



Sistema Calculador de Adubação Orgânica para Lavoura Cafeeira

System calculator Organic Fertilization for Crop Coffee

SILVA, Luan Rafael Emerick¹; SOUZA JUNIOR, Daniel Emilio²; COSTA, Ariane Cardoso³; OLIVEIRA, Susana Brunoro Costa⁴; LIMA, Wallace Luís⁴.

¹Instituto Federal do Espírito Santo Campus Alegre, Alegre, ES, luanemerick0703@hotmail.com; ²Instituto Federal do Espírito Santo Campus Alegre, Alegre, ES, daniel377@hotmail.com; ³Universidade Estadual do Norte Fluminense - Campos dos Goytacazes, RJ, arianecardosocosta@hotmail.com; ⁴ Instituto Federal do Espírito Santo Campus Alegre, Alegre, ES, susanabrunoro@gmail.com, wallace@ifes.edu.br.

Resumo: O café é uma das culturas mais importantes do nosso país, cuja produção atual gira em torno de 43 milhões de sacas. Em geral, o solo não atende as demandas que a planta necessita para uma completa produção, fazendo-se então necessária a adubação para sanar o déficit do solo com a introdução de nutrientes externos. Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi desenvolver um software computacional para dimensionamento da adubação orgânica para cafeeiros que leve em consideração a análise do composto orgânico produzido nas propriedades, a análise química da fertilidade do solo e a exigência nutricional da cultura em diferentes fases de seu desenvolvimento. O trabalho apresenta um sistema usando linguagem PHP integrada com HTML e com integração ao banco de dados MySQL com o objetivo de aumentar eficácia da adubação orgânica, quantificando a dosagem por planta, e possibilitando um acompanhamento a longo prazo de: produção, evolução da lavoura, deficiência do solo x oferta do composto, déficit dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg) e adequação do composto em relação à deficiência. A ferramenta permitirá aumentar a eficácia da adubação orgânica realizando os cálculos a partir do composto orgânico disponível, utilizando os resultados das análises de solo e do próprio composto orgânico (fertilizante orgânico), de forma simples, para fácil compreensão do produtor, permite ainda um controle da evolução da lavoura, com registros do histórico de produtividade, deficiências no solo x oferta do composto.

Palavras-chave: Fertilizantes Naturais, Desenvolvimento de Ferramenta, Sustentabilidade.

Abstract: Coffee is one of the most important cultures of our country, whose current production is around 43 million bags. In Brazil, the soil does not meet the demands that the plant needs for a complete production, thus making the fertilization of the plantation necessary. The purpose of fertilization is to remedy the deficit of the soil with the introduction of external nutrients. In this sense, organic fertilizer uses organic compounds as a natural source to supply the soil deficiencies. In this context is the reality of the producers, which in general are family farmers without many resources or technical support. Organic fertilization isn't well known in Brazil compared to chemical fertilizers, hence the methods and calculations to quantify also aren't well known. Addressing the complexity and difficulty of making an organic fertilizer calculation, using known models for fertilizer calculation following soil analysis, analysis of the compound and the needs of the plant as parameters, this paper presents a system developed using the PHP language integrated with HTML and integration with a MySQL database that aims to increase the efficiency of organic fertilizer, quantifying



the dosage of compound per of plant, also enabling a long-term follow-up: production, development of agriculture, soil deficiency x supply compound, deficit nutrients (N, P, K, Ca, Mg), and suitability of the compound in relation with deficiency. Field research was carried out to discover the existence of similar work to the proposed, but no work has been found.

Keywords: Natural fertilizers, tool development, sustainability

Introdução

Uma das culturas mais importantes do Brasil é a do café, com produção anual em torno de 43 milhões de sacas, segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO CAFÉ (ABIC, 2015), fazendo com que o país seja o maior exportador do grão do mundo. Como toda planta, o cafeeiro necessita de condições mínimas para seu desenvolvimento e produção. De forma geral, o solo não atende plenamente as demandas que a planta necessita para uma completa produção, fazendo-se então necessária a adubação da planta. A finalidade da adubação é sanar o *déficit* do solo com a introdução de nutrientes externos, e assim impedir que a interferência nutricional da planta venha comprometer a produção e sanidade da planta.

O diagnóstico nutricional de lavoura depende de valores de referência, tais como: nível crítico e faixa ótima para a concentração dos nutrientes, principalmente nas folhas, entretanto, estes valores de referência são geralmente estabelecidos em experimentos de calibração, em ambientes controlados (BHARGAVA & CHADHA, 1988). Nesse contexto, a adubação orgânica consiste em utilizar o composto como uma fonte natural para suprir as deficiências do solo, o cálculo de quantidade a ser despejada em cada planta fica comprometido, já que cada composto tem seus componentes diferentes, visto que são os próprios cafeicultores quem os produzem em suas propriedades.

Agricultura familiar, no Brasil, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2014), é o setor que engloba 4,3 milhões de unidades produtivas (84% do total) e 14 milhões de pessoas ocupadas, o que representa em torno de 74% do total das ocupações distribuídas em 80.250.453 hectares (25% da área total). Normalmente, os pequenos produtores familiares não têm escolaridade elevada ou instrução desenvolvida com tecnologias, dessa forma faz-se necessário simplificar a ação de dimensionar o quantitativo de adubação, além de garantir o mínimo de desperdício possível do composto produzido em suas propriedades.

A adubação orgânica é pouco difundida no Brasil em comparação com a adubação química, conseqüentemente, seus métodos e cálculos são pouco conhecidos. O cálculo para o dimensionamento da adubação necessita de uma análise do solo e outra do composto para se identificar a quantidade de cada nutriente em seus respectivos contextos. O não uso da análise pode abrir precedente para erro na

quantificação da adubação tornando a aplicação incorreta e, conseqüentemente, comprometer a produção e a lavoura de forma geral.

No contexto da adubação, existe o conceito preconizado pela Lei do Mínimo (Liebig) que relata: “Em experimentos de adubação de plantas, as respostas podem estar associadas aos balanceamentos entre os nutrientes ou ao nutriente no mínimo, regidos pela famosa Lei de Liebig (KREUZ et al., 1995). Esses fatores incluem a abundância de presas ou nutrientes”. De forma geral, cada nutriente faltante na oferta para a planta é um ponto negativo na produção da cultura, onde os padrões de nutrição devem ser atingidos para propiciar um ambiente ideal para expressão do potencial genético da cultura que resulta em melhor produção, crescimento e sanidade da planta.

Abordando a complexidade e dificuldade de se fazer um cálculo de adubação orgânica, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema para aumentar a eficácia da adubação orgânica, possibilitando um acompanhamento, em longo prazo, para que se tenha controle da evolução da lavoura nos seguimentos de produção, deficiência do solo x oferta do composto, histórico de produtividade, *déficit* de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg), adequação do composto em relação à deficiência no período de produção da lavoura.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi desenvolver um software computacional para dimensionamento da adubação orgânica para cafeeiros que leve em consideração a análise do composto orgânico produzido nas propriedades, a análise química da fertilidade do solo e a exigência nutricional da cultura em diferentes fases de seu desenvolvimento.

Metodologia

A caracterização do problema foi relatada por um profissional do setor de agroecologia, que baseado na realidade dos produtores que, de forma geral, são produtores familiares, sem muitos recursos ou suporte técnico. A presente proposta busca uma solução a fim de propiciar melhorias em todo contexto da produção orgânica de café na realidade dos pequenos produtores que desejam diminuir ou eliminar a dependência de insumos químicos externos (fertilizantes) à propriedade, mas que pode ser utilizado por qualquer produtor ou pessoas interessadas, independente do nível de conhecimento tecnológico.

O projeto foi desenvolvido em linguagem PHP, utilizando também HTML, tendo suporte ainda da ferramenta MySQLServer. O sistema foi desenvolvido usando ferramentas gratuitas disponíveis no mercado e, para estruturação servidora local usou-se o ambiente ofertado pelo WampServer com PHP Editor e MySQL WorkBench e também o NotePad++.

Fundamentação teórica da metodologia, conhecimentos e cálculos em relação à contextualização do meio agropecuário e agroecológico foram realizadas por meio de leitura de artigos científicos, livros, manuais e recomendações além de buscas em plataformas fundamentadas que dão suporte como alguns sítios governamentais. Além disso, observou-se a não oferta de ferramentas que tangessem este grupo específico de agricultores familiares que interessam em utilizar a adubação orgânica em suas propriedades.

A ferramenta trabalha com modelos conhecidos para cálculo de adubação, seguindo parâmetros que buscam atender a três pontos, que juntos devem propiciar o melhor ambiente para a cultura e, conseqüentemente, sua produção. São eles: 1) o estado nutricional do solo; 2) o padrão de oferta de nutrientes que se deve ter para uma situação mais propícia para a planta; e 3) a oferta de nutrientes do composto orgânico, que será usado como adubo, para suprir as necessidades da cultura levando em consideração seu estágio de desenvolvimento e a produção esperada.

Para os métodos e fórmulas para cálculo da adubação buscou-se na literatura, em um contexto restrito à cultura do café, todas as informações necessárias para o seu desenvolvimento. Além da literatura, houve contato com professores especialistas na área, a fim de embasar a fundamentação teórica do trabalho. Pesquisou por trabalhos similares na literatura, no campo comercial e em meios acadêmicos, mas nenhum foi encontrado que tivesse a mesma proposta. O mercado oferece ferramentas apenas para cálculo de adubação química convencional, justificada por seu maior uso e domínio do mercado, interesse comercial e facilidade de se trabalhar com formulações (concentrações de nutrientes) já conhecidas.

O sistema usa de cálculos disponibilizados na literatura de forma geral. O livro "RECOMENDAÇÕES PARA O USO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES EM MINAS GERAIS - 5ª APROXIMAÇÃO" publicado em 1999 pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG-Viçosa), é atualmente uma das referências nacionais mais utilizadas para o cálculo de adubação para as diferentes culturas, de forma geral, sendo assim também foi uma das principais referências usadas no trabalho. A pesquisa se fez baseado em fórmulas e métodos já usados nos cálculos de adubação, especificamente o de adubação orgânica do cafeeiro. Estes dados foram coletados e averiguados para garantir que eram compatíveis com a estrutura desejada. Na referência da 5ª Aproximação (1999) foi observado quadros que trazem os padrões a serem seguidos para cada etapa do crescimento da planta. Abaixo temos a figura (1) que mostra as doses de nitrogênio (N) e potássio (K_2O) a ser aplicada em função da produtividade esperada para a lavoura cafeeira e da disponibilidade de K no solo.

Figura 1. Produtividade esperada da lavoura cafeeira em função das classes de fertilidade do solo e das doses de N e K₂O a serem aplicadas.

Produtividade Sc/ha	N (kg ha ⁻¹ /ano)	Classes de Fertilidade			
		Baixo	Médio	Bom	Muito Bom
		Teor de K no solo (mg/dm ³)			
		< 60	60 - 120	120 - 200	> 200
		K ₂ O (kg ha ⁻¹ /ano)			
<20	200	200	150	100	-
20-30	250	250	190	125	-
30-40	300	300	225	150	-
40-50	350	350	260	175	50
50-60	400	400	300	200	75
>60	450	450	340	225	100

Fonte: Extraído do Livro: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação.

Posteriormente com as fórmulas e métodos sistematizados iniciou-se a programação, usando HTML como marcação da parte cliente e PHP para programação servidora. Por meio de submissão dos dados dos formulários, foram passados para o servidor os parâmetros para calcular a quantidade de composto a ser aplicado em cada planta, fazendo o equilíbrio entre a necessidade da planta, o *déficit* do solo e a oferta de nutrientes presentes no composto. Após este momento, os resultados das operações além de todos os outros dados passados pelo usuário são salvos no banco de dados, ficando assim registrados todos os passos da operação. A resposta para usuário vem de forma simples, onde é apresentado o *déficit* de cada nutriente e a quantidade de nutriente que o composto orgânico está responsável por suprir na cultura, e por fim a ferramenta mostra a quantidade bruta de composto que deve ser aplicada em cada planta da cultura na área cadastrada, conforme orientações que a literatura indica.

Resultados e discussões

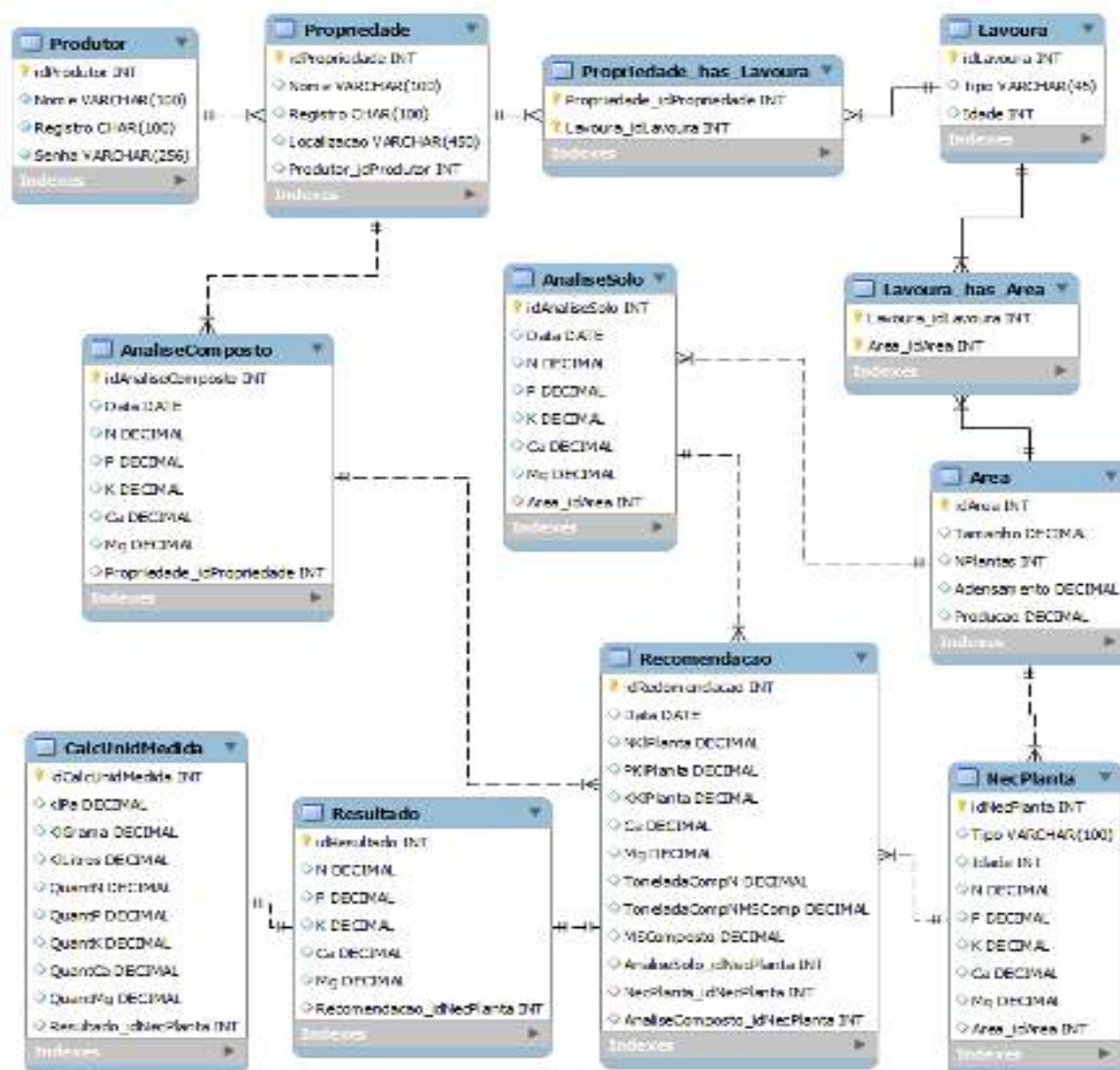
A ferramenta foi desenvolvida para atender a demanda de produtores orgânicos e agroecológicos de café arábica e conilon, certificados ou em processo de transição, que têm dificuldade no dimensionamento da quantidade de composto orgânico a ser usado em suas plantações, afim de compensar as deficiências que o solo possa ter para atender as demandas nutricionais da cultura, de acordo com o seu desenvolvimento vegetativo e/ou produção esperada. A ferramenta foi desenvolvida apresentando interface simples e intuitiva, para facilitar o trabalho dos cafeicultores, em diferentes níveis de escolaridade.

A ferramenta atenderá ao cliente por meio da comunicação com seus formulários onde o produtor fará a inserção dos dados, aos quais servirão como parâmetro para uma triangulação e assim apresentar a quantidade de composto (fertilizante

orgânico) a ser usado em unidades de medida que estejam mais próximas do seu cotidiano, como pás, quilogramas, latas, entre outros.

Na figura 2, tem-se a representação do esquema de dados do sistema, mostrando as interações e relacionamentos entre as tabelas, ilustrando a modelagem de dados usada no sistema.

Figura 2. Representação do esquema de dados do sistema, suas interações e relacionamentos entre as tabelas utilizadas.



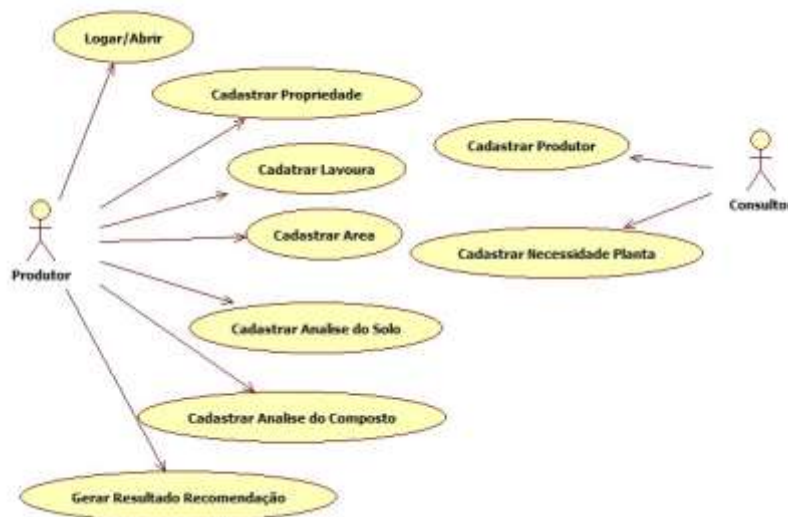
Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Mostram-se com o modelo as interações que cada tabela tem com suas tabelas vizinhas, por exemplo, a tabela de recomendação que será tabulada após a execução dos cálculos pelo servidor, este cálculo por sua vez usará os dados que o

usuário irá inserir referentes as informações da propriedade, a análise de solo, análise do composto além das informações da lavoura, como idade e tipo da lavoura (arábica ou conilon). Após a execução do processo, todos os dados serão salvos no banco de dados para que possa ter o controle posterior.

Na figura 3 tem-se a apresentação do modelo de caso de uso onde temos a apresentação das funções e casos onde o produtor e consultor terão acesso. Produtor é o usuário principal, e é ele quem deve inserir as informações da propriedade, da lavoura, da área, e das análises químicas do solo e do composto, a ser utilizado como fertilizante orgânico, que, ao final da inserção destes dados, solicitará o cálculo da recomendação e o sistema entregará o resultado de forma concisa e simples. Já o consultor será responsável pelo controle do funcionamento da ferramenta, em funções como gerenciar o banco de dados cadastrados pelos produtores e de novas adaptações, dentre outras.

Figura 3. Representação do Modelo do caso de uso do Sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

A seguir têm-se as telas de inserção dos dados de análise de solo (Figura 4), onde o produtor tendo em mãos os resultados de sua análise de solo e irá inserir os dados para que sirva de entrada no sistema.

Estas informações são repassadas ao servidor onde servem de parâmetros para execução dos cálculos necessários, respeitando e buscando atender às regras descritas na literatura para propiciar uma melhoria na nutrição dos cafeeiros e, conseqüentemente, melhor produtividade da plantaçãõ.

Figura 4. Tela de inserção de dados referentes à análise de solo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Para controle geral posterior, foram criados outros formulários que são responsáveis para identificar cada área e propriedade, possibilitando assim um controle personalizado ao longo do tempo por parte do sistema em relação a determinado trecho da plantação. A seguir, são apresentadas as telas de inserção de dados referentes à área (Figura 5) e da propriedade (Figura 6).

Figura 5. Tela de cadastro de informações da área cafeeira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Estas informações somadas à tabela Lavoura tornam possível a identificação detalhada de cada parte da propriedade, possibilitando assim um controle por parte do cafeicultor a fim de que ele tenha a dimensão de uma forma mais profunda da sua propriedade.

Figura 6. Tela de inserção de dados referentes à Propriedade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

O formulário de reposta da recomendação, responsável por trazer na tela os resultados dos cálculos executados no servidor, é como se espera a última página do sistema, com campos bloqueados para alteração, permitindo apenas a visualização dos dados (Figura 7). Após a geração da recomendação, o sistema oferece a opção de imprimir a recomendação ou reiniciar o processo, fazendo então outra recomendação para a mesma área ou para outra.

Figura 7. Tela de exibição do resultado da recomendação da quantidade a ser aplicada do composto orgânico na lavoura, para impressão.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Conclusões

A ferramenta permitirá aumentar a eficácia da adubação orgânica realizando os cálculos a partir do composto orgânico disponível, utilizando os resultados das análises de solo e do próprio composto orgânico (fertilizante orgânico) levando em consideração a produção esperada pelo produtor.

A ferramenta traz uma quantificação da dosagem da adubação referente a cada planta, de forma simples, para fácil compreensão do produtor, permite ainda um controle da evolução da lavoura, com registros do histórico de produtividade, deficiências no solo x oferta do composto.

O produtor terá melhor controle da fertilização da lavoura, consciência da evolução nutricional do solo e da lavoura, e assim poder buscar melhorias e, conseqüentemente, aumentar a produção e sanidade da lavoura.

Referências bibliográficas

ABIC 2015. **Qualidade do Café**, Site, Disponível em: < <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=52> >: Acessado em: 10/08/2016.

BHARGAVA, B.S. & CHADHA, K.L. (1988). **Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops**. Fert. News, 33:21-29, 1988.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

EMBRAPA (2014). **Agricultura familiar no Brasil**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/embrapa-no-ano-internacional-da-agricultura-familiar> Acessado em 20/11/2015.

KREUZ, C. L.; LANZER, E. A.; PARIS, Q. Funções de produção Von Liebig com rendimentos decrescentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 95-106, 1995.