

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

AGRONOMIA

EFEITO DA FORMA DE COLETA DO SOLO NA RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO

ADRIANO VILELA PEREIRA

Rio Verde, GO

2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE

AGRONOMIA

**EFEITO DA FORMA DE COLETA DO SOLO NA
RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO**

ADRIANO VILELA PEREIRA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. José Milton Alves

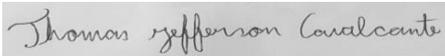
Rio Verde - GO

Junho, 2020

ADRIANO VILELA PEREIRA

**EFEITO DA FORMA DE COLETA DO SOLO NA
RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 30 de junho de 2020, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Ms. Thomas Jefferson Cavalcante

Polo Embrapii - IF Goiano – Campus Rio Verde



Samuel Gomes Pereira

Eng. Agrônomo



Prof. Dr. Jose Milton Alves

IF Goiano – Campus Rio Verde

Rio Verde - GO

Junho, 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

PP436e Pereira, Adriano Vilela
 Efeito da forma de coleta do solo na recomendação
 da adubação em agricultura de precisão / Adriano
 Vilela Pereira; orientador José Milton; co-orientador
 Thomas Jefferson. -- Rio Verde, 2020.
 29 p.

 Monografia (em Agronomia) -- Instituto Federal
 Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

 1. Amostragem de solo. 2. nutrientes. 3. cana-de-
 açúcar. I. Milton, José, orient. II. Jefferson,
 Thomas, co-orient. III. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Adriano Vilela Pereira
 Matrícula: 2015102200240013
 Título do Trabalho: Efeito da forma de coleta de semente no rendimento da adubação em agricultura de precisão.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /
 O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
 O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde 30/10/2020
Local Data

Adriano Vilela Pereira
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Cliente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO (TC)

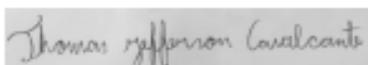
ANO	SEMESTRE
2020	2

No dia 30 do mês de Junho de 2020, às 08 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Jose Milton Alves, Thomas Jefferson Cavalcante e Samuel Gomes Pereira, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado “Efeito da forma de coleta do solo na recomendação da adubação em agricultura de precisão”, do (a) acadêmico (a) Adriano Vilela Pereira, Matrícula nº 2015102200240013 do curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela Aprovação do (a) acadêmico (a). Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

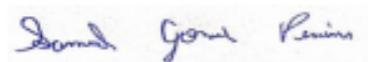
Rio Verde, 30 de junho de 2020.



Jose Milton Alves
Orientador(a)



Ms. Thomas Jefferson Cavalcante
Membro



Eng. Agrônomo Samuel Gomes Pereira
Membro

Observação:

() O acadêmico não compareceu à defesa do TC.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder esta vitória, e por estar comigo em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a toda minha família, irmã, tios, avós, em especial minha mãe Beatriz Vilela, por sempre me apoiar, e por ter me dado forças para não ter desistido desta faculdade, que por fim, foram inúmeras vezes.

Agradeço aos meus amigos da faculdade, que por 4 anos estivemos juntos, na alegria, e nas horas desesperadoras, lutando e chegando até o fim.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano, pelo ensino a mim ministrado, agradeço a todos os professores, em especial ao meu orientador José Milton Alves.

Agradeço a usina Denusa, por ter cedido à área experimental, onde foram realizadas as coletas de amostra de solo, como também a equipe do laboratório Solotec, pela ajuda em momentos das realizações das análises. Agradeço a equipe da InCeres, por ter disponibilizado a plataforma para as gerações dos mapas de fertilidade.

Muito obrigado a todos.

RESUMO

PEREIRA, Adriano Vilela. **Efeito da forma de coleta do solo na recomendação da adubação em agricultura de precisão.** N° 29 Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO, 2020.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor efeito de forma de coleta de amostra de solo, por meio da agricultura de precisão para a cultura da cana-de-açúcar. O projeto foi conduzido em uma área de 89,81 ha da usina Denusa. Para a determinação dos pontos amostrais, foram definidas quatro formas de coletas de solo, (CLELS – Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL – Coleta na linha e entre linha; CEL – Coleta na entre linha; e CL – Coleta na linha). Já as distribuições dos pontos a serem coletados, foi determinado utilizando a agricultura de precisão, realizado pelo software InCeres, onde o mesmo determinou para a área amostral um total de 15 pontos. As amostras foram coletadas com o auxílio de um quadriciclo, onde se realizou os pontos amostrais nas profundidades de 0-20 cm. Foi realizada também na mesma área a amostragem pelo método convencional, e neste caso, foram coletados 20 pontos distribuídos aleatoriamente dentro da área. Após a coleta, as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Solos do Instituto Federal Goiano, onde determinou as análises de macronutrientes, micronutrientes e análise textural. Com os laudos dos dados, foram exportados para a plataforma InCeres, e gerados os mapas de recomendação. De maneira geral, a forma de coleta (CLEL; CL e CEL) apresentou mais distantes da análise padrão, e a CLELS, apresentou valores próximos aos da análise padrão. Para a recomendação final para a calagem, adubação potássica e fosfatada, a forma de CLELS, apresentou valores intermediários de Ca, Mg, P e K no solo, e que foram próximos dos valores encontrados no padrão da usina.

Palavras-chave: Amostragem de solo; nutrientes; cana-de-açúcar.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de calcário para a cultura da cana-de-açúcar.....22

Tabela 2. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de fósforo para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o MAP.....24

Tabela 3. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de potássio para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o KCl.....26

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da área experimental na Usina Destilaria Nova União S/A (DENUSA).....17
- Figura 2.** Representação das formas de coleta de solo realizadas na área. CLELS – Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL – Coleta na linha e na entre linha; CEL – Coleta na entre linha; CL – Coleta na linha.....18
- Figura 3.** Distribuição dos pontos de amostragem dentro do talhão no software InCeres®....18
- Figura 4.** Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de cálcio (Ca) no solo.....20
- Figura 5.** Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de magnésio (Mg) no solo.....21
- Figura 6.** Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de calagem para a cultura da cana-de-açúcar.....21
- Figura 7.** Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de fósforo (P) no solo.....23
- Figura 8.** Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação da adubação fosfatada para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o MAP.....24
- Figura 9.** Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de potássio (K) no solo.....25
- Figura 10.** Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação da adubação potássica para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o KCl.....25

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

AP	agricultura de precisão;
GPS	sistema de posicionamento global;
NC	necessidade de calagem (kg ou t);
M.O. S	matéria orgânica;
CLELS	coleta na linha e nas entre linhas
CLEL	coleta na linha e na entre linha
CEL	coleta na entre linha
CL	coleta na linha
CTC	capacidade de troca catinica;
Ca	cálcio;
Mg	magnésio;
P	fósforo;
K	potássio;
V%	satrao por bases;
m%	satrao por alumínio;
S	enxofre;
B	boro;
Cu	cobre;
Fe	ferro;
Mn	manganês;
Zn	Zinco.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Cultura da cana-de-aúcar.....	14
2.2 Amostragem de solo.....	15
2.3 Agricultura de precisão e coleta de solo na cana-de-aúcar.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Efeitos das formas de coleta do solo na determinação de Ca e Mg e na recomendação da calage.....	20
4.2 Efeitos das formas de coleta do solo na determinação de P e na recomendação da adubação fosfatada.....	22
4.3 Efeitos das formas de coleta do solo na determinação de K e na recomendação da adubação potássica.....	25
5 CONCLUSÕES.....	26
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma cultura semiperene da família Poaceae. A sua produção é de grande importância socioeconômica para o Brasil, sendo a principal matéria prima para a produção do etanol utilizado pelos veículos automotores, além da sua destinação para a produção do açúcar, um dos principais produtos de exportação nacional. Na safra 2019/20, o setor sucroalcooleiro nacional processou 642,7 milhões de toneladas de colmos. O Centro Oeste apresentou crescimento de 2,6 da área colhida, atingindo 1.840,0 hectares, com leve aumento de 1% na produtividade e incremento de 3,7 na produção, atingindo 141,9 milhões de toneladas (CONAB, 2019). Nos últimos anos, o estado de Goiás vem aumentando a sua importância no cenário nacional na produção de cana-de-açúcar, com uma área plantada em torno de 950 mil hectares, com uma produção estimada em 75.884,3 mil toneladas (CONAB, 2019). Entre os fatores que favorecem esse incremento está o clima tropical mais adequado para a produção de cana-de-açúcar. O ciclo da cana-de-açúcar normalmente é de 5 anos, sendo que o plantio é realizado apenas no primeiro ano e nos demais anos o rebrote é cultivado e colhido anualmente até que sua produtividade torne economicamente viável sua renovação (WISSMANN et al., 2014). O cultivo de cana-de-açúcar vem se intensificando em novas técnicas utilizadas para aumentar a eficiência nesta cultura, e umas das técnicas é a utilização da agricultura de precisão.

A Agricultura de Precisão (AP) é uma tecnologia que está sendo aplicada no dia a dia da cana-de-açúcar. Porém por se tratar de áreas com maiores extensões, sua aplicação acabou por deixar de seguir os seus princípios teóricos para muitas das vezes seguir apenas o prático (GREGO et al., 2014). Por causa da existência de grande variabilidade espacial existente nos solos brasileiros, acabou por não se conseguir muitas das vezes definir uma estratégia de amostragem do solo que fosse suficientemente representativa dentro das metodologias de AP e ao mesmo tempo em que se adequasse a realidade prática e econômica da usina sucroalcooleira. Já que metodologias com maiores densidades de pontos amostrados resultam em maiores custos para sua utilização (ANCHIETA, 2012).

Na amostragem do solo, deve-se considerar a variabilidade dos atributos químicos e físicos, visto que ela influencia no número e na distribuição das amostras simples (unidades de amostra) a serem coletadas por área de cultivo, visando o manejo do solo. Uma das maiores limitações na aplicação da agricultura de precisão é a grande quantidade de amostras necessárias para definir o espaçamento amostral ideal (CARDOSO, 2012). Nesse sentido, o conhecimento da variabilidade de atributos químicos e físicos é importante para a tomada de

decisão das técnicas de manejo a serem adotadas numa determinada área, por meio de um plano amostral adequado.

Na ausência de informações detalhadas, e visando incrementos adicionais de produtividade, muitos produtores ainda realizam a correção do solo e adubação de suas lavouras, sem maiores critérios na definição de localização, dosagens e época de aplicação dos fertilizantes. A grande maioria ainda utiliza formulações de nutrientes e quantidades fixas, prática que pode, ao longo do tempo, favorecer o desbalanço no fornecimento desses nutrientes, uma vez que essas adubações podem estar sendo realizadas de forma sub ou superdimensionadas (MONTEZANO et al., 2016). As ferramentas de agricultura de precisão podem auxiliar na obtenção dessas informações, assim obtendo melhores ganhos na produtividade.

A quantidade de amostras coletadas no campo para representar os atributos do solo ainda é uma dúvida frequente entre os usuários da agricultura de precisão. Alguns autores sugerem a análise exploratória do solo em uma grade com poucos pontos, a fim de orientar a amostragem do solo para construção de mapas temáticos (FLATMAN & YFANTIS, 1984).

Com base nessas informações, o objetivo deste trabalho foi determinar a forma de coleta das amostras de solo ideal para geração de mapas de recomendação de corretivos e fertilizantes na cultura da cana. Pois são poucas as referências que avaliam diferentes formas de coletas de solo em agricultura de precisão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar vem avançando nas novas fronteiras agrícolas, com destaque para a região Centro Oeste, a qual possui áreas com diversos tipos de clima, solo e biomas propícios para o cultivo dessa planta (WISSMANN et al., 2014). Goiás vem ao longo dos anos aumentando sua importância no cenário nacional da cultura da cana-de-açúcar, com aumento da área plantada, produção e produtividade (CONAB, 2019). O Brasil tem uma área plantada de mais de 9 milhões de hectares de cana-de-açúcar e Goiás tem desse total cerca de 950 mil hectares, sendo que o setor sucroenergético representa cerca de 8% do Produto Interno Bruto (PIB) agrícola brasileiro (UNICA, 2016).

Em Goiás, segundo maior produtor nacional, houve um incremento na área de produção, passando para 964,3 mil hectares de cana-de-açúcar, sendo 2,2% maior que a observada na safra passada. Isto se deve ao fato da cultura se desenvolver bem nessa região

devido a fatores como fotoperíodo adequado, topografia plana que auxilia os processos de mecanização, clima com duas estações, sendo uma estação quente e úmida, que acaba por favorecer a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo, e uma estação fria e seca que favorece a maturação e elevação da sacarose na planta (CONAB, 2020). Apesar desse aumento do cultivo no Estado de Goiás a pesquisa científica para definição de questões ligadas ao emprego da agricultura de precisão nesta cultura ainda é incipiente.

2.2 Amostragens de solo

No Brasil, existem métodos de amostragem de solo que consideram o ponto de coleta somente na entrelinha da cultura (Raij et al., 1996), e outros, que recomendam a coleta de amostras de terra em parte na entrelinha (70%) e na linha da cultura (30%) (Malavolta, 1992), enquanto que Caceres & Ferreira (1988) recomenda coletar 87,5% das amostras na entrelinha e 12,5% na linha da cultura da cana-de-açúcar.

A amostragem em AP é comumente realizada coletando-se um ponto georreferenciado no centro do grid de amostragem composto por subpontos coletados em um raio de 3 a 6 m a partir do ponto central (COELHO et al., 2010), a qual deve ser capaz de representar as diferentes escalas de variabilidade espacial dos atributos do solo (BOTEGA et al., 2013). A adubação da cana-de-açúcar no plantio é feita no sulco e em altas concentrações, pois se espera um efeito residual longo, essa adubação tende a promover uma maior concentração dos nutrientes nessa faixa do terreno (EMBRAPA et al. 2009), logo a aplicação de adubos no sulco de semeadura acaba por aumentar a variabilidade química no solo dessas faixas de aplicação em especial para P e K (PAULETTI et al. 2004).

Existem divergências quanto à condução da amostragem de solos em áreas de renovação de cana de açúcar, já que não existe consenso sobre o local ideal de se coletar as amostras, realizado na linha ou na entrelinha (CARDOSO, 2013). Raij et al. (1996) recomenda a amostragem nas entrelinhas da soqueira, enquanto Vitti & Mazza (2002), consideram que amostras retiradas ao longo da linha de plantio irão superestimar os teores de P e K, e amostras retiradas nas entrelinhas irão superestimar os teores de Ca e Mg e conseqüentemente na Soma de Bases (SB) e Saturação por Bases (V%), e subestimar os teores de P e K, recomendando que a amostragem seja realizada, portanto, na entrelinha. Em contrapartida ao realizar a amostragem na linha de plantio pode se obter uma fertilidade maior que a real, pois há efeito residual da adubação de plantio no sulco, principalmente para P, mas ao mesmo tempo se a amostragem for realizada na entrelinha logo não estará considerando o adubo residual e conseqüentemente isso implicará em uma avaliação irreal da fertilidade da

área (CARDOSO, 2013).

É de extrema importância dentro de um planejamento de AP aliar uma malha ideal de amostragem com uma máxima representatividade do ponto de amostragem, para uma melhor representatividade da variabilidade dos atributos do solo da área. Pois com base nos mapas de atributos químicos gerados a partir dessa amostragem, são elaborados mapas de prescrição de fornecimento de corretivos e fertilizantes em quantidades distintas para diferentes partes do talhão, de acordo com a mudança na condição de fertilidade de um local para outro dentro da área em questão (RESENDE et al., 2014).

2.3 Agricultura de precisão e coleta de solo na cana-de-açúcar

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), ao instituir uma comissão voltada a AP, denominada de Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP), definiu a AP como sendo, um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa o aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao meio ambiente (MAPA, 2012).

A coleta de amostras de solo em agricultura de precisão ainda representa uma dificuldade para o agricultor, pois a dificuldade de garantir a representatividade de uma amostra, a começar pelas interferências causadas pela coleta de subamostras em linhas de adubação (GREGO et al., 2014). As áreas adubadas na linha de plantio, requerem cuidados especiais na amostragem, devido a diferença de fertilidade gerada pela aplicação localizada dos fertilizantes (SOUSA E LOBATO, 2004). Nestes casos, diferentes metodologias são sugeridas para minimizar os efeitos dessa variação espacial da fertilidade.

Uma das possibilidades seria abrir uma cova perpendicular à linha de plantio, de onde seria retirada uma fatia de solo com 2 a 3 cm de espessura, 20 cm de profundidade e com o comprimento igual ao espaçamento entre linhas, utilizando-se uma pá-de-corte (SOUSA E LOBATO, 2004). Similar a este método, Santos (2016) também sugerem que seja retirada uma fatia de solo com espessura de 3 a 5 cm e da largura do espaçamento da cultura. Já para Silva et al. (2009), devem ser coletados três pontos na linha de plantio e sete pontos no centro da entrelinha, formando assim uma amostra simples, sendo necessárias dez amostras simples para a formação de uma amostra composta. Quando se trata de agricultura de precisão, os métodos citados anteriormente se tornam ineficientes, pois são de difícil realização em um grande número de pontos de coleta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área de 89,81 ha na usina Destilaria Nova União S/A (DENUSA) demonstrada na Figura 1. Situada no município de Jandaia – GO, com Latitude de 17°16'13.11 S e Longitude de 50° 8'10.39 O, com elevação média de 500 m. O clima é tropical sub-úmido, com duas estações bem definidas, classificado como quente úmido, com chuvas de verão (outubro a março) e inverno seco (junho a setembro), de acordo com a tipologia climática de Koppen. Para este experimento foi utilizada uma área de reforma da cana, denominada “Cana Soca”, logo após o 5º corte da cana anterior.



Figura 1. Localização da área experimental na Usina Destilaria Nova União S/A (DENUSA).

Historicamente essa área vem sendo cultivada nos últimos 5 anos sem a aplicação de fertilizantes químico a base de potássio, porém com uso da vinhaça oriunda do processo de moagem da cana. Foi realizada em 2013 a fosfatagem com 1 tonelada de fosfato natural reativo, a gessagem com 1 tonelada com gesso agrícola a lanço e incorporado, além da aplicação da adubação de plantio com 240 kg de fosfato monoamônio (MAP). Nos quatro anos subsequentes foi realizada a cada ano a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de gesso na linha de plantio para fins de fornecimento de enxofre, sendo que em 2015 foi realizada também a aplicação da torta de filtro e em 2016 houve a aplicação de 3000 kg ha⁻¹ de cama de frango. Também foi realizado neste período aplicações com micronutrientes como B, Zn, Cu e Mn via foliar junto as aplicações de herbicida ou fertilizante enriquecido.

No início da instalação do experimento foi realizada uma análise de solo de maneira convencional para servir como padrão tomado como referência, pois é a utilizada pela a usina, que posteriormente foi utilizada para comparar com os resultados obtidos das diferentes formas de coleta. Nesta análise foram encontrados 3,0 cmol_c dm⁻³ de Ca, 0,6 cmol_c dm⁻³ de Mg, 134,7 mg dm⁻³ de K, 10,1 mg dm⁻³ de S, 10,7 mg dm⁻³ de P, 3,5 mg dm⁻³ de Na, 58,6 mg dm⁻³ de Fe, 29,9 mg dm⁻³ de Mn, 8,9 mg dm⁻³ de Cu, 9,9 mg dm⁻³ de Zn, 8,3 mg dm⁻³ de B, 35,1 g dm⁻³ de M.O., pH = 6,0, V(%) = 52,2, CTC de 7,0 cmol_c dm⁻³, 131,7 g kg⁻¹ de argila,

122,2 g kg⁻¹ de silte e 762,6 g kg⁻¹ de areia.

Foram testadas quatro formas de amostragem na cultura da cana, representadas na Figura 2.

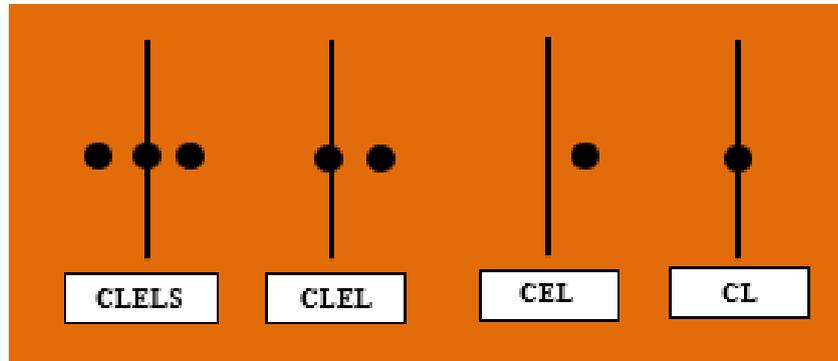


Figura 2. Representação das formas de coleta de solo realizadas na área. CLELS – Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL – Coleta na linha e na entre linha; CEL – Coleta na entre linha; CL – Coleta na linha.

Para delimitação do perímetro da área foi utilizado um GPS Trimble Juno SA. Os dados obtidos do perímetro foram posteriormente importados em formatos SHP e utilizados para geração dos pontos amostrais dos talhões no software InCeres®.

A distribuição dos pontos de amostragem para agricultura de precisão, que determinou os pontos na área, foi realizada no software InCeres®, onde o mesmo determinou para a área um total de 15 pontos de coleta (Figura 3), sendo esses pontos distribuídos utilizando a função de otimização do software que distribui adequadamente os pontos facilitando a coleta e a um mínimo estipulado de 20 m das bordas de cada talhão.

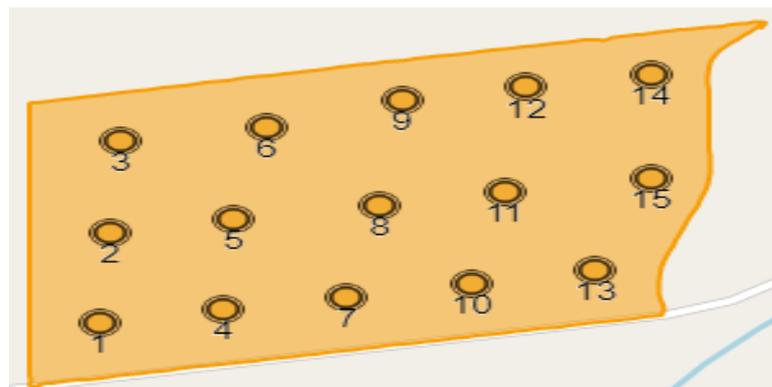


Figura 3. Distribuição dos pontos de amostragem dentro do talhão no software InCeres®.

As coletas das amostras simples foram realizadas nos meses de junho e julho de 2017 utilizando um “Quadriciclo de Amostragem” equipado com o GPS Trimble Juno SA e um amostrador Saci de comando automático com uma broca de amostragem e com regulagem da profundidade. Com os pontos adicionados ao GPS, o amostrador se deslocava até o ponto, e em seguida acionava o comando de coleta de solo, nas profundidades de 0-20 cm.

Do mesmo modo, a amostragem ocorreu para o método convencional comparativo, onde foram coletados 20 pontos distribuídos aleatoriamente dentro do talhão. Seguindo os critérios citados por Sousa et al., (2016), que recomenda a coleta de 20 amostras simples (sub-amostras), recolhidas em zigue-zague ao longo do terreno, em talhões homogêneos, talhões estes com até 80 hectares para gerar a recomendação da adubação.

Após a coleta das amostras de solo, estas foram destinadas ao Laboratório de Análises de Solo e Tecidos Foliaves do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde (IF Goiano) para análises, conforme metodologia citada por Silva et al. (2009), que as seguintes técnicas são utilizadas para quantificar os atributos: pH em água; $H^+ + Al^{3+}$ por solução $[(CH_3COO)_2Ca.H_2O]$; P, K, Fe, Cu, Zn, Na e Mn, por Melihch-1; Ca, Mg e Al^{+3} , em KCl 1N; B em solução de $BaCl_2.2H_2O$; M.O pelo método colorimétrico; S em solução $Ca(H_2PO_4)_2$ em HOA_C; além das determinações de t ($t = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ + Al^{3+}$); T ($T = t + (H^+ + Al^{3+})$); V% ($V = 100 \times t$); m% ($m\% = 100 \times Al^{3+}$).

Com os laudos dos dados dos atributos químicos do solo prontos, estes foram arranjados em uma planilha através da utilização do Microsoft Excel® para a associação da variável do solo as coordenadas UTM dos pontos de amostragem após ser importado para o InCeres®. Os valores encontrados dos atributos químicos para as diferentes malhas amostrais são submetidos, a análise espacial por meio de geoestatística, assim como ajustados a semivariogramas e modelos de krigagem (CAON et al., 2013). Para isso foi utilizado o InCeres® que já faz automaticamente toda essa análise e ajustes para geração dos mapas. Após o ajuste dos modelos matemáticos aos semivariogramas dos atributos químicos do solo foram gerados os mapas de distribuição espacial pelo método da krigagem, através deste mesmo programa. Pois o método da krigagem estima valores desconhecidos utilizando os semivariogramas, que são os modelos da variação dos dados em função da distância (GREGO et al., 2014), ao contrário de outros métodos que desconsideram o quanto a variação da distância influencia no comportamento dos dados (BERNARDI et al., 2015). Na sequência foi atribuído aos mapas gerados o estabelecimento de classes seguindo os critérios de interpretação adotados por (RIBEIRO et al., 1999).

Para a quantificação das necessidades totais de adubação (macro e micronutrientes) e calagem para a cultura da cana-de-açúcar nas diferentes formas de coleta, foram utilizados os parâmetros de fertilidade proposto por (RIBEIRO et al., 1999). A recomendação de calagem foi realizada levando em consideração a saturação por bases tendo como limite máximo 60% da CTC saturada por bases, e a recomendação de gessagem pela fórmula ($NG = \text{Teor de argila} (\%) \times 60$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeitos das formas de coleta do solo na determinação de Ca e Mg e na recomendação da calagem.

O teor de nutrientes no solo variou em função da forma de coleta de solo, como pode ser observado na Figura 4. O teor de cálcio (Ca) foi menor no tipo de CLEL e apresentou valores maiores no tipo de CEL. De acordo com a análise de solo padrão, realizada antes da instalação do experimento, o teor de Ca foi classificado como bom. Desta maneira, a forma de CEL foi a que mais se aproximou do resultado padrão, seguido das CLELS e CL, sendo as três formas adequadas para descrever os teores de Ca. Já a forma de CLEL foi a que ficou mais distante do resultado padrão, não descrevendo corretamente os teores de Ca no solo. Sabendo-se que a calagem deve ser feita da maneira mais precisa possível, para que não seja necessário repeti-la todos os anos, nas condições do presente trabalho não seria recomendada a utilização da CLEL.

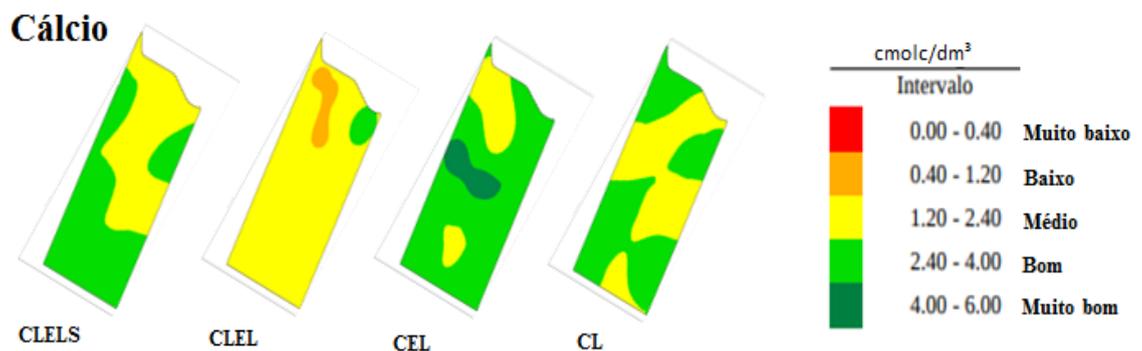


Figura 4. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de cálcio (Ca) no solo.

O teor de magnésio (Mg) foi maior no tipo de CLELS e apresentou valores menores no tipo de CLEL (Figura 5). Para os tipos de CEL e CL, os valores foram intermediários, variando entre médio e bom. A análise de solo padrão apresentou teor de Mg classificado como médio. De maneira geral todos os métodos de coleta estão com resultados próximos ao encontrado na análise padrão.

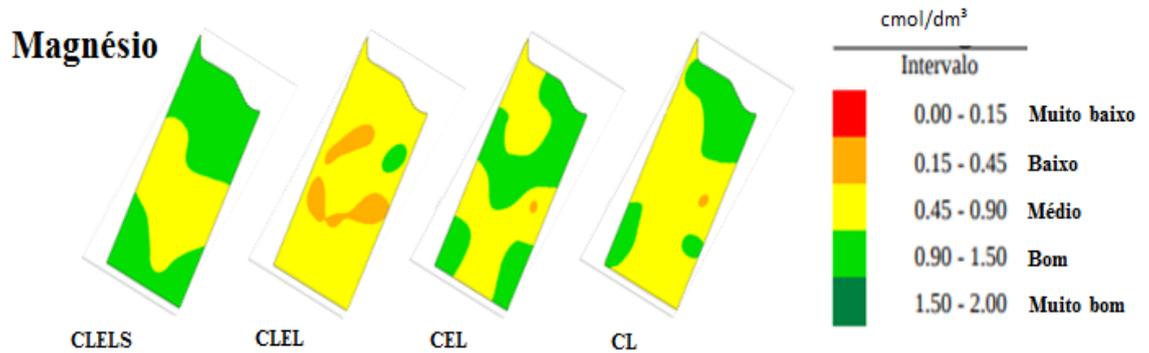


Figura 5. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de magnésio (Mg) no solo.

Os teores de Ca e Mg foram maiores quando se realizou a coleta nas entrelinhas (Figuras 4 e 5), o que pode ter ocorrido devido ao menor consumo desses nutrientes nessa região, onde se encontra uma menor concentração de raízes. Em trabalho realizado com plantas de goiaba, foi aplicado calcário na implantação do experimento e as avaliações foram feitas durante cinco anos agrícolas, onde o teor de Ca e Mg nas folhas só se correlacionou com o teor de Ca na entrelinha a partir do terceiro ano, quando houve um esgotamento dessas bases na linha e as raízes passaram a absorver de maneira mais eficiente na entrelinha (NATALE et al., 2007).

A forma de coleta do solo também influenciou na recomendação da calagem, como pode ser observado na Figura 6.

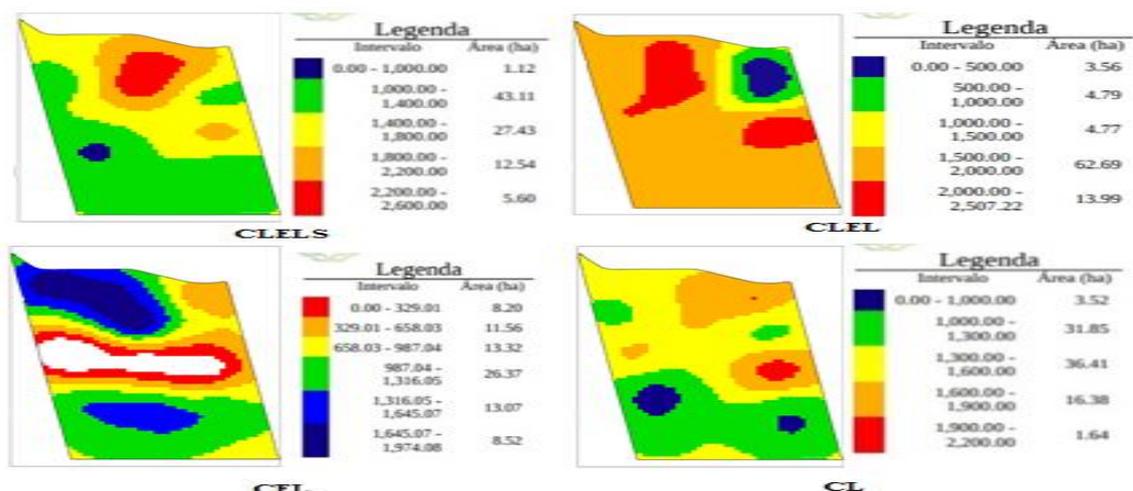


Figura 6. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de calagem para a cultura da cana-de-açúcar.

Para a amostragem CLELS a área de aplicação foi de 89,80 ha com uma dose máxima de 2.559 kg ha⁻¹ e dose média de 1.505 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 135 toneladas (Tabela 1). Para a amostragem CLEL, a área de aplicação foi de 89,80 ha com uma dose máxima de 2.507 kg ha⁻¹ e dose média de 1.679 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 151 toneladas. Para a amostragem CEL, a área de aplicação foi de 81,04 ha com uma dose máxima de 1.974 kg ha⁻¹ e dose média de 1.019 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 82,54 toneladas. Para a amostragem CL, a área de aplicação foi de 89,80 ha com uma dose máxima de 2.162 kg ha⁻¹ e dose média de 1.390 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 125 toneladas.

Tabela 1. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de calcário para a cultura da cana-de-açúcar.

Tipo de coleta do solo	Dose Máxima kg ha ⁻¹	Dose Média kg ha ⁻¹	Consumo Toneladas
CLELS	2,5	1,5	135
CLEL	2,5	1,6	151
CEL	1,9	1,0	82
CL	2,1	1,3	124

A forma de CLELS, foi a que obteve valores intermediários para os teores de Ca e Mg no solo, apresentou um consumo total de 135 toneladas de calcário. A menor dose média e consequentemente o menor consumo de calcário foram observados na forma de CEL, apresentando uma grande diferença das demais formas de coleta. Isso se deve possivelmente a uma superestimação dos teores de Ca e Mg na entrelinha, devido às raízes terem menos acesso a essa região. Visto que o sistema radicular de soqueiras de cana-de-açúcar sob diferentes quantidades de palhada, tem a maior quantidade de matéria seca de raízes a uma distância de 0,45m da linha de plantio (AQUINO et al., 2015).

4.2 Efeitos das formas de coleta do solo na determinação de P e na recomendação da adubação fosfatada.

Para o fósforo (P), o teor foi classificado como baixo na análise padrão. Os métodos de CLELS, CEL e CL apresentaram valores baixos, se aproximando do que foi encontrado na análise padrão (Figura 7). A CEL apresentou os valores mais baixos, o que pode estar relacionado com o fato de a adubação fosfatada em cana-de-açúcar ser, em sua grande maioria, realizada no sulco de plantio. Somando-se a isso o fato de o P ter baixa mobilidade

no solo, é esperado que haja menores teores de P nas entrelinhas. Já a amostragem CLEL apresentou valores entre médio e bom, ficando distante do resultado padrão (Figura 7). Levando-se em consideração que na adubação fosfatada costuma-se aplicar o P no sulco de plantio e em uma quantidade suficiente para dois, três ou mais anos de produção, não seria recomendado o uso do método CLEL, pois um erro na quantidade de P aplicado poderia acarretar sérios prejuízos ao produtor.

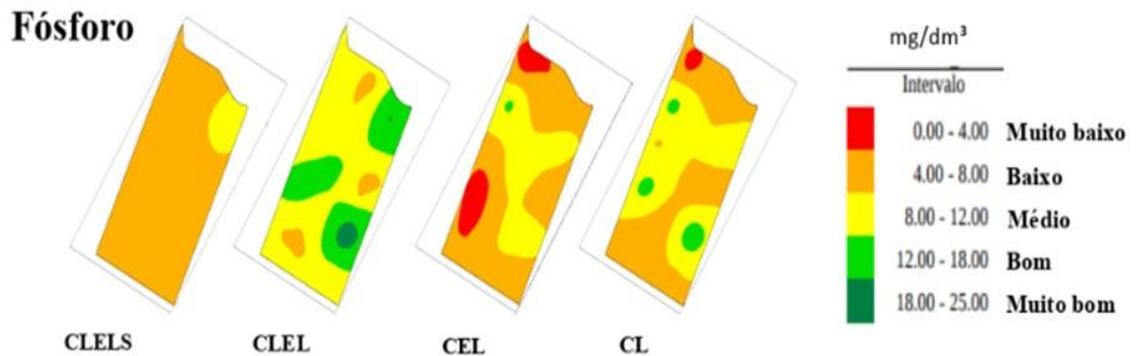


Figura 7. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de fósforo (P) no solo.

Os menores teores de P no solo foram observados quando se realizou a CEL (Figura 7), o que pode ter ocorrido devido a um acúmulo e um maior efeito residual do P nas linhas, enquanto haveria uma baixa disponibilidade de P nas entrelinhas. O não revolvimento do solo provocaria acúmulo de nutrientes na linha de plantio em relação à entrelinha, tendo variações de nutrientes decorrentes da adubação na linha (SILVA et al., 2009). Esse efeito deve ser considerado para que não haja uma super ou uma subestimação dos teores de P no solo.

A recomendação da adubação fosfatada, baseada na utilização do MAP, foi influenciada pelas diferentes formas de coleta, conforme pode ser observado na Figura 8.

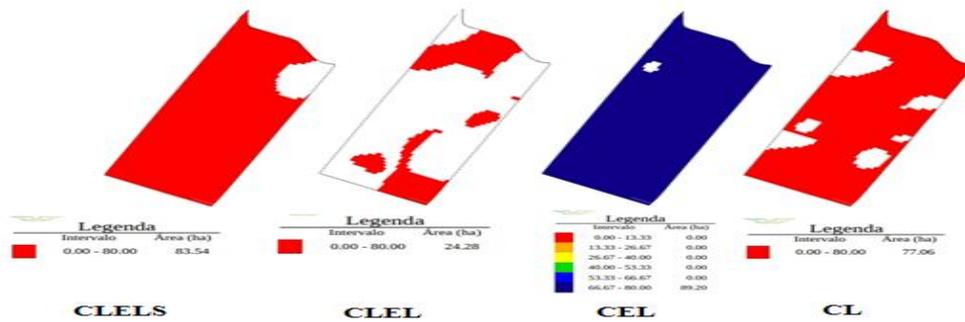


Figura 8. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação da adubação fosfatada para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o MAP.

Para a forma de CLELS, a área de aplicação foi de 83,54 ha com uma dose máxima de 80,00 kg ha⁻¹ e dose média de 80,00 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 6,68 toneladas (Tabela 2). Para a amostragem CLEL, a área de aplicação foi de 24,28 ha com uma dose máxima de 80,00 kg ha⁻¹ e dose média de 79,98 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 1,94 toneladas. Para a amostragem CEL, a área de aplicação foi de 89,20 ha com uma dose máxima de 80,00 kg ha⁻¹ e dose média de 80,00 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 7,14 toneladas. Para a amostragem CL, a área de aplicação foi de 77,06 ha com uma dose máxima de 80,00 kg ha⁻¹ e dose média de 80,00 kg ha⁻¹, levando a um consumo total de 6,17 toneladas.

Tabela 2. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de fósforo para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o MAP.

Tipo de coleta	Dose Máxima kg ha ⁻¹	Dose Média kg ha ⁻¹	Consumo Toneladas
CLELS	80	80	6,68
CLEL	80	79	1,94
CEL	80	80	7,14
CL	80	80	6,17

A dose máxima de MAP foi igual, porém a dose média e a área de aplicação variaram entre as diferentes formas de coleta, resultando em diferentes quantidades totais consumidas (Tabela 2). A forma de CLELS apresentou um consumo total de 6,68 toneladas de MAP. Já a forma de CLEL apresentou os valores mais baixos, diferindo muito das demais formas de coleta. A forma de CEL foi a que apresentou o maior consumo de MAP, o que se deve a uma possível subestimação dos teores de P no solo devido às adubações fosfatadas dos anos anteriores terem sido realizadas na linha de plantio. Nos sistemas de cultivos sucessivos,

quando as culturas precedentes são adubadas, os efeitos residuais dos fertilizantes fosfatados se fazem notar de forma expressiva (Silva et al, 2001).

4.3 Efeitos das formas de coleta do solo na determinação de K e na recomendação da adubação potássica.

Para os teores de potássio (K), não houve diferença entre os métodos de amostragem, sendo que todos apresentaram níveis classificados entre bom e muito bom (Figura 9), condizendo com os valores encontrados no convencional. Os altos níveis de K na área podem ser explicados devido ao uso contínuo de vinhaça, cama de frango e torta de filtro nos anos anteriores à instalação do experimento.

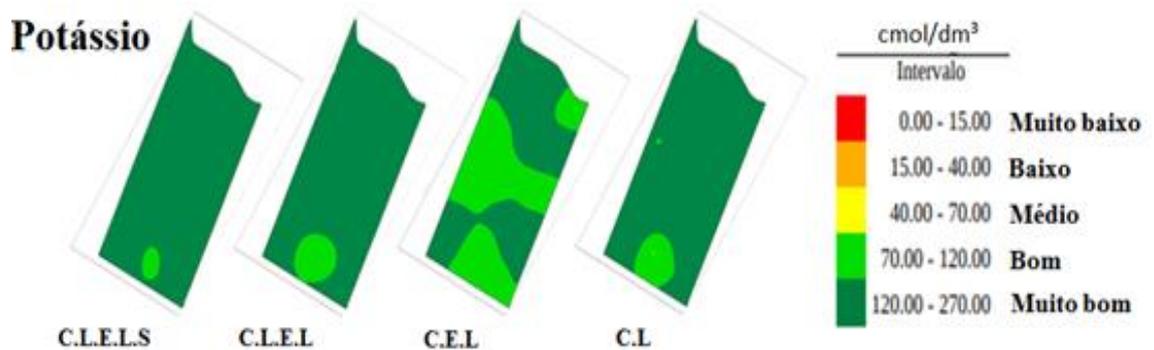


Figura 9. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na interpretação dos teores de potássio (K) no solo.

Não houve diferença nas doses de adubação do potássio nas diferentes formas de coleta, conforme pode ser observado na Figura 10.

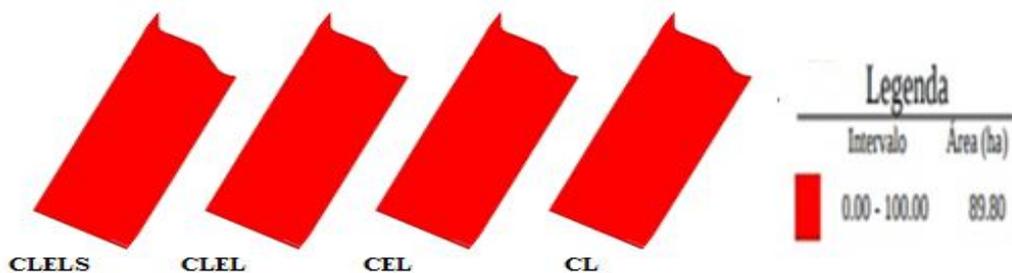


Figura 10. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação da adubação potássica para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o KCl.

A área de aplicação foi de 89,80 ha com uma dose máxima de 100,00 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl) e dose média de 100,00 kg ha⁻¹ de KCl, levando a um consumo

total de 8,98 toneladas para todas as formas de coleta analisadas (Tabela 3). O uso constante de resíduos a base de potássio como, a vinhaça e a cama de frango, fazem com que não haja diferença entre as formas de coleta.

Tabela 3. Efeito da forma de coleta do solo (CLELS - Coleta na linha e nas entre linhas; CLEL - Coleta na linha e na entre linha); CEL - Coleta na entre linha; CL - Coleta na linha) na recomendação de potássio para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se o KCl.

Tipo de coleta	Dose Máxima kg ha ⁻¹	Dose Média kg ha ⁻¹	Consumo Toneladas
CLELS	100	100	8,98
CLEL	100	100	8,98
CEL	100	100	8,98
CL	100	100	8,98

De maneira geral, a forma de CLEL apresentou os resultados mais distantes dos encontrados na amostra padrão, principalmente para Ca e P, tornando-a inadequada para descrever os teores de nutrientes no solo. As formas de CL e CEL podem levar a interpretações erradas dos teores de nutrientes no solo, devido às diferentes formas de aplicação e dos diferentes níveis de absorção desses nutrientes na linha e na entrelinha. A forma de CLELS apresentou valores próximos aos encontrados na análise padrão, o que reduz a possibilidade de super ou subestimação dos teores de Ca, Mg, P e K no solo, consequente culminando em valores intermediários de consumo de fertilizantes e corretivos.

5. CONCLUSÃO

Para as condições do presente trabalho, foi possível concluir que a forma de CLELS foi a que melhor representou os teores de nutrientes no solo, proporcionando uma recomendação mais equilibrada de Ca, Mg, P e K para a cultura da cana-de-açúcar, evitando superestimar ou subestimar as quantidades necessárias. Por existirem vários fatores que interferem na análise de solo como, o modo de aplicação dos insumos nos anos anteriores, fontes dos insumos, épocas de aplicação, entre outros, são necessários novos estudos para compreender e determinar qual é a forma mais efetiva de amostragem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, G. S. D.; Medina, C. D. C.; Porteira Junior, A. L.; Santos, L. O.; Cunha, A. C. B.; Kussaba, D. A. O.; & Santiago, A. D. (2015). Sistema radicular e produtividade de soqueiras de cana-de-açúcar sob diferentes quantidades de palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(12), 1150-1159.

ANCHIETA, L. **Amostragem de solo em agricultura de precisão: particularidades e recomendações**. 2012. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BERNARDI, A. C. C. et al. Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 205-221, 2015.

BOTTEGA, E. L. et al. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.19, 2013.

CAON, D. et al. Mapeamento de atributos químicos em diferentes densidades amostrais e influência na adubação e calagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB. v.17, n.6, p.629–639, 2013.

CARDOSO J. A. **Amostragem de solo na determinação da variabilidade dos atributos de fertilidade em áreas de reforma de cana-de-açúcar**, Goiatuba, GO. Universidade de Brasília-unb, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Programa de Pós-graduação em Agronomia. Brasília – DF. 94p, 2013.

CACERES, N. T. & FERREIRA, E. S. (1988). Influência da localização da amostragem nos resultados da análise de solo em soqueira de cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, v. 44, p. 27-31.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: cana- de-açúcar. **Safra 2019/20 - terceiro levantamento**. Brasília – DF, v.3, n.3, p.1 – 74, 2019.

COELHO, A. M. Amostragem de Solos: A base para aplicação de corretivos e fertilizantes. **Embrapa Milho e Sorgo**. 6° ed. 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. **EMBRAPA Informação Tecnológica**. Brasília – DF. 623p. 2009.

FLATMAN, G.T. & YFANTIS, A.A. (1984). **Geostatistical strategy for soil sampling: the survey and the census**. Environmental Monitoring and Assessment, v.4, p 335-349. Disponível em: <[http:// link.springer.com/article/10.1007%2F00394172](http://link.springer.com/article/10.1007%2F00394172)>. Acesso em: 26 mai 2020.

GREGO, C. R.; de Araujo, L. S.; Vicente, L. E.; Nogueira, S. F.; Magalhães, P. S. G.; Vicente, A. K.; & Bolfe, E. L. (2014). Agricultura de precisão em cana-de-açúcar. **Embrapa**

Territorial - Capítulo em livro científico (*ALICE*).

MALAVOLTA, E. (1992). ABC da análise de solo e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 124 p.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Principais conceitos expressões utilizados na agricultura de precisão – AP. **Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP)**. 2012.

MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.5, p.839-47, 2006.

PAULETTI, V. **Nutrientes**: teores e interpretações. Castro, 2004. 86 p.

RAIJ, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (1996). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. **Campinas: Instituto Agronômico**. p. 39. (Boletim Técnico, 100).

RESENDE, A. V. et al. Agricultura de precisão no Brasil: avanços e impactos no manejo e na conservação do solo, na sustentabilidade e na segurança alimentar. In: LEITE, L. F. C. et al. (Ed.). **Agricultura conservacionista no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa. p. 468-488, 2014.

RIBEIRO, A. C. et al. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5 Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p.1-322, 1999.

SANTOS, C. L. R.; Flores, R. A.; Leal, A. J. F. ; Maranhao, D. D. C. ; Baio, F. H. R. ; & Arruda, E. M. . Critérios para amostragem de solo. In: Flores, R. A.; Cunha, P. P. (Org.). **Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado**. 1ed.Goiânia: Gráfica UFG, 2016, v. 1, p. 107-124.

SILVA, C. S.; Silva-Filho, F. C.; Santos, A. D.; Coscione, A.; Vitti, A.; Boaretto, A.; & Carmo, C. (2009). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**.

SILVA, E. C.; Silva Filho, A. V.; & Alvarenga, M. A. R. (2001). Efeito residual da adubação efetuada no cultivo da batata sobre a produção do feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, 19(3), 312-315.

SOUSA, D. D., & LOBATO, E. (2004). Cerrado: correção do solo e adubação. **Planaltina: Embrapa Cerrados**. NATALE, W.; Prado, R. D. M.; Rozane, D. E.; & Romualdo, L. M. (2007). Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31(6), 1475-1485.

SOUZA, S. S. et al. Avaliação da fertilidade do solo por Agricultura de Precisão e Convencional. **Revista Agrogeambiental**, Pouso Alegre. v. 8, n. 1, p. 33-46, mar. 2016.

ÚNICA, União Agroindústria Canavieira Estado de São Paulo. **Estatística, produção de cana- de-açúcar**. 2016. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/historico-de-area-ibge.php>. Acesso em: 26/mai./2020.

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. (2002) Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cana-de-açúcar. Piracicaba: **Potafós**, 16p. (Boletim técnico 97).

WISSMAN, M. A. et al. Evolução do cultivo da cana-de-açúcar na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau. V.2, N.1, p. 95-117, 2014.