

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS ARAGUATINS  
CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**WILKLEY BRAGA DOS REIS**

**OS PRINCÍPIOS DA ADUBAÇÃO FOLIAR E SUA IMPORTÂNCIA PARA  
AGRICULTURA**

**ARAGUATINS**

**2020**

**WILKLEY BRAGA DOS REIS**

**OS PRINCÍPIOS DA ADUBAÇÃO FOLIAR E SUA IMPORTÂNCIA PARA  
AGRICULTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal do Tocantins – *Campus* Araguatins, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta de Freitas Souza Lobo.

**ARAGUATINS  
2020**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

R375p Reis, Wilkey Braga Dos  
Os princípios da adubação foliar e sua importância para  
agricultura / Wilkey Braga Dos Reis. – Araguatins, TO, 2020.  
31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,  
Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2020.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Roberta de Freitas Souza Lobo

1. Lei dos fatores mínimos. 2. O que são fertilizantes?. 3. A  
importância dos fertilizantes via foliar para agricultura. I. Lobo,  
Roberta de Freitas Souza. II. Título.

**CDD 630**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado para fins  
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS  
CAMPUS ARAGUATINS  
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: "OS PRINCÍPIOS DA ADUBAÇÃO FOLIAR E SUA IMPORTÂNCIA PARA AGRICULTURA"**

**AUTOR (A): Wilkley Braga dos Reis**

**ORIENTADOR (A): Prof. Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 14 de fevereiro de 2020.

**Prof. Dra. Roberta de Freitas Souza Lobo**  
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Araguatins

**Prof. Me. Márcio Rogério Pereira Leite**  
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Araguatins

**Profª. Me. Poliana Mendes Avelino de Carvalho**  
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Araguatins

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha amada esposa Lorena Cristina Santos Gomes Braga, pela sua postura impecável que ela manteve ao meu lado diante das adversidades, sempre me estimulando a não desistir dos meus objetivos, e ao meu amado e querido filho Samuel Braga Gomes, que me proporcionou conhecer o amor mais lindo e puro que existe.

Dedico também aos meus pais Jovenal Queiroz de Sousa Reis e Sebastiana de Sousa Reis, e também todos os meus familiares e amigos que de alguma forma sempre estiveram ao meu lado nessa etapa de estudos, contribuindo para minha formação profissional.

Dedico por fim a todos os professores que me influenciaram na minha trajetória acadêmica. Em especial à querida professora Roberta de Freitas Souza Lobo, minha orientadora, com quem compartilhei minhas dúvidas e angústias a respeito do tema, e que me apoiou inteiramente durante a realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele e as bênçãos dele para com a minha vida e minha família nada seria possível.

Agradeço também a minha professora orientadora Roberta de Freitas Souza Lobo, por ser uma constante fonte de motivação e incentivo ao longo de todo o projeto. Muito obrigado.

Agradeço também a minha querida esposa Lorena Cristina Santos Gomes Braga e aos meus pais Jovenal Queiroz de Sousa Reis e Sebastiana de Sousa Reis, cuja presença sempre afetou positivamente a minha vida, em todos os aspectos, contribuindo para que eu realizasse esse sonho.

*“O aprendizado é o sentido mais límpido da vida. Pois jamais se termina uma existência sem que antes se aprenda algo”.*

(Maria Clara Fraga Lopes).

## RESUMO

A prática da adubação foliar vem se desenvolvendo intensamente nos últimos anos, como rotina, em várias culturas de interesse econômico. Devido à grande importância social e nutricional da adubação foliar, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de ressaltar a importância da prática de adubação foliar na agricultura. O trabalho desenvolvido seguiu de preceitos do estudo exploratório, por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica. Foram utilizados alguns artigos científicos sobre a temática abordada nas bases de dados Scielo, publicados entre os anos de 1970 (considerados relevantes) e 2019. Foram utilizados também alguns arquivos de sites confiáveis e renomados relacionados à agricultura como Embrapa, Abisolo, Agrolink e Fertilizer. E por fim, foram utilizadas também 2 monografias para auxílio na pesquisa. Foram utilizados termos como “princípios da adubação foliar”, “o que é adubação foliar” “quais as principais vantagens da adubação foliar”, “cuidados com a aplicação de fertilizantes foliares”. Assim, pode-se verificar que a demanda pela qualidade e estrutura econômica da agricultura avançada adiciona ao manejo agrônomo de lavouras a prática de nutrição de plantas via foliar como fundamental no dia a dia da produção, pois a adubação foliar fornece os nutrientes diretamente na folha, onde a planta mais necessita deles. São claros e positivos os resultados de culturas a aplicação via foliar com macro e micronutrientes associada a sua facilidade de aplicação e distribuição via pulverização dos fertilizantes. Esta técnica é um instrumento de grande valia aos programas de adubação recomendados pelos técnicos na atualidade.

**Palavras-chave:** Qualidade. Expansão. Vantagens



## **ABSTRACT**

The practice of foliar fertilization has been developing intensely in recent years, as a routine, in several cultures of economic interest. Due to the great social and nutritional importance of foliar fertilization, the present work was developed with the objective of emphasizing the importance of the practice of foliar fertilization in agriculture. The work developed followed the precepts of the exploratory study, through a bibliographic review research. Some scientific articles were used on the subject addressed in the Scielo databases, published between the 1970s (considered relevant) and 2019. Some files from reliable and renowned sites related to agriculture, such as Embrapa, Abisolo, Agrolink and Fertilizer, were also used. Finally, 2 monographs were also used to aid research. Terms such as “foliar fertilization principles”, “what is foliar fertilization” were used “what are the main advantages of foliar fertilization”, “care with the application of foliar fertilizers”. Thus, it can be seen that the demand for quality and economic structure of advanced agriculture adds to the agronomic management of crops the practice of plant nutrition via the leaf as fundamental in the day-to-day production, as foliar fertilization provides nutrients directly on the leaf , where the plant needs them most. The results of cultures with foliar application with macro and micronutrients associated with their ease of application and distribution via spraying of fertilizers are clear and positive. This technique is an instrument of great value to the fertilization programs recommended by technicians today.

**Key words:** Quality. Expansion. Benefits

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1:</b> A lei de fatores mínimos .....  | 13 |
| <b>Figura 2:</b> Estrutura de uma folha: em destaque a cutícula (parte adaxial) e os estômatos (parte abaxial) .....                       | 17 |
| <b>Figura 3:</b> Esquema da distribuição da porosidade em paredes celulares, com suas respectivas cargas e efeito na difusão de íons ..... | 17 |

## SUMÁRIO

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>2</b>     | <b>METODOLOGIA.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>3</b>     | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Lei dos fatores Mínimos.....</b>  | <b>14</b> |
| <b>4</b>     | <b>O QUE SÃO FERTILIZANTES?.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Critérios de essencialidade .....</b>                                     | <b>15</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>Fertilização foliar nas plantas.....</b>                                  | <b>16</b> |
| <b>4.3</b>   | <b>Penetração via cuticular e via estomatal.....</b>                         | <b>17</b> |
| <b>4.4</b>   | <b>Fatores que influenciam na absorção foliar .....</b>                      | <b>19</b> |
| <b>4.5</b>   | <b>Filosofias de Aplicação .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>4.5.1</b> | <b>Filosofia de segurança .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>4.5.2</b> | <b>Filosofia de prescrição.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>4.5.3</b> | <b>Filosofia de restituição.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>5</b>     | <b>A IMPORTÂNCIA DOS FERTILIZANTES VIA FOLIAR PARA<br/>AGRICULTURA .....</b> | <b>22</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>O que são Quelatos .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Cuidados com os métodos de aplicação dos fertilizantes foliares .....</b> | <b>23</b> |
| <b>5.3</b>   | <b>Preparo das soluções de nutrientes .....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>6</b>     | <b>DISCUSSÕES DOS BENEFÍCIOS DA ADUBAÇÃO FOLIAR.....</b>                     | <b>25</b> |
| <b>8</b>     | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>28</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>29</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A prática da adubação foliar vem se desenvolvendo intensamente nos últimos anos, como rotina, em várias culturas de interesse econômico. O uso de micronutrientes, via foliar, tem aumentado continuamente em função do maior conhecimento dos macronutrientes e micronutrientes presentes no solo e se disponíveis para a planta ou não, assim como, do aumento nos procedimentos de diagnósticos das culturas e seus cultivares (MOCELLIN, 2004).

Levando em consideração que qualquer cultura, para atingir o seu potencial de produção, necessita que todos os nutrientes estejam em quantidades apropriadas para suprir sua imposição nutricional, a adubação deve ter objetivos estabelecidos, ou seja, deve-se utilizá-la apenas quando for indispensável. Isso acontece quando o solo não oferece todos os nutrientes, então, à vista disso, a adubação é recomendada. O solo é o local da aplicação de todos os nutrientes, mas quando há alguma restrição para que a cultura sugue os nutrientes necessários, devem-se utilizar outras técnicas, como, por exemplo, a adubação foliar. É necessário salientar que a adubação foliar com micronutrientes não pode ser vista como um remédio para todos os erros realizados no manejo dos corretivos e dos fertilizantes e na preparação do solo para o plantio. A adubação foliar deve ter objetivos determinados e fornecer os nutrientes que faltam ao solo, na quantidade necessária para cultura (BOARETTO; BACA M., 2007).

É certa que os principais elementos, nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) são mais acessíveis quando usados em suas formas sólidas, mas alguns especialistas consideravam que apenas a porção desses elementos é que valia. Entretanto, a mera presença de nutrientes no solo não assegura uma assimilação eficaz dos fertilizantes minerais pela planta. Alguns gráficos indicam fases na vida da planta onde a carência de alguns nutrientes é maior que a capacidade fisiológica da planta de captá-los, mesmo quando estes existem em excesso no solo.

Aubos à base de nitrogênio e potássio que são bastante solúveis podem ser facilmente lavados do solo, ou seja, lixiviados. Fertilizantes fosfatados podem responder facilmente com íons de potássio, magnésio, alumínio e ferro transformando-se em soluções químicas sem utilidade para as plantas. Nutrientes foliares, por outro lado, são impulsionados diretamente para a folha da planta o que

na realidade é o foco da fertilização, expandindo a taxa de fotossíntese nas folhas e estimulando, assim, a absorção de nutrientes pelo sistema radicular da planta.

Fertilizantes foliares é o mais satisfatório sistema de aplicação de micronutrientes ou pequenas proporções de nutrientes como complementos dos elementos mais indispensáveis.

Fertilizantes foliares também podem corrigir insuficiências, aumentar colheitas fracas ou deterioradas, expandir a velocidade de crescimento e aumentar a habilidade de crescimento, o que, é o principal objetivo na utilização de fertilizantes. Fertilizantes foliares usados junto com fertilizantes sólidos podem ser empregados para corrigir de forma rápida balança de nutrientes e amplificar a captação das raízes. Isso não quer dizer que o uso de fertilizantes foliares substitui o uso de fertilizantes sólidos, mas o uso de fertilizantes foliares revelou incrementar a disponibilidade dos elementos principais utilizados na sua forma sólida (MOCELLIN, 2004).

Devido à grande importância social e nutricional da adubação foliar, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de ressaltar a importância da prática de adubação foliar na agricultura.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido seguiu de preceitos do estudo exploratório, por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica, que, de acordo com Gil (2008), é desenvolvida a partir de materiais já elaborados, constituídos de livros e artigos científicos.

Nesta percepção, a proposta de Gil (2008) foi utilizada em etapas. A primeira etapa foi à escolha e pesquisa das fontes, onde as mesmas forneceram as respostas adequadas à solução do problema proposto, com argumentos e teses que defendiam e explicaram claramente todos os pontos necessários para alcançar o objetivo proposto.

Foram utilizados alguns artigos científicos sobre a temática abordada nas bases de dados Scielo, publicados entre os anos de 1970 (considerados relevantes) e 2019. Foram utilizados também alguns arquivos de sites confiáveis e renomados relacionados a agricultura como Embrapa, Abisolo, Agrolink e Fertilizer. E por fim, foram utilizadas também 2 monografias para auxílio na pesquisa. Foram utilizados termos como “princípios da adubação foliar”, “o que é adubação foliar” “quais as principais vantagens da adubação foliar”, “cuidados com a aplicação de fertilizantes foliares”.

Foram selecionados textos, artigos e monografias que envolviam o estudo da adubação foliar de maneira bastante ampla, incluindo todas as características e os fatores que influenciam esse método de adubação. Os termos citados acima, embora indicassem algumas vezes artigos que não se relacionavam diretamente ao tema, permitiram a obtenção de uma amplitude maior de artigos sobre o assunto tratado. Para delimitar a presente revisão, foram excluídos artigos que não estavam diretamente ligados ao assunto. Depois, procedeu-se selecionando os artigos que melhor corroboravam as idéias propostas pelo tema.

A coleta de dados procedeu-se de maneira exploratória e seletiva, de maneira a verificar todos os aspectos e fundamentos que de alguma forma estavam interligados ao tema, para assim desenvolver a pesquisa.

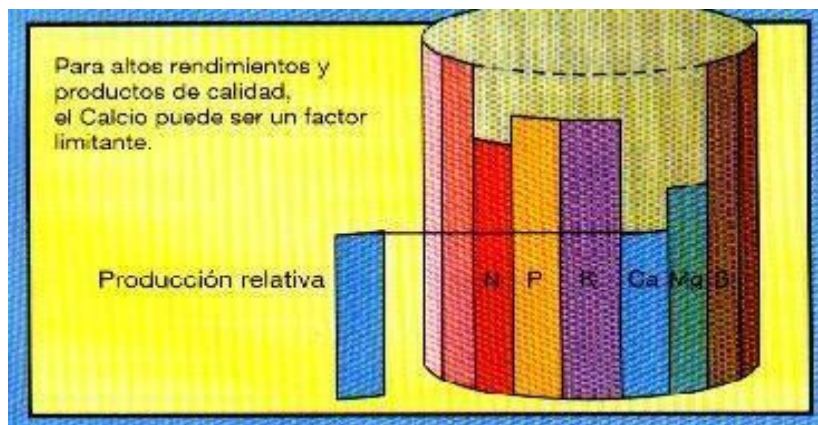
### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Lei dos fatores Mínimos

O recente conhecimento sobre a associação da física e da química, na biologia do desenvolvimento das plantas, iniciou pelas descobertas de um cientista alemão, Justis Von Liebig (1803-1873), reconhecida atualmente como Lei dos Mínimos. O mesmo descobriu que o crescimento das plantas é restrito pelo nutriente da planta que estiver presente em baixa quantidade relativa (MOCELLIN, 2004).

Por isso, a produtividade é limitada pelo ponto do elemento macro e micro nutriente exposto em menor quantidade equivalente. Dessa maneira, a adubação adequada de NPK não assegura o aumento da produtividade, como seria capaz de assegurar se estivesse na presença dos micronutrientes ausentes. A solução para garantir o abastecimento adequado dos micronutrientes ausentes no solo é através da adubação e ou fertilização foliar.

**Figura 1.** - A lei de fatores mínimos



Fonte: Mocellin, 2004

## 4 O QUE SÃO FERTILIZANTES?

Fertilizantes são mercadorias que possuem os principais nutrientes das plantas. Existem espontaneamente no solo, no ambiente e nas fezes de animais. Não é todas as vezes que esses nutrientes estão disponíveis no solo para as plantas utilizarem, geralmente estão em quantidades escassas, nestes casos os homens usam os fertilizantes para preencher o que as plantas precisam a fim de desenvolverem em seu potencial máximo.

Fertilizantes podem ser considerados em dois grupos: orgânicos e inorgânicos. Os orgânicos são decorrentes de matérias vivas ou mortas incluindo fezes de animais, restos de colheitas, e muitas outras formas oriundas de matéria viva; fertilizantes inorgânicos resultam de fontes não vivas e compreendem a maioria dos fertilizantes fabricados quimicamente e comercializados pelo homem (MOCELLIN, 2004).

### 4.1 Critérios de essencialidade

Com objetivo de comprovar se um determinado elemento mineral é indispensável ou não, foram definidos os critérios de essencialidade, que são de dois tipos, o critério direto e o indireto (MALAVOLTA; ROMERO, 1975).

De acordo com Valentini (2008), pelo critério direto, é preciso apenas averiguar se o elemento considerado faz parte integrante das moléculas orgânicas essenciais aos processos vitais da planta. Por exemplo, o Magnésio é componente da molécula de clorofila. Sua necessidade implica na não formação da clorofila e sem clorofila, a planta não vive, o Ferro é componente das moléculas do citocromos, pigmentos fundamentais ao eletrotransporte nas reações da respiração. Sua falta impede a respiração, que é essencial à vida da planta.

O método indireto é o da confirmação experimental nas seguintes situações:

1. A ausência do elemento impossibilita que a planta complete o seu ciclo vital;
2. A ausência do elemento pode ser reposto somente através de seu fornecimento à planta;



3. O elemento deve estar diretamente ligado ao sustento da planta, não sendo sua ação decorrente da eventual correção de condições físicas, químicas ou biológicas do substrato em que vive a planta.

#### **4.2 Fertilização foliar nas plantas**

Para que as plantas possam crescer e produzir, carecem além de água, luz, oxigênio e gás carbônico, também de vários nutrientes minerais, que por definição, são divididos em macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Zn, B, Mn, Cu, Fe, Mo, Co e Cl) (TAIZ; ZIEGER, 2004).

A adubação foliar remete-se às correções de micronutrientes e macronutrientes com a finalidade de complementar a adubação via solo. Esse sistema pode expressar economia na utilização de fertilizantes pelo motivo de, via solo, a eficiência na exploração dos nutrientes é restringida devido, entre outros, aos processos de lixiviação e fixação de elementos (BISSANI et al, 2004).

Os procedimentos da absorção foliar de nutrientes podem alterar de acordo com as substâncias aplicadas, tal como a espécie da planta que adquire a fertilização. As folhas são órgãos habilitados para a fotossíntese. A adubação foliar pode diminuir o tempo de atraso entre aplicação e a absorção pela planta, o que seria considerável durante uma fase de rápido crescimento, sendo capaz também de rodear o problema de restrição de absorção de um nutriente disponível no solo. Como por exemplo, a aplicação via foliar de nutrientes minerais como: ferro, manganês e cobre pode ser mais eficaz do que a aplicação via solo, onde eles são adsorvidos às partículas do solo tornando-se menos acessíveis ao sistema radicular (NEDEL, 2014).

Para que a aplicação foliar de nutrientes seja satisfatória, qualquer deterioração às folhas deve ser minimizada. Se a pulverização foliar for aplicada em um dia quente, quando a evaporação é mais alta, os sais podem se aglomerar na superfície da folha e ocasionar queimadura na mesma. A aplicação em dias frescos ou à tardinha ajuda a amenizar este problema (KAPPES; GOLO; CARVALHO, 2008).

A introdução dos nutrientes na cutícula, sua translocação por meio dela, e a entrada no apoplasto, compõem a absorção passiva ou penetração. O movimento de substâncias em oposição a um gradiente químico, de uma menor para uma maior

concentração, é chamado de transporte ativo. A absorção é mais tardia e inconversível, a entrada ocorre no citosol ou vacúolo (CAMARGO, 1970).

### **4.3 Penetração via cuticular e via estomatal**

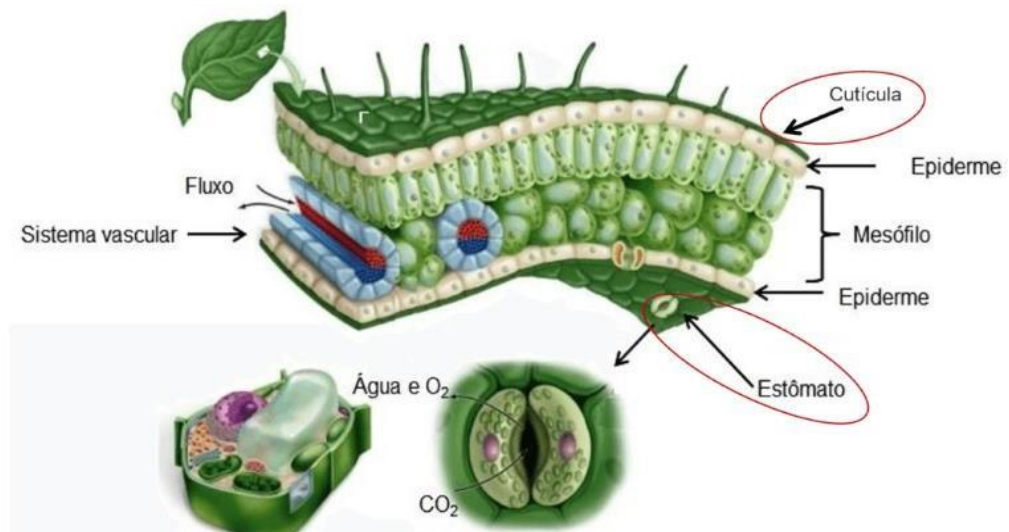
As concepções dos processos incluídos na penetração de solutos nas folhas vêm modificando com o tempo, focalizando na existência e papel da ectodesmata, penetração estomatal, e a significância das regiões peristomáticas. A primeira suposição foi renegada ainda nos anos 60 (ROSOLEM, 2002).

Por várias décadas a absorção de água e solutos via estômatos foi objeto de contestação, até que a discussão foi praticamente contida por Shönherr e Bukovac em 1972. Eles evidenciaram que a penetração de soluções aquosas através dos estômatos era improvável por causas físicas relacionadas à arquitetura e particularidades da superfície dos estômatos e ainda à alta tensão superficial dos solutos aquosos. Deste modo, para acontecer penetração estomatal, a solução precisaria ter uma tensão superficial menor que  $30 \text{ mN m}^{-1}$ . Daí em diante, a absorção foliar foi apontada como ocorrendo somente pela cutícula, numa universalização velada. No entanto, é comum um grande embate da densidade estomatal ou da abertura estomática na absorção foliar (ROSOLEM, 2002).

Há pouco tempo foi revelada a existência de finos filmes de água em superfícies de folhas supostamente secas. Os filmes de água se discorrem quando sais higroscópicos presentes na superfície foliar ficam deliquescentes, em outras palavras, quando eles absorvem vapor de água da atmosfera ou da transpiração da própria planta e se diluem. Eles podem perdurar em umidades relativas muito abaixo da saturação, dependendo do ponto de deliquescência do sal. Uma vez que estes filmes são habilitados para cobrir superfícies vistas como não molháveis e desde que eles são microscopicamente finos, não existe justificção física abrangendo sua expansão através dos estômatos. A absorção de uranina, um íon grande, foi expandida 30 vezes a mais quando os estômatos estavam abertos, comparado aos estômatos fechados. Como o ponto máximo de absorção foi analisado durante o processo de secamento, conseqüentemente conseguiu-se concluir que a penetração ocorreu via estomatal por meio de finos filmes de água (ROSOLEM, 2002).

Por isso, hoje se concorda que há penetração de solutos nas folhas por meio da cutícula e por meio dos estômatos.

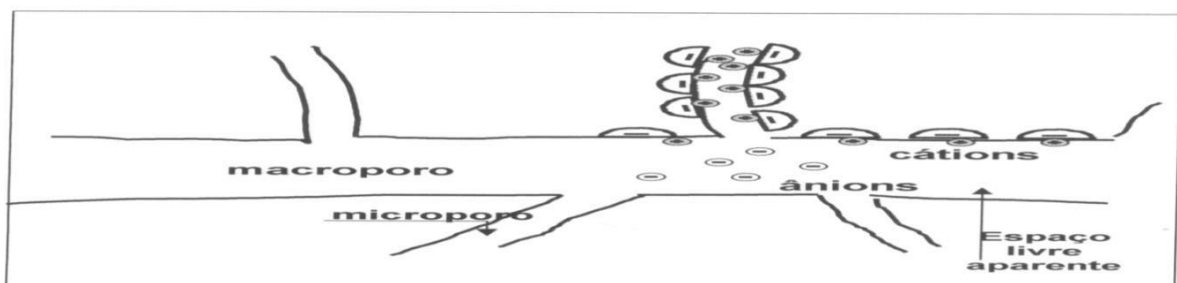
**Figura 2.** Estrutura de uma folha: em destaque a cutícula (parte adaxial) e os estômatos (parte abaxial).



Fonte: Roselem, 2002.

Na figura 3 pode-se observar um esquema dos poros encontrados na parede celular, com suas cargas e consequência na penetração de substâncias. Assim sendo, ânions e substâncias sem carga possuem trânsito livre na matriz, tendo o movimento restrito somente pela dimensão da molécula em relação ao tamanho dos poros, à medida que substâncias com carga positiva serão ligadas às paredes, tendo melhor infiltração apenas quando as cargas das paredes estiverem saturadas. Além de que, existe uma limitação física à passagem dos íons, onde, tanto a matriz da cutícula como da parede celular condiciona uma rede de poros pelos quais a substância deve percorrer (ROSELEM, 2002).

**Figura 3.** Esquema da distribuição da porosidade em paredes celulares, com suas respectivas cargas e efeito na difusão de íons.



Fonte: Roselem, 2002.

#### 4.4 Fatores que influenciam na absorção foliar

Alguns fatores podem intervir a absorção foliar, o exemplo mais comum é a estrutura, pois a absorção de solutos é auxiliada quando há cutículas mais finas e altas frequência de estômato. Todavia, cutículas condensadas, poucos estômatos e ectodesmos, como também a alta pilosidade das folhas complicam a penetração e absorção dos solutos pela planta.

No caso de o período de contato da folha com a solução for bastante longo, a distinção na velocidade de absorção inclina-se a desaparecer. A absorção foliar é maior nos locais da nervura principal e nos contornos da folha, sendo menos intensa das regiões do ápice e da base (RODRIGUES, 2003).

-Hidratação das folhas: Cutículas bem hidratadas são bastante permeáveis à água e aos hidrossolutos. Cutículas desidratadas são praticamente impermeáveis (RODRIGUES, 2003).

-Idade das folhas: A absorção de solutos, em soluções aquosas é muito mais intensiva nas folhas novas do que nas adultas e nas velhas, em razão de que as folhas novas estão em alta atividade metabólica. As substâncias lipoidais, penetram com muito mais simplicidade nas folhas mais velhas, isto porque à maior quantidade de ceras e de cutina que compõe a sua cutícula (RODRIGUES, 2003).

-Temperatura do ar: A elevação da temperatura ocasiona uma aceleração de absorção, contribuindo também a evaporação de solução na superfície das folhas, amplificando o acúmulo dos solutos aplicados, o que favorece a penetração de maior proporção de íons no apoplasto. Contudo temperaturas muito altas acarretam a desnaturação de enzimas e proteínas, que se refletirá na absorção. Além de que, temperaturas baixas podem aglomerar o orvalho e formar neblina, mantendo as folhas úmidas, favorecendo a lavagem das folhas (RODRIGUES, 2003).

Disponibilidade de água no solo e umidade: A planta com boa disponibilidade de água no solo conserva túrgida as suas células e boa hidratação na cutícula, colaborando para a penetração foliar. A baixa umidade atmosférica é danosa à absorção foliar, proporcionando a evaporação rápida da solução, reduzindo o tempo de contato desta com a superfície das folhas e ampliando a concentração dos solutos a níveis tóxicos. Ainda, há o favorecimento da

transpiração, resultando no murchamento e assim limitando a permeabilidade da cutícula aos nutrientes (RODRIGUES, 2003).

-Intensidade luminosa: Quanto maior a potência luminosa, maior será a absorção da folha. No entanto, a luz impulsiona a produção de cera superficial da folha, expandindo a sua hidrorrepelência e reprimindo a penetração das soluções aquosas (RODRIGUES, 2003).

-Aplicação das pulverizações foliares: A pulverização com gotas muito grandes molham a folha em abundância, permitindo gotejamento e drenagem da solução para o solo. As adubações foliares devem ser realizadas sempre levando em consideração a capacidade de conservação da solução pelas folhas (RODRIGUES, 2003).

-Ângulo de contato: Para que a penetração ocorra, é preciso que a superfície foliar seja molhada. Os agentes molhantes expandem o contato e a absorção do adubo (RODRIGUES, 2003).

#### **4.5 Filosofias de Aplicação**

As fontes de micronutrientes diversificam na sua forma física, reatividade química, custo e efetividade agrônômica. Sendo a eficiência agrônômica a mais importante e que provém das doses aplicadas e da filosofia de aplicação.

Existem três filosofias básicas de aplicação de micronutrientes que vem sendo utilizadas no Brasil, são elas: filosofia de segurança, filosofia de prescrição e filosofia de restituição (BEVILAQUA; SILVA; POSSENTI, 2002).

##### **4.5.1 Filosofia de segurança**

Nos anos de 60 e 70 quando da abertura de novas áreas da região dos cerrados esta filosofia era muito empregada. Ela baseia-se basicamente na não aplicação das recomendações dos nutrientes exibidos pelas análises de solo e foliar, mas sim a aplicação de um ou de todos os micronutrientes levando em conta as possíveis deficiências de uma região, tipo de solo ou a característica da cultura (MOCELLIN, 2004).

Em culturas de alto interesse, onde os custos dos micronutrientes são insignificantes comparados ao valor da produção, muitos agricultores ainda hoje utilizam a adubação de segurança, envolvendo vários ou todos os micronutrientes.

#### 4.5.2 Filosofia de prescrição

Ela vem sucedendo aos poucos a filosofia de segurança, todavia, muito vagarosamente por questões de falta de domínio na sistemática de coleta das amostras de solo e/ou de tecido foliar e das altas despesas monetárias das análises. Por meio desta filosofia, as recomendações são mais balanceadas e de certa forma protegem as plantas de possíveis fitoxidades, como resultâncias de relações não balanceadas no solo e nas plantas. Os agricultores têm conciliado as filosofias de segurança e de prescrição na edificação da fertilidade do solo com micronutrientes, principalmente na cultura de soja (MOCELLIN, 2004).

#### 4.5.3 Filosofia de restituição

Fundamentado nas tabelas de extração de macro e de micronutrientes, esta filosofia de aplicação vem sendo cada vez mais empregada em áreas de alta produtividade, na tentativa de restituir as quantidades de micronutrientes extraídas evitando a degradação das deficiências encontradas (MOCELLIN, 2004).

Um aspecto que pode ser considerado restringindo na implementação desta filosofia é a quase total falta de trabalhos científicos que procuram definir as quantidades extraídas em cada tipo de solo no Brasil.

## **5 A IMPORTÂNCIA DOS FERTILIZANTES VIA FOLIAR PARA AGRICULTURA**

Adubação foliar é o processo de aplicação de nutrientes minerais na folha vegetal, por meio da absorção total, seja ela absorção passiva e ativa, com a utilização destes nutrientes por toda a planta, não se restringindo a uma terapia local da folha, preenchendo as carências nutricionais em qualquer lugar da morfologia da planta. A adubação foliar não se limita à aplicação de soluções de nutrientes apenas à folhagem das plantas, o tratamento pode se expandir aos ramos novos e adultos, das estacas e dos troncos por meio das pulverizações ou pincelamentos, o que é designado de adubação caulinar (NUNES, 2016).

### **5.1 O que são Quelatos**

A quelatização é o processo que concilia uma carga iônica positiva (cátion) de zinco, manganês, ferro, cobre, magnésio, ou de cálcio com outra molécula orgânica de carga negativa, chamada assim de agente quelatizador. A molécula orgânica contém o íon metálico carregando positivamente o cátion, protegendo a nova forma quelada do cátion da agressividade química do solo ou no tanque de dissolução do fertilizante solúvel. Os nutrientes quelatizados são absorvidos de maneira mais fácil pelas plantas do que os mesmos nutrientes em formas não quelatizadas (NUNES, 2016).

Estes compostos quelatizados anulam a ação de certos cátions altamente reativos de metais, impossibilitando-os de formar reações químicas e formar compostos insolúveis que são indisponíveis para as plantas. Assim é comprovado que, se por um lado, os quelatos usados em fertilizantes foliares necessitam ter uma ligação química, que seja forte o suficiente para protegê-los de inesperadas reações químicas, por outro, têm de permitir a liberação de forma facilitada, quando absorvidos pelas plantas. Desta forma, quelatos agrupam íons de metal numa forma solúvel e facilmente disponível às plantas, pois são altamente solúveis em água. A quelatização é tida como a forma mais fácil de propiciar nutrientes as plantas através da adubação foliar (NUNES, 2016).

## 5.2 Cuidados com os métodos de aplicação dos fertilizantes foliares

Cada espécie vegetal possui particularidades foliares diferentes quando se refere em absorção foliar. As pulverizações grosseiras que concebem gotas muito grandes, que molham em excesso a folhagem, oportunizam um gotejamento excessivo e o escorrimento da solução para o solo, como já dito anteriormente, havendo, assim, perda e redução dos resultados esperados. O uso de bicos pulverizadores de qualidade pode precaver a formação de gotas nas folhas que agem como uma lente para a luz do sol, podendo queimá-las. Isso pode ajudar também a potencializar a quantidade de gotículas que aglomerará nas folhas aumentando a absorção. Pulverizadores de volume reduzido podem perder a eficácia. Várias técnicas devem ser utilizadas na tentativa de maximizar a absorção foliar de nutrientes que procede, sobretudo do tipo de aparelho pulverizador (NUNES, 2016).

Os momentos mais críticos para a aplicação são momentos de grande esforço da planta que são os períodos de grande desenvolvimento ou quando a planta está passando do seu estado vegetativo para um estado reprodutivo. A grande maioria das aplicações foliares precisa necessariamente conter Nitrogênio para agir como um eletrólito transportando os íons de micronutrientes para dentro da planta. Pequenas quantidades de Fósforo também são recomendadas para que ocorra a circulação interna (NUNES, 2016).

Para que não ocorra perda dos produtos aplicados devem-se tomar as seguintes precauções:

- Optar por bicos de pulverização que possibilitem gotas maiores;
- Utilizar baixa pressão para diminuir a quantidade de pequenas gotas (menor 100 microns). Em condições favoráveis, regule a pressão entre 40-45psi;
- Diminuir a altura da barra de pulverização evitando, com a velocidade do vento, maior translocação das gotas. Escolher bicos de ângulo 110° que permitem efetuar trabalhos com altura da barra mais baixa (menor que 50 centímetros do alvo);
- Utilizar bicos de pulverização com capacidade de vazão maior;
- Aplicar necessariamente quando a velocidade do vento for menor que 10 Km/h;



- Não aplicar quando o ar estiver muito calmo ou haja inversão de correntes de ar, o que chamamos de inversão térmica;
- Usar adjuvantes sempre que necessário, pois eles reduzem a velocidade de evaporação das gotas e ampliam o peso das mesmas, o que diminui o arrasto pelo vento.

### **5.3 Preparo das soluções de nutrientes**

As soluções a serem aplicadas nas folhas precisam ser preparadas com cuidado, tendo em vista que podem prejudicar às plantas. Por causa disso, a concentração das soluções, a mistura da composição de nutrientes na mesma solução, adição de produtos molhantes e de proteção, bem como o pH das soluções, deverão estar compatíveis para que, quimicamente, a solução seja favorável a planta e não cause injúrias. Também vale ressaltar a concentração dos compostos nutrientes, por causa do efeito nutricional. Pois há concentrações de sais que em doses mais altas estando em contato com as folhas para determinadas plantas pode não ser prejudicial, mas pode ocasionar à morte outras mais sensíveis devido à toxicidade, a queima, etc (NUNES, 2016).

## 6 DISCUSSÕES DOS BENEFÍCIOS DA ADUBAÇÃO FOLIAR

A adubação foliar acarreta diversos benefícios para a produtividade das plantas e para a qualidade dos produtos. Um dos principais desses benefícios é a maior absorção dos micronutrientes, que são elementos imprescindíveis para que qualquer planta seja produtiva (FLOSS, 2006).

Esses três elementos são macronutrientes e todas as plantas de modo geral carecem deles, em grandes ou pequenas quantidades, para que possam crescer e se desenvolver de maneira saudável. No entanto, existem ainda os micronutrientes, como o zinco, o cobre, o ferro e o boro, por exemplo. Eles também são indispensáveis para as plantas, mas em uma quantidade menor quando comparada a de NPK.

Á vista disso, nas situações em que esses micronutrientes estão em falta, é bastante comum que a planta tenha consequências desfavoráveis relacionadas ao seu crescimento, floração ou produtividade, depende basicamente da espécie e de cada nutriente. Nessa concepção, quando uma planta adulta apresenta um sintoma de deficiência como esse, a adubação foliar é a técnica mais eficaz para corrigi-lo, pois a absorção dos micronutrientes é muito mais rápida por meio das folhas.

Dessa forma, com a adubação foliar, os nutrientes são aplicados diretamente sobre a folha da planta, evitando qualquer risco relacionado ao solo e melhorando a sua absorção. Isso é fundamental para corrigir deficiências de forma rápida e eficiente, sem desperdício de produto (BEL AGRO, 2019).

Além dos benefícios inúmeros para a lavoura, a adubação foliar também traz vantagens em relação à administração da propriedade rural. É muito mais fácil transportar e estocar os fertilizantes foliares, o que torna a sua aquisição mais fácil e melhora a organização do estoque na propriedade. A relação entre o custo-benefício dessa estratégia de aplicação também é outra vantagem (BEL AGRO, 2019).

Apesar de o gasto com os produtos ser, geralmente, mais alto se igualado ao dos adubos sólidos, esse tipo de produto pode fornecer resultados que tornam o seu uso muito mais proveitoso, principalmente em culturas com grande necessidade de micronutrientes. Outra vantagem é que, em algumas situações, os produtos podem ser aplicados junto com defensivos agrícolas, o que reduz o custo de mão de obra comprovando seu benefício (BEL AGRO, 2019).

Segundo ressalta Torres (2008), o interesse pelo fornecimento de nutrientes para as plantas por meio da adubação foliar vem se expandindo tanto no Brasil como nas partes de mundo onde a tecnologia agrícola se encontra em estágio desenvolvido, entretanto, para se conseguir sucesso com o uso desta técnica devem-se aplicar os nutrientes em épocas e dosagens apropriadas. Os nutrientes aplicados no solo, especialmente fósforo e alguns micronutrientes, sofrem diversas de interações, assim como a intervenção de fatores que reduzem a sua disponibilidade para absorção pelo sistema radicular das plantas, esses fatores colaboram com o sucesso da complementação da nutrição por meio da adubação foliar, principalmente se fornecidos nos momentos arriscados, isto é, nos períodos de maior demanda pela plantas durante seu ciclo.

Em suas pesquisas, Kappes, Golo e Carvalho (2008), ao estudarem o efeito do B (Boro) aplicado em diferentes doses e épocas em pulverizações foliares na cultura da soja, verificaram que o estágio V5 foi o mais adequado. Além disto, as doses testadas mostraram influência significativa positiva sobre altura de planta, no entanto não influenciaram na produtividade final. Todavia, nas pesquisas de Bevilaqua, Silva e Possenti (2002), a aplicação de Ca e B via foliar expandiu o peso de grãos por planta de soja em solos de várzea.

Em seus experimentos, Freitas et al (2012), avaliaram os efeitos da adubação foliar com nitrogênio na forma de uréia em brotações de secções de caule de abacaxizeiro, os mesmos observaram resposta significativa no número de folhas, área foliar e na massa seca das mudas na finalidade do suprimento de N.

De acordo com os experimentos de Andrade et al., (2008) sobre a adubação foliar da soja, os resultados mostraram que a aplicação de nutrientes via pulverização foliar promoveu aumento no número de vagens por planta, número de sementes por vagem bem como a massa de sementes por planta, quando aplicados na fase de floração em duas cultivares de soja. Os autores justificaram que a causa deste aumento foi ocasionada pelo fato da adubação foliar poder aumentar ou manter a concentração de nutrientes nas folhas, no período de enchimento de grãos, porque nessa fase, a absorção de nutrientes pelas raízes é praticamente nula e que esta prática aumenta o conteúdo de nutrientes na planta e o metabolismo formador de estruturas reprodutivas promovendo assim aumento na produtividade.

Nos estudos de Rizzatti et,al. (2010), o resultado da análise de variância apresentou interação significativa dos tratamentos com bioestimulante e adubação foliar com Ca+B nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura do feijoeiro x presença ou ausência de irrigação para todos os componentes de produção do feijoeiro, bem como para altura de planta e sua produtividade.

No que se refere ao nitrogênio aplicado às folhas durante os estádios tardios de desenvolvimento na cultura do trigo melhora o conteúdo protéico das sementes. Rosolem e Machado (1991) constataram que a adubação nitrogenada via foliar, é de 34 a 62% mais eficaz que a adubação via solo. Além de que, para Henz (2008), a aplicação de fungicidas associados a micronutrientes, como Zn, Mn e Mo, no estágio de florescimento, permitem maior manutenção da área foliar verde. Assegurando, portanto, que a nutrição pode atingir as propriedades bioquímicas, como redução de compostos fenólicos, o que conseqüentemente resulta como inibidores do desenvolvimento de pragas e moléstias.

Assim, de acordo com Torres (2008), não restam dúvidas de que as pulverizações foliares são eficientes na prevenção ou correção de deficiências de micronutrientes e na moderação de deficiências de macronutrientes. Uma agricultura avançada requer o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, de maneira que possa atender a critérios racionais, que possibilitem agregar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais do solo e do meio ambiente e com a elevação contínua da produtividade das culturas. O preço elevado dos fertilizantes faz com que práticas de avaliação das necessidades de adubação das culturas, dentre elas a diagnose foliar sejam estudadas e aplicadas com maior constância.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os nutrientes do solo nem sempre estão completamente disponíveis para a absorção da planta. Esses fatos ocorrem devido à lixiviação, bloqueios e outras perdas. A fertilização foliar evita estes fatores, diminuindo os riscos que a planta corre por não absorver nutrientes. A fertilização foliar fornece os nutrientes diretamente na folha, onde a planta mais necessita deles. Com as aplicações na folha, resolve, além disso, todos os problemas de nutrição porque a folha absorve tanto os macroelementos, como os mesoelementos e os microelementos.

A demanda pela qualidade e estrutura econômica da agricultura avançada adiciona ao manejo agrônomico de lavouras a prática de nutrição de plantas via foliar como fundamental no dia a dia da produção. É um método cultural já difundido na agricultura e que se apresenta como uma alavanca para se alcançar altas produtividades. São claros e positivos os resultados de culturas a aplicação via foliar com macro e micronutrientes associada a sua facilidade de aplicação e distribuição via pulverização dos fertilizantes. Esta técnica é um instrumento de grande valia aos programas de adubação recomendados pelos técnicos na atualidade, pois funciona como uma injeção na veia da planta agindo, portanto, em momentos de grande exigência nutricional, durante o ciclo da lavoura, contribuindo para o equilíbrio dos nutrientes na planta.

O uso de adubação foliar pode ser um grande aliado na sua cultura. Mas não é uma prática para substituir e sim para complementar a adubação via solo, quando necessário. Nesta pesquisa, vimos que alguns fatores podem comprometer a eficiência dos fertilizantes foliares, e que em consequência disso todos os cuidados devem ser tomados.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, A. J.; VIEIRA, N. M. B. **Exigências edafoclimáticas**. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Ed.). 2. ed. Feijão. Viçosa: UFV, 2008. p. 67-86.
- BELL AGRO. **O que é e quais são os benefícios da adubação foliar?**. 2019. Disponível em <https://blog.belagro.com.br/o-que-e-e-quais-sao-os-beneficios-da-adubacao-foliar/>. Acesso 1 de Fevereiro de 2020.
- BEVILAQUA, G.A.P.; SILVA, P.M.F.; POSSENTI, J.C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. In: **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p. 31-34, 2002.
- BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004.
- BOARETTO, A. E., BACA M., C. **Fertilização foliar com elementos secundários. In Memórias Del Seminario Fertilização Líquida no Contexto da Agricultura Competitiva e Sustentável**. 1. ed. Palmira: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2007. (CD.)
- CAMARGO, P. N. de. **Princípios de nutrição foliar**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 3. ed. Passo Fundo, Ed. Universidade de Passo, 2006.
- FREITAS, S. de J. et al. Brassinosteróide e adubação nitrogenada no crescimento e estado nutricional de mudas de abacaxizeiro provenientes do seccionamento de caule. **Rev. Bras. Frutic.** [online]. 2012, vol.34, n.2, pp.612-618.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2008.
- HENZ, G. Trigo bronzeado. **Rev. Cultivar: grande culturas**, n, 112, p. 22-24, out., 2008.
- KAPPES, C.; GOLO, A.L.; CARVALHO, M.A.C. de. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. In: **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 291-297, 2008.
- MALAVOLTA, E.; ROMERO, J, P. **Manual de adubação - 2ª edição**. ANDA- (associação nacional para difusão de adubos). Editora: Ave Maria, 1975.
- MOCELLIN, R. S. P. Princípios da Adubação Foliar. **Coletânea de dados e revisão bibliográfica**. Canoas, 2004.

NEDEL, L. M. **Levantamento da eficiência do adubo foliar kip cullers na cultura da soja e do trigo.** Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul- Ijuí, 2014.

NUNES, J. L. S. **Fertilizantes: Conceitos aplicados via foliar.** Fertilizantes Agrolink, 2016. Disponível em [https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes---conceitos-aplicados-via-foliar\\_361463.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes---conceitos-aplicados-via-foliar_361463.html). Acesso em 1 de Fevereiro de 2020.

RIZZATTI ÁVILA, M.; BARIZÃO, D. A. O.; GOMES, E. P.; FEDRI, G.; PAIOLA, L. A. Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação. **Rev Sciencia Agraria**, vol. 11, núm. 3, 2010, pp. 221-230 Universidade Federal do Paraná- Paraná, Brasil.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia vegetal e sua importância tecnológica de aplicação de defensivos.** **Biológico**, São Paulo, v. 56, n.1-2, p. 59-61, jan./dez., 2003.

ROSOLEM, C. A. MACHADO, J. R. **Eficiência da cobertura nitrogenada via solo e foliar em trigo.** Científica, SP, v.19, p.9-14.1991.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 98 p.: il. TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed., Porto Alegre: Artemed, 2004.

TORRES, F. **Nutrição de plantas por meio da adubação foliar.** Agrolink, 2008. Disponível em [https://www.agrolink.com.br/colunistas/nutricao-de-plantas-por-meio-de-adubacao-foliar\\_385228.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/nutricao-de-plantas-por-meio-de-adubacao-foliar_385228.html). Acesso em 4 de Fevereiro de 2020.

VALENTINI, Ana Paula Fontana. **Fertilizantes foliares e seus efeitos em caracteres de importância agrônômica em trigo.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.