



## MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA E NAS CULTURAS DE MILHO E SOJA

### MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE AND IN CORN AND SOYBEAN CROPS

João Vitor Rezende Cunha Luciano<sup>1</sup>

Víctor Cruvinel Resende<sup>1</sup>

Túlio Santos Pereira da Silva<sup>1</sup>

José Alves Santana Neto<sup>1</sup>

Wember José de Alencar Naves<sup>2</sup>

Diego Oliveira Ribeiro<sup>3</sup>

**Resumo:** A presente pesquisa teve como objetivo geral um levantamento bibliográfico sobre os Micronutrientes na agricultura de e nas culturas de milho e soja. A utilização de micronutrientes na agricultura brasileira é bastante abrangente e muito discutido. No solo os micronutrientes ocorrem ainda em baixos teores, o que faz com que sua dinâmica fique afetada pelas características do mesmo. A problemática de déficit e a demasia dos micronutrientes são dependentes por um grande número de influências com elementos do solo, que são condicionadas do manejo adotado no sistema de produção. Do mesmo modo, o pH, a umidade, o teor de matéria orgânica, a fração mineral e a biologia do solo, além da própria planta, são pontos que facilitam a disponibilidade e o aplicação de micronutrientes pelas culturas. Que pode contribuir na compreensão da dinâmica nos distintos tipos de solo e da promoção pelas diversas culturas, bem como a definição de doses, fontes e estratégias de fornecimento de micronutrientes, adequadas às condições locais, são passos fundamentais para que se consiga conciliar maior produtividade das lavouras e uso eficiente de insumos.

**Palavras-chave:** Agronomia. Solos. Fertilidade de solo. Déficit. Biologia do solo.

**Abstract:** The present research had as its general objective a bibliographic review on micronutrients in agriculture, specifically in maize and soybean crops. The use of micronutrients in Brazilian agriculture is quite extensive and widely discussed. In soils, micronutrients are still present in low concentrations, which affects their dynamics

<sup>1</sup> Discentes do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES accjvrcl2004@gmail.com

<sup>2</sup> Egresso do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES

<sup>3</sup> Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES



depending on the soil's characteristics. The issue of both micronutrient deficiencies and excesses depends on a large number of interactions with soil elements, which are influenced by the management practices adopted in the production system. Likewise, factors such as pH, moisture, organic matter content, mineral fraction, and soil biology, in addition to the plants themselves, play key roles in facilitating the availability and application of micronutrients for crops. Understanding the dynamics of micronutrients in different soil types and their behavior in various crops, as well as defining appropriate rates, sources, and strategies for micronutrient supply according to local conditions, are fundamental steps to achieving higher crop productivity and more efficient use of agricultural inputs.

**Keywords:** Agronomy. Soils. Soil fertility. Deficit. Soil biology.

## INTRODUÇÃO

A utilização de micronutrientes na agricultura brasileira é bastante abrangente e muito discutido. No solo os micronutrientes ocorrem ainda em poucos teores o que faz com que sua dinâmica fique afetada pelas características do mesmo. A problemática de déficit e a demasia dos micronutrientes são dependentes por um grande número de influências com elementos do solo, que são condicionadas do manejo adotado no sistema de produção (Cunha, 2011). Do mesmo modo, o pH, a umidade, o teor de matéria orgânica, a fração mineral e a biologia do solo, além da própria planta, são pontos que facilitam a disponibilidade e o aplicação de micronutrientes pelas culturas, que pode contribuir na compreensão da dinâmica nos distintos tipos de solo e da promoção pelas diversas culturas, bem como a definição de doses, fontes e estratégias de fornecimento de micronutrientes, adequadas às condições locais, são passos fundamentais para que se consiga conciliar maior produtividade das lavouras e uso eficiente de insumos (Novaes; Souza; Prado, 2011). O bom uso de micronutrientes na cultura de milho está atrelado ao conhecimento dos teores dos elementos disponíveis no solo, das condições físico-químicas que afetam a sua solubilidade e do estado nutricional das plantas, avaliado pela análise foliar. (Galvão, 2015)

No Brasil, Ainda não aconteceu uma padronização oficial para extratores de micronutrientes e nem uma consonância em relação as percepções para isolamento dos resultados em classes, calhando, por isso, modificações dos teores dentro de uma mesma classe e extrator (CONAB, 2017). As quantidades de micronutrientes requeridas pelas plantas de



milho são muito pequenas. Entretanto, a deficiência ou excesso podem desorganizar os processos metabólicos, tais como crescimento, fotossíntese e respiração. (Moraes, 2015)

Quando se fala em adubação contrabalançada e do uso inteligente de micronutrientes em grandes produtividades de milho, se faz importante conhecer suas principais funções no metabolismo da planta bem como as características e quantidades dos adubos a serem aplicados. A presente pesquisa teve como objetivo geral um levantamento bibliográfico sobre os Micronutrientes na agricultura de e nas culturas de milho e soja.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada consistiu em um estudo descritivo que busca o levantamento bibliográfico sobre os Micronutrientes na agricultura de e nas culturas de milho e soja. De acordo com os estudos de Pereira (2005), esta pesquisa se enquadra em algumas classificações metodológicas, as quais serão enumeradas e identificadas a seguir.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, ou seja, é todo tipo de pesquisa onde a interpretação dos fenômenos é feita a partir de informações não numéricas, podendo ser, por exemplo, verbais, entrevistas e ou dentre outras técnicas não numéricas que possam ser utilizadas. Para Minayo:

A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com o nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização de variáveis. (Minayo, 1994, p. 21-22).

Para este estudo foi realizada como instrumento para coleta de dados a sistemática dos artigos pesquisados e catalogados, logo ocorreu uma seleção do material, verificando a relevância dos achados. Os Artigos analisados foram catalogados pela busca das palavras chaves nas plataformas de pesquisa científicas disponíveis no Google Acadêmico, as palavras foram: Agricultura, Agronomia, Fertilidade de solo. Os artigos estavam disponíveis nas plataformas digitais e foi de fácil acesso, por meio dessa sistematização inicial foram elencados 50 artigos, sendo que 20 abordavam de forma objetiva o nosso objeto de estudo, os demais foram direcionados para os critérios de exclusão da pesquisa por não estarem ligados a temática do trabalho a partir da leitura feita de cada um desses artigos. Nesse sentido elencamos duas categorias de análise a fim de responder ao objeto de estudo, as categorias foram: identificar



através dos artigos quais são os tipos de eucaliptos mencionadas pelos autores e quais atividades rurais contribuem no desenvolvimento do cultivo desta cultura.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Fontes de micronutrientes (B, Fe, Cu, Mn, Mo, Zn, Ni, Cl).

Se faz importante ressaltar que o boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) preenchem desempenhos eficazes no metabolismo da planta, sem isso seria inviabilizado o cultivo das plantas. Apesar de não ser essencial para os vegetais, o cobalto (Co) é fornido para plantas leguminosas, pois é um elemento imprescindível ao procedimento de fixação biológica de N.

**Boro:** Pode ser encontrado em numero minerais, habitualmente na forma de boratos ou borossilicatos, embora poucos tenham importância como fonte de B. A turmalina seria o mineral de maior importância para os solos ácidos de regiões úmidas. Todavia, a principal fonte para as plantas nos solos agrícolas é a matéria orgânica (Dantas, 1991; Raij, ;1991).

**Cloro:** O cloro e o boro são os micronutrientes de maior solubilidade e tendem a ser carregados pelas águas, acumulando-se nos oceanos. Cloretos de sódio, potássio, magnésio ou cálcio (ex: halita, silvinita, carnalita, taquidrita) são de maior importância dentre os minerais de cloro, que tem por característica alta solubilidade e dificilmente permanecem como tais no solo. (Ferreira & Cruz, 1991)

**Cobre:** Advém de minerais primários, repetidamente ligado ao enxofre na forma de sulfetos, como a calcopirita, a calcocita e a bornita. Surge como elemento em minerais constituintes de rochas ígneas e em minerais secundários na forma de óxidos, carbonatos e silicatos. Normalmente, os minerais de cobre apresentam elevada solubilidade, razão pela qual não devem estar presentes em solos mais intemperados. (Ferreira & Cruz, 1991)

**Ferro:** O ferro é importante constituinte da crosta terrestre (5% em peso) e está presente em todos os tipos de solo. As rochas ígneas (95% da crosta terrestre) são especialmente ricas, estando o elemento presente em minerais como olivina, augita, hornblenda e biotita. O ferro ocorre em solos também na forma de óxidos primários como a hematita, ilmenita e magnetita. Pode haver uma variabilidade na disponibilidade do nutriente, implicando em deficiência ou toxicidade às plantas, dependendo da solubilidade dos compostos de manganês presentes no solo (Borkert, 1991; Raij, 1991; Borkert et al., 2001a).



**Manganês:** Depois o ferro, o manganês é o elemento mais farto na crosta terrestre e sua ocorrência geológica está bastante associada à do primeiro. Os teores de Mn nas rochas variam de 10 11 350 a 2.000 mg kg<sup>-1</sup>. As rochas ferro-magnesianas oferecem maior abastamento do elemento. O Mn faz parte de diversos minerais, ligado principalmente ao oxigênio e silício. Durante o intemperismo, os compostos de Mn são oxidados, reprecipitados e concentrados na forma de minerais secundários. (Borkert, 1991; Raij, 1991; Borkert et al., 2001a).

**Molibdênio:** Em minerais, o molibdênio acontece como sulfeto (molibdenita) ou na forma de óxidos (ilsemanita, povelita e ferrimolibdita). A maior parte do molibdênio presente no solo está em formas oclusas, no interior de minerais primários e secundários. Os teores totais e disponíveis de Mo nos solos são normalmente inferiores aos dos demais micronutrientes (Santos, 1991; Raij, 1991).

**Zinco:** Pode ser encontrado em variadas rochas básicas e ácidas, situação acondicionada, em parte, pelo fato de que a substituição isomórfica de Mg por Zn nos silicatos se dá com certa facilidade. Aparece como elemento acessório em minerais primários tais como olivina, hornblenda, augita, biotita e magnetita. Formas comuns de compostos que contém o elemento envolvem sulfetos (esfalerita), carbonatos, silicatos e fosfatos (Souza e Ferreira, 1991; Raij, 1991).

### Dinâmica do Solo

Os reguladores de crescimento são substâncias sintetizadas que, aplicadas exogenamente nas plantas, possuem ações similares à dos grupos de fitormônios conhecidos como, por exemplo, auxinas, citocininas e giberelinas (Vieira; Castro, 2002).

Antes de conseguir a classificação de textura de um determinado solo, de acordo com o teor de argila, silte e areia, é necessário identificar a distribuição dessas partículas no solo, para então ser possível determinar o tipo de textura através do emprego dos triângulos texturais (Klein, 2014). Sabendo da informação anterior, é possível perceber que as texturas arenosas exibiram maiores deficiências de fósforo e matéria orgânica, isto ocorre, porque estes solos apresentam em média 70% de sua composição teores de areia, o que os tornam altamente permeáveis, com baixa capacidade de retenção de água, baixos teores de matéria orgânica e adsorção de íons (Vieira; Castro, 2002). O manejo de cada cultura por nutrientes pode ser entendido a partir da extração total e da marcha de absorção dos nutrientes, principalmente pela existência de picos de máxima absorção pela planta (Cantarella; Duarte, 2008).

As características dos solos francos, mostram que a maioria dos solos do tipo franco arenosos tendem a apresentar deficiências tanto em matéria orgânica como de fósforo, enquanto



os de textura franco argilosa possuem maiores teores desses parâmetros. De forma geral, estes tipos de solos necessitam de poucos cuidados durante seu manejo quando comparado aos solos de textura arenosa. (Donagemma et al., 2016).

Em grande parte dos casos é possível notar que a textura do solo argiloso pode exercer influencia diretamente no teor de matéria orgânica do solo, estreitamente relacionado com a capacidade de troca de cátions dos respectivos solos afetando o pH, além da adsorção de fósforo bem como de outros nutrientes (Brady; Weil, 2013).

Um fator que pode dificultar a penetração de trados está ligado a baixa umidade do solo, sendo recomendado antecipar a amostragem do solo para facilitar o planejamento do seu manejo, bem como a aquisição de insumos (Cantarella; Duarte, 2008). Se faz importante uma gestão do uso e manejo apropriado para estes solos, bem como, quando possível, investir na reposição da matéria orgânica do solo e nas práticas conservacionistas; para torná-los menos suscetíveis à erosão e aumentar sua aptidão agrícola (Brady; Weil, 2013).

### Funções nas Plantas

As exigências nutricionais se tornam mais críticas quando a planta entra na fase reprodutiva, agravando-se na época de formação das sementes, quando consideráveis quantidades destes nutrientes são translocados para as sementes. Essa maior exigência se deve a sua necessidade na formação e no desenvolvimento de novos órgãos de reserva (Carvalho; Nakagawa, 2000). A nutrição mineral, efetivada de maneira correta e equilibrada, além de ser positivo a produtividade agrícola, influencia inteiramente na sanidade da planta, conferindo maior resistência aos estresses biótico e abiótico. (Datnoff; Elmer; Huber, 2007; Marschner, 2012). Entre os principais fatores bióticos, destaca-se o aumento da resistência das plantas às doenças, protegendo-as de novas infecções e reduzindo a intensidade das infecções já existentes (Velasco, 1999).

Os nutrientes do solo são alcançados pelas plantas por absorção via sistema radicular, por fluxo de massa, difusão e interceptação, na forma inorgânica. São 13 os nutrientes minerais existentes, divididos em dois grupos de exigência para as plantas, os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e os micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) (Epstein, 1999). O resultado da nutrição mineral com macro e micronutrientes, em diferentes 'commodities' agrícolas, influencia a intensidade de doenças (Datnoff; Elmer; Huber, 2007).

Assim, os nutrientes minerais podem incrementar ou reduzir a intensidade de doenças de plantas, determinando, muitas vezes, a resistência ou a suscetibilidade do hospedeiro (Marschner, 2012). A nutrição mineral deficiente ou desequilibrada pode predispor as plantas



à infecção por patógenos, afetando suas estruturas histológicas, morfológicas e anatômicas e a composição química do tecido vegetal (Agrios, 2005; Marschner, 2012).

Apesar dos nutrientes consistir o fator fundamental no crescimento das plantas, principalmente devido à baixa fertilidade da maioria dos solos onde se desenvolvem, na maioria dos casos, poucas pesquisas têm sido realizadas sobre o assunto (Marschner, 2012). Outras formas de condução da cultura, como diferentes densidades de plantio associadas ao manejo da irrigação localizada, também, podem influenciar a intensidade da ferrugem e da cercosporiose nas folhas. (Paiva, 2008; Paiva et al., 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção agrícola brasileira está atrelada ao uso de corretivos do solo e do abastecimento de nutrientes por meio das adubações minerais ou orgânicas. Se faz importante o melhoramento das taxas de eficiência para a utilização de nutrientes. A prática das práticas de manejo, com base nas ferramentas de tecnologias avançadas poderá melhorar o retorno econômico dos sistemas agrícola. Os estudos de fertilidade de solo e a adoção de técnicas e tecnologias no manejo de solo é de suma importância para o desenvolvimento da agricultura.

A descrição dos resultados salienta um dos pontos cruciais da pesquisa, onde são apresentados os principais achados do estudo. Devem expressar argumentação teórica e científica, imprimir conclusões dos pontos citados, bem como, reproduzir sugestões que promovam melhorias no âmbito acadêmico, biopsicossocial e científico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção agrícola brasileira está atrelada ao uso de corretivos do solo e do abastecimento de nutrientes por meio das adubações minerais ou orgânicas. Se faz importante o melhoramento das taxas de eficiência para a utilização de nutrientes. A prática das práticas de manejo, com base nas ferramentas de tecnologias avançadas poderá melhorar o retorno econômico dos sistemas agrícola. Os estudos de fertilidade de solo e a adoção de técnicas e tecnologias no manejo de solo é de suma importância para o desenvolvimento da agricultura.

## REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plantpathology**. London: Academic Press, 2005. 900 p.



ALVES, G. C. **Efeito da Inoculação de Bactérias dos Gêneros Herbaspirillum e Burkholderia na Cultura do Milho.** Rio de Janeiro: UFRRJ, 2007. 53 p. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

ALVIM, K.R.T.; **Influência de fungicidas e adubação foliar em características agrônômicas e sanitárias da cultura do milho.** 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia) pela Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

AKUNE, V. S. C. **Cultivo de milho verde em sucessão ao arroz no Vale do Ribeira, SP: subsídios para adoção de zonas de manejo.** 123f. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Dissertação (Mestre em Agronomia), 2015.

BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. **Seed inoculation with Azospirillum brasilense, associated with the use of bioregulators in maize.** Revista Caatinga, Mossoró, v.25, n.2, p. 58-64, 2012.

BERNARDI, A. C. C.; FRAGALLE, C. V. P.; FRAGALLE, E. P.; SILVA, J. C.; INAMASU, R. Y. **Estratégias de comunicação em agricultura de precisão.** Perspectivas em Ciência da Informação, v. 20, p. 189-200, 2015.

BORKERT, C.M. **Micronutrientes no solo: manganês.** In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.) Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 790p.

BROCH, D.L.; FERNANDES, C.H. **Resposta de diferentes cultivares de soja a aplicação de micronutrientes via semente.** In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 21, 1999, Dourados. Resumos... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Soja, 1999.

CANTARELLA, H. e DUARTE, A. **Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha.** 2008.

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; COSTA NETO, J.; SILVA, C. A. T.; FERREIRA, V. F. **Doses e épocas de aplicação de manganês via foliar no cultivo de soja convencional e em derivada transgênica RR.** Bioscience Journal, v. 31, n. 2, p. 352-361, 2015.

CASTILLO, G. **A Importancia do Boro Para Cultura da Soja.** 3r lab. 2016.

CUNHA, E. Q., L. F. Stone, J. A. A. Moreira, E. P. B. Ferreira, A. D. Didonet, e W. M. Leandro. 2011. **Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho.** I-Atributos físicos do solo. Rev. Bras. Ciênc. Solo  
CUNHA, J. F.; CASARIN, V.; FRANCISCO, E. A. B.; PROCHNOW, L. I. **Balanco de nutrientes na agricultura Brasileira.** Informações Agrônômicas, Piracicaba, v. 145, p. 1-13, 2014.



DANTAS, J.P. **Micronutrientes no solo: boro.** In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.) **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991

DONAGEMMA, Guilherme Kangussu et al. **Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, [s.l.], v. 51, n. 9, p.1003-1020, set. 2016

DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. **Mineral nutrition and plant disease.** Saint Paul: APS Press, 2007. 278 p.

DOURADO NETO D.; DARIO G.J.A.; BARBIERI A.P.P.; MARTIN T.N.; **Ação de estimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão.** Uberlândia, v.30, supplement 1, p. 371-379, 2014.

FAO. Current world fertilizer trends and outlook to 2018. FAO: Rome, 2015. 53 p.  
Disponível em: . Acesso em: 1º maio 2015.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology and Evolution**, Davis, v. 50, p. 641-664, June 1999.

FERREIRA Jr., D.C.; JÚNIOR, R.C.; SALES, C.G.R.; LANDIM, T.N.; WERLANG, R. C.; BRITO, C.H.; **Produção e qualidade de grãos de milho sob doses de nitrogênio e reguladores de crescimento.** In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Bento Gonçalves, 2016.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes no solo: cobre.** In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.) **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991.  
GALVÃO J.C.C.; BORÉM A.; PIMENTEL M.A. **Milho: do Plantio à Colheita.** Viçosa: Ed. UFV, 2015. 351

IMEA. **2ª Estimativa da Safra de Soja 2017/18** – Disponível em . Acesso em 28/11/2021  
KLEIN, V. A. **Física do solo.** Ed. Universidade de Passo Fundo. 3ª edição, 2014.  
LIMA, L. M. de et al. **Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de cafeeiro em solução nutritiva.** Tropical Plant Pathology, Lavras, v. 35, n. 4, p. 223-228, jul./ago. 2010.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. London: Academic Press, 2012. 889 p.

MORAIS T.P.; BRITO C.H.; FERREIRA A.S.; LUZ J.M.Q.; **Aspectos morfofisiológicos de plantas de milho e bioquímico do solo em resposta à adubação nitrogenada e à inoculação com Azospirillum brasilense.** Rev. Ceres, Viçosa, v. 62, n.6, p. 507-509, nov-dez, 2015.

PAIVA, B. R. T. L. et al. **Progresso da ferrugem do cafeeiro irrigado em diferentes densidades de plantio pós-poda.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 1, p. 137-143, jan./fev. 2011.

RAIJ, B. van. **Geoquímica de micronutrientes.** In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.) **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991.



SANTOS, O.S. **Micronutrientes no solo: molibdênio.** In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.) **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991.

VELASCO, V. A. V. **Papel de la nutrición mineral em la tolerância a las enfermedades de las plantas.** Terra, Barcelona, v. 17, n. 3, p. 193-200, mar. 1999.