

● REVISTA

INOVA Ciência & Tecnologia

● AGRONOMIA

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO MÓVEL PARA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO NA CULTURA DO MILHO

*[Julio Cesar Delvaux](#)¹  , [Laressa Fernanda Vilela Silveira](#)¹  

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, (IFTM) Campus Ituiutaba, Ituiutaba, MG, Brasil.

RESUMO: As recomendações de calagem e adubação constituem um ponto primordial no processo de estabelecimento de um projeto agrícola. Elaborar corretamente a recomendação de nutrientes aportados no plantio é um passo fundamental para um empreendimento de sucesso. Entretanto, poucas são as ferramentas de apoio aos produtores e técnicos da área e, menores ainda, são as alternativas destinadas a dispositivos móveis. Nesse contexto, o desenvolvimento de um aplicativo para este fim representa uma ferramenta promissora para o cálculo e a recomendação das doses de corretivos e fertilizantes aplicadas no cultivo do milho no estado de Minas Gerais. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo móvel gratuito destinado à interpretação da análise do solo e recomendação da adubação para o cultivo do milho. O aplicativo foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar composta por estudantes e professores dos cursos Técnico em Agricultura e Ciência da Computação do IFTM Campus Ituiutaba, utilizando a plataforma Android Studio com linguagem Java e interface em XML. Foram desenvolvidos três módulos de recomendação de corretivos da acidez do solo e um módulo de interpretação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. O aplicativo mostrou-se como uma ferramenta tecnológica amigável e funcional para o cálculo da quantidade de corretivos e fertilizantes para o cultivo do milho, de modo que o processo de desenvolvimento do mesmo permitiu o estabelecimento de práticas profissionais integradoras entre os participantes, em conjunto com um maior envolvimento dos estudantes aos conteúdos relacionados à criação do aplicativo.

Palavras-chave: Adubação. Calagem. *Zea mays*.

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR RECOMMENDING LIMING AND FERTILIZERS FOR THE GROWING OF MAIZE

ABSTRACT: Liming and fertilization recommendations are a key point in an agricultural project establishment process. Elaborating a correct nutrient recommendation in planting is a fundamental step for a successful venture. However, there are few tools to support producers and technicians in the area, and even fewer are the alternatives for mobile devices. In this context, the development of an application for this purpose represents a promising tool for calculating and recommending the doses of correctives and fertilizers applied to corn cultivation in Minas Gerais state. Thus, the objective of this work was to develop a free mobile application for soil analysis interpretation and fertilization recommendation for corn planting. The application was developed by a multidisciplinary team composed of students and professors from technical courses in Agriculture and Computer Science at IFTM Campus Ituiutaba using the Android Studio platform with Java language and XML interface. Three modules for recommending soil acidity correctives and a module for interpreting soil fertility and fertilizer recommendations have been developed. The application proved to be a friendly and functional technological tool for calculating the quantity of correctives and fertilizers for corn cultivation, so that the process of development of it allowed the establishment of professional integrating practices among the participants, together with greater student involvement in content related to the creation of the application.

Keywords: Fertilizing. Liming. *Zea mays*.

* Autor correspondente:
juliodelvaux@iftm.edu.br

Recebido: 06/09/2020.
Aprovado: 06/07/2021.

Como citar: Delvaux, J. C.; Silveira, L.F.V. Desenvolvimento de aplicativo móvel para recomendação de corretivos e fertilizantes para o cultivo do milho no Estado de Minas Gerais. Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal, 2021;7:e0211147.
doi.org/10.46921/riict2021-1147

Editores:

Dr. Adelar Jose Fabian  
Dr. Arcangelo Loss 

Copyright: este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição, e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



INTRODUÇÃO

O milho, pertencente à família Poaceae o milho (*Zea mays*), é cereal de maior volume de produção no mundo, ocupa uma área de 60 milhões de hectares, 12,1 milhões desses em terras brasileiras onde são produzidos aproximadamente 82 milhões de toneladas do grão (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2019; PEIFFER *et al.*, 2013).

O cultivo do milho demanda elevados aportes de fertilizantes minerais, especialmente os nitrogenados, que representam um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos (CANCELLIER *et al.*, 2011; MARSCHNER, 2012). No Brasil, estima-se que 18% dos fertilizantes comercializados sejam empregados na cultura do milho, sendo 70% da matéria prima destinada à produção destes fertilizantes importada de outros países (ANDA, 2016).

A importância da correção e adubação do solo nos cultivos de milho é claramente evidenciada pelo aumento da produção de grãos em 14,61 vezes nos últimos 70 anos, com aumento de apenas 3 vezes a área cultivada (GALVÃO *et al.*, 2014). Contudo, são muitos os produtores, especialmente os de pequeno porte, que não têm acesso à assistência técnica no processo de recomendação de corretivos e fertilizantes (CASTRO; PEREIRA, 2017).

Mesmo que a modernização da agricultura traga consigo o desafio da constante atualização das tecnologias de produção (THOMSON *et al.*, 2019; TANAKA *et al.*, 2020) e que a correção e a fertilização do solo figurem como peça chave na logística de produção, requerendo o desenvolvimento de ferramentas modernas, rápidas e acessíveis que auxiliem o produtor no processo de tomada de decisão (TITONEL, 2014), normalmente estas ferramentas estão disponíveis em sua maioria para os grandes empreendimentos agrícolas, sendo poucas aquelas destinadas aos pequenos e médios produtores (SOUSA *et al.*, 2013).

Assim, a elaboração de ferramentas digitais acessíveis para a recomendação da aplicação de corretivos e fertilizantes na cultura do milho representa importante passo para o aumento da produtividade da cultura entre pequenos e médios produtores, principalmente daqueles que não têm acesso à assessoria técnica constante.

O principal desafio ao desenvolvimento e à aplicação de tecnologias agrícolas destinadas à melhoria das condições de cultivo nestas propriedades em pequenas propriedades é a indisponibilidade de equipamentos nas propriedades agrícolas e as dificuldades inerentes ao seu uso. Assim, o desenvolvimento destas, deve sempre considerar o aspecto acessibilidade (TANAKA *et al.*, 2020).

Neste contexto, propõe-se que o desenvolvimento de ferramentas destinadas à recomendação de calagem e adubação no cultivo do milho, que possam ser utilizadas em dispositivos móveis como smartphones, possa ser de grande valia no auxílio à pequenos produtores e técnicos da área agrícola. Estima-se que mais de 90% dos produtores rurais utilizem smartphones no Brasil SEBRAE (2017), estando o desenvolvimento e a utilização de aplicativos em crescimento

no país, já estando disponíveis para o cultivo de plantas medicinais Tanaka *et al.* (2020), monitoramento de ferrugem Assis *et al.* (2015), manejo da irrigação do cafeeiro Lopes *et al.* (2019) entre outros.

Considerando a importância do dimensionamento correto de corretivos e fertilizantes no cultivo do milho e a ausência de ferramentas tecnológicas acessíveis destinadas aos pequenos produtores para este fim, a presente proposta teve por objetivo desenvolver um aplicativo móvel gratuito destinado à interpretação da análise do solo e recomendação da adubação para o cultivo do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O aplicativo foi desenvolvido utilizando as recomendações de calagem e adubação para o cultivo do milho no estado de Minas Gerais (BARROS *et al.*, 1999). Buscando-se abranger os diferentes tipos de solo destinados ao cultivo do milho, os dados, obtidos de bancos de análises de solos realizadas na região do Pontal do Triângulo Mineiro entre os anos de 2014 e 2019, foram tabulados em planilhas eletrônicas no Microsoft Excel e codificados para a plataforma *Google Android* utilizando a linguagem de programação *Java* e o ambiente de programação *Android Studio*. Com o intuito de desenvolver um aplicativo que possa ser utilizado na maior parte dos *smartphones* comercializados no país, o desenvolvimento do aplicativo ocorreu na plataforma gratuita API 8 (*Android 2.2 Froyo*). Esta metodologia permite que o aplicativo não necessite de conexão à internet para sua utilização.

Buscando tornar a interface do aplicativo amigável e de fácil utilização por produtores rurais e profissionais da área agrícola, o aplicativo foi desenvolvido nos seguintes módulos: Cálculo da Calagem e Recomendação da Adubação.

Para o cálculo, o aplicativo utiliza os valores de referência para o cultivo do milho no estado de Minas Gerais (BARROS *et al.*, 1999).

Os primeiros testes do aplicativo foram realizados na unidade curricular de Fisiologia Vegetal e Fertilidade do Solo do Curso Técnico em Agricultura do IFTM *Campus Ituiutaba*, onde os resultados de diversas análises de solo de áreas de cultivo de milho foram utilizados para a simulação das quantidades de corretivos e fertilizantes a serem aplicados no solo para cultivo do milho.

Cálculo da necessidade de corretivos de acidez e suprimento dos teores de cálcio e magnésio a ser aplicada na cultura

Para o cálculo da quantidade de calcário a ser aplicada por unidade de área ou volume foram propostos ao usuário três módulos de cálculo (Figura 1), que são: Neutralização do alumínio trocável (Al^{3+}), elevação dos teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) onde a recomendação será realizada de forma simplificada em situações onde não se conhecem os parâmetros nutricionais da cultura; Neutralização do alumínio trocável (Al^{3+}), elevação dos teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio

(Mg²⁺) onde a recomendação será realizada com base nos atributos químicos do solo e parâmetros nutricionais da cultura e, um terceiro módulo onde a recomendação será realizada utilizando o método da saturação por bases.

Figura 1 - Interface principal e interface do módulo de cálculo da quantidade de corretivo a ser aplicada por unidade de área ou volume de solo do aplicativo.



Fonte: os autores (2020)

Para o cálculo da quantidade de corretivo de forma simplificada, destinado à pequenos cultivos, realizados em pequenas propriedades agrícolas, onde não se conhecem todas as variáveis utilizadas, o aplicativo procede o cálculo utilizando a Equação 1, proposta por Novais (2011).

$$NC = 2Al^{3+} + 2 - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que: **NC** = Necessidade de Calagem; **Al³⁺** = teor de alumínio no solo; **Ca²⁺** = teor de cálcio no solo; **Mg²⁺** = teor de magnésio no solo.

Para o cálculo da quantidade de quantidade de corretivo necessária para a neutralização do alumínio trocável (Al³⁺), elevação dos teores de cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) nas situações nas quais se conhecem os atributos químicos do solo e parâmetros nutricionais da cultura, o aplicativo utiliza a Equação 2 (BARROS *et al.*, 1999).

$$NC = Y[Al^{3+} - m_t \left(\frac{t}{100}\right) + [X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})] \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que: **NC** = Necessidade de Calagem; **Y** = um valor variável em função da capacidade tampão da acidez do solo (CTH) e que pode ser definido de acordo com a textura do solo; **Al³⁺** = teor de alumínio no solo; **m_t** = valor máximo de saturação por Al³⁺ tolerados pela cultura; **X** = valor variável em função dos requerimentos de Ca e de Mg pelas culturas; **Ca²⁺** = teor de cálcio no solo; **Mg²⁺** = teor de magnésio no solo.

E, para o cálculo da necessidade de corretivo utilizando o método da saturação por bases, também utilizado em algumas regiões do estado, o aplicativo utiliza a Equação 3 (BARROS *et al.*, 1999).utilizando o método da Saturação por Bases:

$$NC = \frac{T(Ve - Va)}{100} \quad \text{Eq. (3)}$$

Em que: **NC** = Necessidade de Calagem; **T** = CTC a pH 7,0; **Ve** = Saturação por bases desejada ou esperada para a cultura a ser implantada e para a qual é necessária a calagem; **Va** = Saturação por bases atual do solo.

Em todas as três metodologias de cálculo, o aplicativo permite ao operador a inserção do PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) do corretivo para que seja calculada a QC (Quantidade de Corretivo) a ser aplicada na área. A partir da escolha do operador, o aplicativo retorna o valor da NC e QC para a cultura, devendo o operado proceder a escolha do método que melhor atende à sua necessidade. Procedido o aporte dos dados e o cálculo da quantidade de corretivo a ser aplicada por área ou volume de solo, o aplicativo retorna o resultado em tela que poderá ser impresso para assinatura do técnico responsável, caso haja (Figura 2).

Figura 2 - Tela de apresentação de resultados do módulo de cálculo da quantidade de corretivos do aplicativo.

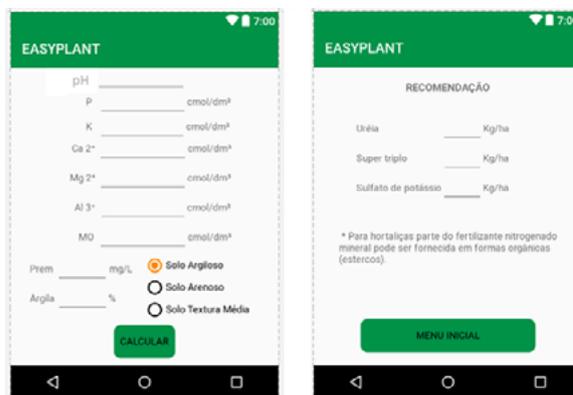


Fonte: os autores (2020)

Cálculo da quantidade de fertilizante a ser aplicada por unidade de área ou volume de solo na cultura

A partir dos dados dos teores de nutrientes no solo, obtidos por meio de análise química, são calculadas e propostas as quantidades de fertilizantes a serem aplicadas por unidade de área ou volume de solo (Figura 3).

Figura 3 - Telas de aporte de dados da análise química e apresentação de resultados do módulo de cálculo da necessidade de fertilizantes do aplicativo.



Fonte: os autores (2020)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferente das demais alternativas disponíveis no mercado, o aplicativo proposto inicialmente denominado *EasyPlant*, possui interface aberta, permitindo uma constante atualização dos parâmetros de produtividade pelos usuários da plataforma.

Em sua primeira versão, o aplicativo apresenta interface amigável e de fácil compreensão (Figuras 1, 2 e 3).

Verificou-se que o envolvimento de professores e estudantes dos cursos Técnico em Agricultura e Ciência da Computação permitiu a visão multidisciplinar do processo e, conseqüentemente, o desenvolvimento de uma ferramenta prática, amigável e facilmente modificável em função das necessidades do usuário.

O processo de desenvolvimento do aplicativo deu-se como uma das primeiras experiências de prática profissional integrada no IFTM *Campus* Ituiutaba, permitindo que cada um dos participantes do processo tivesse a oportunidade de incorporar, ao processo de desenvolvimento, seus saberes e competências. O uso de tecnologias de informação bem como o desenvolvimento das mesmas, concorre como ferramenta promissora no processo de ensino e aprendizagem (MONTEIRO *et al.*, 2020).

Em acordo com o apresentado, o aplicativo consiste de tecnologia inovadora quando comparado à outras alternativas disponíveis no mercado. Tais vantagens são claramente observadas quando se contrastam as características do aplicativo às das outras soluções disponíveis, verificando-se que o aplicativo possui vantagens em relação à estas alternativas, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Características inovadoras do aplicativo quando comparado à outras soluções disponíveis no mercado.

Características do <i>EasyPlant</i>	Principais características dos aplicativos disponíveis no mercado
Gratuito	Pagos ou vinculados à recomendação de produtos da empresa patrocinadora
Plataforma aberta que permite a adaptação à diferentes realidades e agregação de novos módulos	Normalmente desenvolvidos em plataformas fechadas que não permitem modificações pelos usuários
Desenvolvido por equipe multidisciplinar sem objetivos comerciais	Grande maioria desenvolvido por empresas privadas e vinculados à comercialização de produtos
Participação de diversos segmentos do setor produtivo da cadeia do milho	Desenvolvidos em sua maioria por equipes técnicas do setor de fertilizantes
Viabilidade de integração com plataformas de ensino de ciências de computação e ciências agrícolas	Pouca integração com outras funcionalidades

Quando analisado o potencial estratégico de inserção do aplicativo no meio produtivo, (Tabela 2) verificou-se que mesmo em face da existência de outros aplicativos e softwares destinados à recomendação da calagem e adubação e da baixa receptibilidade de novas tecnologias por muitos produtores, a versatilidade da ferramenta, a possibilidade de integração à outras plataformas, o baixo custo de treinamento e implantação, a possibilidade de assessoria constante de pesquisadores e estudantes e a

viabilidade da obtenção de produtividades maiores e mais sustentáveis constituem-se de forças que podem levar à elevada adesão ao uso do aplicativo, ao desenvolvimento de outros módulos destinados à cultura do milho e de outras espécies de interesse agrônômico e ao desenvolvimento dos arranjos produtivos locais.

Tabela 2. Análise estratégica das fraquezas, forças, ameaças e oportunidades no desenvolvimento e implantação do aplicativo.

Fraquezas	Forças
- baixo nível de conhecimento das técnicas de fertilização do solo	- versatilidade da ferramenta
- baixa receptibilidade às novas tecnologias em razão dos aspectos culturais	- possibilidade de integração à outras plataformas
	- baixo custo de treinamento e implantação
	- possibilidade de assessoria constante de pesquisadores e estudantes
	- viabilidade da obtenção de produtividades maiores e mais sustentáveis
Ameaças	Oportunidades
- baixa adesão dos produtores e técnicos que já atuam a longo tempo na área	- elevada adesão ao aplicativo
	- desenvolvimento de outros módulos destinados à cultura do milho e outras espécies de interesse agrônômico
	- desenvolvimento dos arranjos produtivos locais

Ademais, destaca-se que mesmo com a existência de várias plataformas privadas destinadas à este fim, pequenos e médios produtores, inúmeras vezes, são privados da assistência técnica agrícola e, conseqüentemente, não conseguem obter produtividades satisfatórias no cultivo do milho. Não raramente, a ausência desta assistência dá-se em razão da inexistência de ferramentas, como o aplicativo proposto, que permitam a obtenção rápida e segura de interpretações de análises do solo e recomendação da adubação.

Em razão da necessidade de testes de validação em campo, o aplicativo encontra-se disponível apenas para testes, devendo ser disponibilizado gratuitamente ao público no final do ano 2021.

Assim, espera-se que, no âmbito da Agricultura 4.0, onde existe a certeza que a agricultura nacional ainda é demandante de tecnologias que assistam a produção nacional de grãos e outros produtos agrícolas, o desenvolvimento deste aplicativo possa atender a todos os participantes do processo produtivo, independentemente do nível tecnológico disponível.

CONCLUSÕES

1. A plataforma *Android Studio* mostrou-se viável para o desenvolvimento de aplicativo móvel destinado à recomendação de corretivos e fertilizantes para o cultivo do milho no estado de Minas Gerais.

2. O aplicativo desenvolvido logrou êxito como ferramenta tecnológica amigável e funcional para o cálculo da quantidade de corretivos e fertilizantes no cultivo do milho.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, F.; DALBOSCO, J.; PAVAN, W.; GODOY, C.; FERNANDES, J. M. C.; MEDEIROS, E. D. Aplicativo Web Mobile para monitoramento da ferrugem asiática da soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 10., 2015, Ponta Grossa. **Anais** [...]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRÍCOLAS. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes**: 2016. São Paulo: ANDA, 2016.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. Eucalipto. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; CARVALHO, E. V. de; DOTTO, M. A.; LEÃO, F. F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 139-148, jan./mar., 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1953/195318128018.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2020.
- CASTRO, C. N de; PEREIRA, C. N. Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de Ater. Brasília: IPEA, out. 2017. 48 p. (Texto para Discursão 2343) Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2343.pdf. Acesso em: 03 ago. 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Milho total (1ª, 2ª e 3ª safras). In: **Série histórica das safras**. CONAB, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 29 ago. 2020.
- GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E.; FRITSCHENETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 819-828, dez. 2014. Suplemento. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/N8fCSz8xJw7gy98s8nkTqmJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02 ago. 2020.
- LOPES, L. C. L.; VIEIRA, H. D.; VIEIRA, G. H. S.; SOUZA, E. F. Projeto de aplicativo móvel capaz de fornecer informações para o manejo de irrigação do café conilon. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 4, p. 874-889, out./nov., 2019. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/381>. Acesso em: 01 jun. 2020.
- MARSCHNER, P. (ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3th ed. Academic Press, 2012. 672. E-book. Disponível em: <https://www.elsevier.com/books/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants/marschner/978-0-12-384905-2>. Acesso em: 01 maio 2020.
- MONTEIRO, S. B. S.; LIMA, A. C. F.; MARIANO, A. M.; SILVA JUNIÓR, E. Plataforma Unificada de Metodologia Ativa (PUMA): um projeto multidisciplinar. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. E28, p. 766-778, abr., 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339663410_Plataforma_Unificada_de_Metodologia_Ativa_PUMA_um_projeto_multidisciplinar. Acesso em: 15 ago. 2020.
- NOVAIS, R. F. **Um sistema simples de interpretação de análise de solo e recomendação de corretivos e fertilizantes**. Arquivos da Disciplina Fertilidade do Solo do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2011. 26 p.
- PEIFFER, J. A.; SPOR, A.; KOREN, O.; JIN, Z.; TRINGE, S. G.; DANGL, J. L.; BUCKLER, E.; LEY, R. E. Diversity and heritability of the maize rhizosphere microbiome under field conditions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 16, p. 6548-6553, Feb.; 2013. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/110/16/6548>. Acesso em: 02 ago. 2020.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Tecnologia da informação no agronegócio**. SEBRAE, 2017. 36 p. Disponível em: [https://www.sebrae.com.br/file_source/Sebrae/Portal Sebrae/Anexos/Pesquisa SEBRAE - TIC no Agro.pdf](https://www.sebrae.com.br/file_source/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Pesquisa%20SEBRAE-TIC%20no%20Agricultor.pdf). Acesso em: 21 abr. 2021.
- SOUZA, L. F. R. A.; SILVA, W. A. da; SILVA, R. V. Desenvolvimento de um aplicativo computacional para a recomendação de adubação e calagem para a cultura do milho (*Zea mays* L.) no estado do Maranhão, Brasil. **Revista Agroecossistemas**, v. 3, n. 1, p. 36-40, 2013. Disponível; <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/1368/1797>. Acesso em: 01 abr. 2020.
- XU, G.; FAN, X.; MILLER, A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. **Annual Review of Plant Biology**, v. 63, p. 153-182, June, 2012. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-arplant-042811-105532>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- TANAKA, A. H. A.; LIMA MERA, W. Y. W.; SILVA, A. O. da; SILVA, A. O. da; MELO, D. M.; VIÉGAS, I. D. J. M.; SILVA, D. A. S.; SILVA JÚNIOR, A. M. G. Fertiup!-aplicativo de recomendações de adubação e calagem para plantas medicinais/Fertiup!-fertilization and liming recommendations app for medical plants. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 430-440, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/5855/5263>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- TITTONELL, P. Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 8, p. 53-61, Aug., 2014. Disponível em; https://www.wur.nl/upload_mm/6/d/4/1d1499e5-b489-465d-bda7-e6716c711049_TittonellCurrentOpinionInEnvironmentalSustainability2014.pdf. Acesso em: 01 mar. 2020.
- THOMSON, A. M.; ELLIS, E. C.; GRAU, H. R.; KUEMMERLE, T.; MEYFROIDT, P.; RAMANKUTTY, N.; ZELEKE, G. Sustainable intensification in land systems: trade-offs, scales, and contexts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 38, p. 37-43, Abr., 2019. Disponível em: https://ecotope.org/people/ellis/papers/thomson_2019.pdf. Acesso em: 04 nov. 2019.