sup>-1</sup> no estágio de R5 e R1+R5, tiveram médias de 3890,50 kg.ha<sup>-1</sup> e 3940,50 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (tabela 1).

**Tabela 1** – Tratamentos avaliados

Tratamento	Produto comercial	Dose (L/ha)	Estádio Fenológico
1	---	---	---
2	Coron 25	5 L/ha	R1/R2
3	Coron 25	5 L/ha	R4/R5
4	Coron 25	5 L/ha + 5 L/ha	R1/R2 + R4/R5
5	Coron 25	10 L/ha	R1/R2
6	Coron 25	10 L/ha	R4/R5
7	Coron 25	10 L/ha +10 L/ha	R1/R2 + R4/R5
8	Uréia	5,5, kg/ha + 5,5 kg/ha	R1/R2 + R4/R5

Fonte: Zocca e Fancelli (2013)

Esses autores notaram aumento significativo no número de vagens/planta quando submetidos a duas aplicações na fase reprodutivo, sendo aplicações de 5 l há<sup>-1</sup> na fase de R1/R2 e R4/R5, portanto evidenciaram o aumento na produtividade. Não identificaram efeito sobre a densidade do grão e número de nós férteis (tabela 2). Segundo esses autores, esses efeitos demonstram que a fixação biológica de nitrogênio pode não suprir a necessidades da cultura da soja na fase reprodutivas, nos períodos de enchimento de grão.

**Tabela 2** – Resultados da aplicação foliar de nitrogênio na cultura da soja.

Tratamento	Nº de nós férteis/planta	Nº de vagens/planta	Peso de 100 sementes	Produtividade (kg/ha)
1	8,7 a	41,7 c	15,84 a	3.247,6 e
2	9,7 a	52,7 ab	16,21 a	3.519,0 cd
3	9,5 a	54,0 ab	16,26 a	3.590,5 c
4	9,3 a	55,1 a	16,22 a	3.721,4 b
5	9,7 a	53,3 ab	16,30 a	3.733,3 b
6	8,7 a	53,0 ab	16,17 a	3.890,5 a
7	8,7 a	53,7 ab	16,25 a	3.940,5 a
8	8,9 a	49,5 b	16,19 a	3.433,3 d
CV (%)	8,31	5,63	1,86	1,83
DMS	1,273	3,26	0,505	111,571

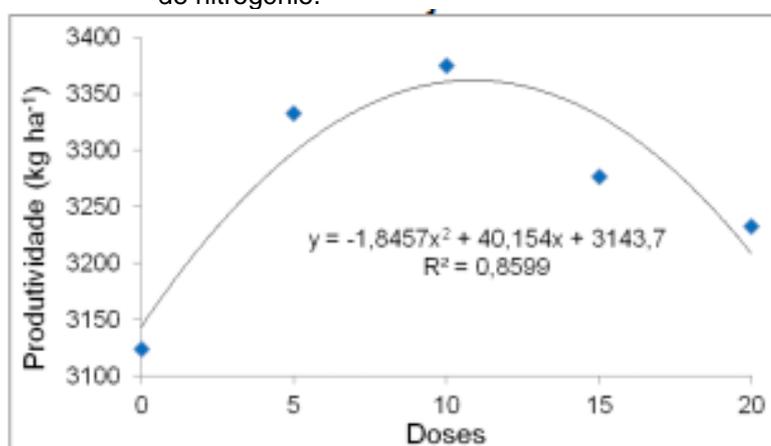
\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Zocca e Fancelli (2013)

Porém Rosa *et al.* (2015) em Campo Mourão - PR encontraram resultados positivos com tratamentos que foram aplicados em duas doses de 4 L.ha<sup>-1</sup> de N foliar (30 % N) em dois estágios diferentes (R4+R5), quando a aplicação foi realizada apenas em R4 ou em R5, estes não apresentaram diferença estatística da testemunha.

Resultados obtidos por Deczka *et al.* (2013), a aplicação de nitrogênio na fase reprodutiva da soja apresenta efeitos, uma vez que o aumento na produtividade foi crescente a 10 l ha<sup>-1</sup>, havendo um incremento de 250 kg ha<sup>-1</sup> sobre a testemunha, portanto houve decréscimo assim que submetidos a doses maior que 10 l há<sup>-1</sup> (Figura 1).

**Figura 1** – Produtividade da cultura da soja sobre diferentes doses de nitrogênio.



Fonte: Deczka *et al.* (2013).

## Potássio

Diferentemente do N, o potássio não faz parte de nenhum composto orgânico na planta; e devido a isso, não tem função estrutural. Porém, sua principal função nas plantas é de ativador enzimático. Segundo MARSCHNER (1995) o potássio participa no processo de abertura e fechamento de estômatos, respiração celular, síntese de proteínas, osmorregulação, extensão celular e balanço de cátions e ânions.

Uma das razões que explicam o fato de as plantas apresentarem alto nível de exigência nutricional em potássio é a necessidade que a planta tem de manter o seu teor elevado no citoplasma das células, principalmente para garantir assim uma ótima atividade enzimática, pois esse nutriente não tem alta afinidade com compostos orgânicos. Outro motivo da necessidade do K no citosol e no estroma dos cloroplastos

é para manter a neutralização de ânions (ácidos orgânicos e inorgânicos solúveis, e ânions de macromoléculas) e manutenção do pH nos níveis adequados para o funcionamento da célula, isto é, pH de 7,0-7,5 no citosol e, aproximadamente 8,0 no estroma (MARSCHNER, 1995).

O potássio deve ser usado num programa de adubação em que não falte nem o nitrogênio nem o fósforo, a necessidade de potássio nos primeiros dias de desenvolvimento da planta é pequena, porém vai crescendo de acordo com o desenvolvimento da planta, em culturas anuais o potássio é quase todo absorvido pela planta antes da formação de frutos ou grãos. As perenes exigem uma absorção quase constante no seu desenvolvimento. (MALAVOLTA, 1989).

O potássio é necessário para a formação dos açúcares e do amido e para o seu transporte até os órgãos de reserva. A falta de potássio vai refletir principalmente na diminuição da colheita (MALAVOLTA, 1989).

A planta tem uma elevada exigência de k porém são poucos os trabalhos em que se conseguem respostas da cultura em função da adubação potássica. Alguns fatores são determinantes para o baixo efeito do nutriente, como: tipo do solo, quantidade do nutriente no solo, exigência nutricional da cultivar implantada e a aplicação inadequada (YAMADA; BORKETE, 1992).

Mesmo quando a quantidade de k aplicada anualmente que varia de 33 a 66 kg ha ocorre uma redução do k disponível em áreas de cultivo sucessivo de soja (BORKETE *et al.*, 1997a; MASCARENHAS *et al.*, 1981; ROSOLEM *et al.*, 1984).

Em aplicações no cafeeiro foi demonstrado que o potássio aplicado as folhas ele é translocado para os frutos em formação, a translocação é tanto maior quanto maior for a dose do nutriente aplicado. A translocação do potássio na planta não é o fator limitante para a eficiência da aplicação foliar

Quando é feita a calagem ocorre um aumento das concentrações de Ca e Mg do solo, e também pode aumentar a do k, podendo afetar a absorção do k pelas raízes levando a planta a ter deficiência (GOEDERT *et al.*, 1975).

Os sintomas de deficiência de K, nas culturas em geral, caracterizam-se pela clorose marginal e necrose das folhas, inicialmente nas folhas mais velhas. Em estádios mais avançados de deficiência, a clorose e a necrose podem migrar para as folhas mais novas, ocorrendo abscisão prematura das folhas mais velhas (SILVA JÚNIOR *et al.*, 1995; LOCASCIO, 1996).

O papel do potássio na planta são os seguintes: vigor e maior resistência a doenças; ajuda na produção de amido, óleo e proteína; maior resistência dos colmos e caules evitando assim o acamamento das plantas; menor número de frutos chochos; aumenta a resistência a seca e geada; qualidade dos frutos; melhor formação de raízes e tubérculos.(MALAVOLTA, 1989).

Segundo o trabalho de Staut (2006) com os seguintes tratamentos 1) Testemunha (sem aplicação de produto ou água); 2) Água; 3) HAF Plus 200 ml ha<sup>-1</sup> + HAF Alfa 800 ml ha<sup>-1</sup> aplicados no estádio V2 + HAF Potassium 800 ml ha<sup>-1</sup> no estádio R5.1; 4) HAF Plus 200 ml ha<sup>-1</sup> + HAF Alfa 800 ml ha<sup>-1</sup> aplicados no estádio V2; e 5) HAF Alfa 800 ml ha<sup>-1</sup> aplicado no estádio V2 + HAF Potassium 800 ml ha<sup>-1</sup> no estádio R5. ele concluiu que essas aplicações não tiveram ganhos significativos no rendimento de grãos independente das doses e dos estádios.

Porém com relação ao potássio (K), observa-se que para o tratamento HAF Plus com 200 ml ha<sup>-1</sup> + HAF Alfa com 800 ml ha<sup>-1</sup> ambos no estádio V2 + HAF Potassium com 800 ml ha<sup>-1</sup> no R5.1, o teor de potássio no tecido foliar é maior que no tratamento HAF Alfa com 800 ml ha<sup>-1</sup> + Potassium 800 ml ha<sup>-1</sup>. Então com isso ele conclui que em lavouras com históricos de deficiência de potássio o tratamento completo (Plus+Alfa+Potassium) pode ser de grande valia (tabela 3).

**Tabela 3** – Análise foliar na cultura da soja.

Tratamentos	N	P	K	Ca	S	Zn	Mg	Mn
	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>		
Testemunha	45,5 b	2,9 a	23,8 ab	9,7 a	2,5 b	44,1 a	4,0 a	73,5 a
Água	46,2 ab	2,9 a	24,0 ab	10,0 a	2,9 a	35,1 a	4,2 a	76,0 a
HAF Plus*+ Alfa*+ Potassium **	46,7 ab	3,0 a	25,2 a	10,4 a	2,6 ab	30,3 a	4,1 a	73,5 a
HAF Plus*+ Alfa***	47,9 ab	2,8 a	23,9 ab	10,1 a	2,7 ab	29,5 a	4,2 a	68,8 a
HAF Alfa *** + Potassium **	48,9 a	2,8 a	23,0 b	10,2 a	2,8 ab	30,3 a	4,2 a	69,0 a
CV %	5,1	8,2	6,4	8,5	8,9	37,8	6,0	8,4

\* 200 ml ha<sup>-1</sup> em V2 \*\* 800 ml ha<sup>-1</sup> R5.1 \*\*\* 800 ml ha<sup>-1</sup> V2

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Duncan, 5%)

Fonte: Staut (2006)

Os índices de disponibilidade de K no solo relativos aos teores de Ca e de Mg, tanto do complexo de troca quanto da solução do solo, estão diretamente correlacionados com a nutrição potássica da soja. A relação (Ca+Mg)/K trocável no solo constitui um índice importante de avaliação da disponibilidade do K no solo para

a cultura da soja. A recomendação de adubação potássica para a cultura da soja deve considerar a quantidade de calcário aplicada.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a revisão de alguns trabalhos concluiu-se que a melhor época de aplicação é na fase reprodutiva, sendo apresentado pelos autores que à efeitos a partir de R1, pois a fixação biológica de nitrogênio decresce sua eficiência nesse período. O uso do Coron® no suprimento de nitrogênio é eficiente na dosagem de 5 l há<sup>-1</sup> no período de R1/R2 e R4/R5.

O uso de fertilizante foliar na fase reprodutiva é significativo, havendo resposta crescente, portanto a dosagem máxima no uso do nitrogênio líquido é de 10 l há<sup>-1</sup> do produto nitamim.

O uso do fertilizante foliar na disponibilidade de potássio apresenta efeito em após período de v4, sendo válido seu uso em áreas com históricos de deficiência do nutriente, uma vez que é menos absorvido em relação ao nitrogênio.

### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p.293-298, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0103-90162000000200016&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-90162000000200016&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 16 dez. 2010. doi: 10.1590/S0103-90162000000200016.

BOARETTO, A.E., DAGHLIAN, C., MURAOKA, T., CRUZ, A.P. Adubação do feijoeiro: Fontes de Nitrogênio, concentração da solução e horário de aplicação. In: **Anais...** da Jornada Científica do campus de Botucatu, 12, ADCB/UNESP, 1983. Botucatu: ADCB/UNESP, 1983b, p. 50.

BORKERT, C.M.; FARIAS, J.R.B.; SFREDO, G.J.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C.L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo Álico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.1119-1129, 1997a.

BROCH, D. L.; FERNANDES, C. H. Adubação nitrogenada da soja. **Anais...** Fundação MS e SN-Centro de Pesquisa e Promoção de Pesquisa de Sulfato de Amônio Ltda. Maracaju, 2000. Disponível em [http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$webindex/article=315DB9EC83256C70005843B239C4D6F0](http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/$webindex/article=315DB9EC83256C70005843B239C4D6F0) >

CARACTERÍSTICAS. **Características da Soja (Glycine max)**. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/caracteristicas.aspx>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

CHENG, T. The effect of seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. **Scient. Sinica**, 44:129-135, 1985.

DECHEN, Antônio Roque, NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, Roberto Ferreira *et al.* **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

ENGELS, C.; MARSCHENER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, E. P. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995, p.41-71.

FARIAS, José Renato B.; NEPOMUCENO, Alexandre L.; NEUMAIER, Norman. **Ecofisiologia da Soja**. Circular Técnica. Londrina-PR: Setembro, 2007.

FAUST, M., SHEAR, C.B Calcium transport patterns in apples. PI. **Sedow Skierniewice**, Ser. E, nº 3, pp. 423-436. 1973.

FERTILIZANTES - **Conceitos Aplicados Via Foliar**. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/ConceitosAplicadosViaFoliar.aspx>>. Acesso em: 16 fev. 2017.

GOEDERT, W. J.; COREY, R.B.; SYERS, J.K. The effects on potassium equilibria in soils of Rio Grande do Sul, Brazil. **Soil Science**, v.120, p.107-111, 1975.

GUIMARÃES, T. G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. 1998. 184 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

HISTÓRICO. **Histórico da Soja**. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/historico.aspx>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

HUMGRIA, Mariângela, CAMPO, Rubens José, MENDES, Leda Carvalho. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5.ed. São paulo: editora Agronômica Ceres, 1989.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, v. 1, 2006, 638 p.

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

MASCARENHAS, H.A.A.; VALADARES, J.M.A.; ROTTA, C.L.; BULISANI, E.A. Adubação potássica na produção de soja, nos teores de potássio em Latossolo Roxo Distrófico de cerrado. **Bragantia**, v.40, p.125-134, 1981.

NITROGÊNIO. **Nitrogênio**. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_nitrogenio.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_nitrogenio.aspx)>. Acesso em: 17 fev.2017.

PESSOA, A.C.S. **Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 151p. (Doctoral Thesis in Soils and Mineral nutrition of Plants) - Universidade Federal de Viçosa.

POTÁSSIO. **Potássio**. Disponível em:<[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_potassio.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_potassio.aspx)>. Acesso em: 17 fev. 2017.

ROSA, L. S.; SILVA, A. P. da; JESUS, V. V. de; KOLESKA, L.; PETEAN, L. P. Influência da utilização de nitrogênio aplicado via foliar na fase reprodutiva da soja. ISSN 1983-7178. **Anais... VI CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Ocidental do Paraná/Faculdade Integrado de Campo Mourão**. Campo Mourão, 2015.

ROSOLEM, C.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. Adubação potássica da soja em Latossolo vermelho escuro fase arenosa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.1319-1326, 1984.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronomica Ceres/Potafos, 1991, 343p.

ROSOLEM, Ciro A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

SILVA JÚNIOR, A. A.; SOPRANO, E.; VIZZOTTO, V. J.; MACEDO, S. G. **Caracterização de deficiências nutricionais em pepineiro**. Florianópolis: EPAGRI, 1995, 36p. (Boletim Técnico, 70).

STAUT, Luiz Alberto. Adubação foliar com nutrientes na cultura da soja. **InfoBibos**, 2007. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_4/AdubFoliar/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/AdubFoliar/index.htm)

STAUT, Luiz Alberto. ADUBAÇÃO FOLIAR COM MACRO E MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA. **Fertbio**, Bonito,MS, p.1-4, 10 jun. 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. **Soja, nutrição correção do solo e adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 60p. (Série Técnica, 7).

YAMADA, T; BORKERT, C.M. Nutrição e produtividade da soja. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1992. **Anais**. Piracicaba: USP/ ESALQ, 1992. p.180-212.  
Cultivo soja- Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 16 fev.2017. .

POTÁSSIO. **Potássio**. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_potassio.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_potassio.aspx)>. Acesso em: 17 fev. 2017.

ZOCCA, T. N.; FANCELLI, A. L. Incremento de produtividade da soja pelo uso de nitrogênio foliar. ESALQ/USP. *In: Anais: 21º SIICUSP: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP*. Piracicaba, 2013.