



APLICAÇÃO DA TORTA DE FILTRO COMO ADUBO EM CANAVIAIS

D. R. ALVES¹, M. G. ABDALLA², A. F. LIMA³

^{1,2,3} Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química, Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Bairro Universitário, CEP: 38055-500, Uberaba MG, Brasil.

Email: douglasramos.eng@outlook.com¹.

RESUMO – *A expansão do setor sucroalcooleiro aumenta gradativamente as áreas de plantio, assim como volumes de resíduos, como a torta de filtro, que podem ser utilizados na agricultura como fonte de nutrientes, reduzindo a contaminação ambiental e os custos com adubação. A torta de filtro é um composto basicamente orgânico, proveniente da filtração do caldo extraído das moendas, processadas em filtro rotativo a vácuo ou prensa, composto da mistura de bagaço moído da cana e lodo da decantação, originado do processo de tratamento de clarificação do caldo da cana-de-açúcar em decantadores (Almeida, 1944). A torta de filtro tem composição química variável e além de apresentar altos teores de matéria orgânica, contém muitos minerais importantes para o desenvolvimento da cana-de-açúcar como: fósforo, nitrogênio, cálcio e possui, ainda, teores consideráveis de potássio, fosforo e magnésio (Nunes Júnior, 2005). É uma alternativa promissora como matéria prima na complementação dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento de mudas de cana de açúcar. Pensando assim o intuito do proposto trabalho foi determinar os teores de macronutrientes NPK, na torta de filtro, que foram respectivamente 0,35% nitrogênio, 0,92% fosforo, 0,36% potássio e comparar analiticamente a qualidade de duas amostras de canas com mesmos fatores intrínsecos, com e sem dosagem de torta, cujas canas com dosagem tiveram um aumento de 0,63% na pureza, 1,43% na fibra e 1,58% no ATR (açúcar total recuperável).*

PALAVRAS-CHAVE: *Sucroalcooleiro. Decantadores. Macronutrientes.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, desta produção, destaca-se a região Sudeste do país com um enfoque maior no estado de São Paulo, que é responsável por 62,81% e com um aumento na sua produção em 77,8% na última década (ÚNICA, 2007).

Tendo em base que as indústrias canavieiras têm se expandido pelo extenso território brasileiro, vale ressaltar que é produzido sobre diferentes tipos de solos, obtendo diferentes tipos de cana-de-açúcar, o que influencia diretamente na composição das tortas de filtro, que são subprodutos da agroindústria de canaviais (ÚNICA, 2007). Nunes Junior (2008) descreveu que a



torta de filtro é um resíduo constituído da mistura de bagaço moído e de lodo da decantação, oriundo do processo de tratamento do caldo.

A agroindústria canavieira é produtora de grandes quantidades de resíduos orgânicos, que podem ser usados como fertilizantes, por virtude dos altos custos com fertilizantes minerais, como agentes condicionadores das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Cortez et., al. 1992).

Obtida através da extração da sacarose residual das borras na produção industrial de cana-de-açúcar, as tortas de filtro resultam da clarificação do caldo da borra, para isso é preciso à adição de produtos que auxiliam na floculação das impurezas, que pode aumentar o teor de alguns minerais como fósforo e cálcio, sendo que a maior parte do primeiro aparece de forma orgânica e de nitrogênio de forma proteica, o que garante uma lenta liberação desses elementos e alto aproveitamento das plantas (Almeida, 1944).

Cerca de 40 kg de torta são gerados a cada tonelada de cana moída (Korndörfer, 2003). Segundo Alvarenga e Queiroz (2008), a torta de filtro e a vinhaça são ótimos substituintes de alguns adubos químicos com um baixo custo, em torno de US\$ 60 por hectare. No entanto a vinhaça tem baixo pH, elevada corrosividade e altos índices de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) entre 20.000 a 35.000 mg/l (Silva, 2007).

Por muito tempo, a adubação da cana garantiu o fósforo apenas no plantio, acreditava-se que a cana não respondia a adubação com esse nutriente (Bittencourt et., al. 2006). Estudos futuros verificaram que cerca de 80% desses nutrientes estão contidos nos colmos. (Korndörfer, 2003) o maior teor de fósforo do solo reflete-se no caldo. Contudo a torta proveniente do desenvolvimento do açúcar contém fósforo nitrogênio, cálcio e até potássio que são absorvidos do solo pela planta (Nunes JR, 2005).

O fósforo é tido como um elemento essencial para as plantas e está presente em baixa quantidade nos solos brasileiros (Bastos et. al., 2008). Segundo (Korndorfer; Melo, 2009) os principais motivos da ausência de fósforo no solo se dão devido à ausência de matéria orgânica, tipo de argila, a capacidade de troca de cátions, o poder tampão, os teores de cálcio, ferro e alumínio e umidade que intervém na absorção das plantas. Esta condição conforme Benedito (2010) proporciona perda na saturação por bases, com aumento gradual na retenção de ânions, como fosfato, o sulfato, entre outros (Novais; Smyth, 1999).

Assim, acredita-se que a importância da torta de filtro no Brasil não resulta só do enorme volume gerado (30 a 40 kg por tonelada de cana moída), mas do percentual considerável de matéria orgânica e dos elementos essenciais às plantas que podem ser substituídos, mesmo que parcialmente, aos fertilizantes minerais (Nunes Júnior, 2008).

A adubação fosfatada traz benefícios no campo e na qualidade da cana-de-açúcar, influenciando a porcentagem aparente de sacarose presente no caldo da cana e na pureza do caldo (Neto et., al., 2009). Atendendo a exigência da indústria a qualidade da matéria-prima deve apresentar um conjunto de características, em específico o teor de sacarose e a fibra industrial (Moura et., al. 2005).

Além dos benefícios no campo, uma boa adubação fosfatada também é de grande importância na qualidade da cana-de-açúcar, influenciando a porcentagem aparente de sacarose contida no caldo da cana (pol%) e pureza de caldo (Simões Neto et al., 2009).

Considerando a importância da pesquisa para o bom desenvolvimento da cana de açúcar os autores do presente artigo propuseram para o presente artigo demonstrar por meio de

destilação, fotometria e espectrofotometria respectivamente o teor de nitrogênio fósforo e potássio - NPK na torta de filtro, e uma comparação na oscilação da qualidade de canas com mesmas propriedades, com e sem dosagem de torta de filtro em laboratório PCTS (Pagamento de Cana Teor de Sacarose), utilizando o manual do (CONSECANA, 2001).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados para a pesquisa amostras de torta de filtro e canas-de-açúcar, fornecidos pela CMAA - Companhia Mineira de Açúcar e Alcool, unidade Vale do Tijuco da safra 2017/2018. O método empregado para determinação de sílica foi o gravimétrico, baseado na pesagem do resíduo final de SiO_2 , adaptando-se o procedimento descrito por (Kolthoff; Sandell, 1967). Para a determinação do fósforo, foi realizado um estudo prévio da técnica preconizada por (Catani; Bataglia, 1968), optando-se pela marcha analítica descrita adiante. O método empregado para determinação de qualidade da cana foi o utilizado pelos laboratórios de pagamentos de cana (CONSECANA, 2001). Os demais métodos propostos foram adaptados a partir dos procedimentos oficiais indicados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola (EMBRAPA). Os equipamentos e materiais usados foram:

Micro Destilador Automático, TECNAL, TE-012; Fotômetro, DIGIMED DM-62; Refratômetro Digital, ANTOON PAAR, ABBEMAT; Espectrofotômetro HACH, 5000; Sacarímetro ANTOON PAAR, SUCROMAT; Micro-ondas ELECTROLUX, ME28G; Balança Analítica e Semi-analítica, OHAUS; Máquina Vibratória com Peneiras, GRANUTEST, AT-10; Prensa HIDRASEME, PHS-250; Banho Maria, MARCONI, MA17; Estufa Spencer, TECNAL, TE140; Bloco Digestor, TECNAL, TE0502; Forrageira, IRBI, DM-540; Betoneira, IRBI; pHmetro DIGIMED, DM-22; Mufla, FORNITEC; Dessecador; Dispensete Automático; Pipetas Volumétricas 1, 5, 10, 20, e 50 mL; Balões Volumétricos 50, 200 e 1000 mL; Béquer 50, 100, 200 e 600 mL; Erlenmeyer 125 mL; Tubo de ensaio; Espátulas.

2.1. Determinação de Potássio

Pesou-se 10 g de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) em um erlenmeyer, adicionou-se 50 mL de solução MELICH, posteriormente agitou-se durante 5 minutos e após a agitação, filtrou-se para um béquer utilizando papel de filtro. Calibrou-se o fotômetro de chamas com padrões de 0, 2, 4, 6, 8 e 10%, respectivamente e realizou-se a leitura do material filtrado livre de particulados.

2.1.1. Preparo da Solução MELICH

Transferiu-se para balão de 1000 mL que continha aproximadamente 100 mL de água uma alíquota de 4,3 mL de HCl e 0,7 mL de H_2SO_4 .

2.1.2. Preparo da Solução PADRÃO 1000 ppm de K

Pesou-se 19,079 g de cloreto de potássio, para balão de 1000 mL, para preparar uma solução de 1000 mg.L^{-1} de K, partindo-se de um KCl P.A. Transferiu-se 0, 2, 4, 6, 8, e 10 mL da solução padrão estoque para balões volumétricos de 50 mL. Adicionou-se 25 mL da solução MELICH e completar o volume com água destilada. Posteriormente realizaram-se os cálculos de regressão linear.

2.2. Determinação do Fósforo Total e Sílica.

2.2.1. Sílica

Pesou-se 0,50 g da torta seca e moída (peneira de 0,354 mm de diâmetro de malha), transferiu-se para cápsula de porcelana e incinerou-se a temperatura de 550°C durante 60 minutos. Retirou-se a amostra da mufla, e deixou-se esfriar, acrescentando-se 10 mL de solução de HCL (1:1). Colocou-se em banho de vapor até secar, e em seguida acrescentou-se 10 mL de HCL concentrado e deixou secar novamente. Acrescentou-se 20 mL de solução de HCL (1:9) e filtrou-se em papel de filtro Whatman n.º 1, para balão volumétrico de 200 mL, lavando a cápsula e papel de filtro com solução de HCL (1:19). Transferiu-se o papel de filtro contendo o resíduo para cadinho de porcelana, previamente tarado, e incinerou-se a 850°C durante 60 minutos. Retirou-se da mufla, deixando esfriar em dessecador, e finalmente pesou-se. O peso do resíduo (em miligramas), multiplicado por 0,2, forneceu-se a porcentagem de sílica (SiO_2) na torta analisada.

2.2.2. Fósforo Total

Completo-se o volume da solução do balão volumétrico com água destilada, homogeneizou-se, retirou-se alíquota de 5,0 mL, e procedeu conforme descrito no **item (2.2.2.1.)** no preparo da curva padrão para determinação do fósforo. Substitui o valor da leitura obtida na equação de regressão linear e calculou-se a concentração de fósforo total na torta analisada.

2.2.2.1. Estabelecimento da curva padrão para a determinação do fósforo.

Transferiu-se 0,25; 0,50; 1,00; 2,00; e 3,00 mL da solução 0,001 N de KH_2PO_4 para balões volumétricos de 50 mL, reservou-se um deles para a prova em branco, isenta de fósforo. Acrescentou-se água destilada até obter-se um volume de mais ou menos 25 mL em cada balão. Neutralizou-se usando solução aquosa de NH_3 (1:1) e fenolftaleína como indicador (2 gotas). A seguir acrescentou-se 10 mL do reativo sulfo-bismuto-molíbico e 1 mL de solução de ácido ascórbico a 3%. Agitou-se após a adição de cada reativo. Completo-se o volume com água destilada, e após 15 minutos procedeu-se a leitura em espectrofotômetro a 645 nanômetros, contra a prova em branco. Com as leituras obtidas, calculou-se a equação de regressão linear (Gomes, 1963).

2.3. Determinação de Nitrogênio Total (Método de Raney)

Transferiu-se para erlenmeyer de 125 mL, 50 mL de ácido bórico 2%. Juntou-se de 2 a 4 gotas de vermelho de metila 0,5%. Colocou-se o erlenmeyer no destilador com a ponta do condensador imersa na solução de ácido bórico 2%. Pesamos 0,5 g a amostra de fertilizantes a ser analisada para o tubo de destilação. Adicionou-se 0,7 g de Liga de Raney e 20 mL de H₂SO₄ (1:1). Colocou-se o tubo no digestor e ferveu-se até o desprendimento de densos fumos brancos do ácido sulfúrico, tornarem o frasco límpido. Agitou-se. Continuou-se a digestão até secar. Esfriou-se. Colocou-se 50 mL de água destilada no tubo. Adicionou-se 30 mL de NaOH 45%, sem agitar. Conectou-se o tubo no destilador de Nitrogênio. Manteve-se o aquecimento até se obter um volume de 100 mL de material destilado. Retirou-se o erlenmeyer e titulou-se com HCL 0,1 mol/L, anotou-se o volume gasto e realizaram-se os cálculos.

2.4. Determinação da Qualidade de Cana-de-açúcar

Amostrou-se uma cana com a mesma variedade, com sete toletes de cana cada amostra, com e sem dosagem de torta de filtro, posteriormente desintegrou-se a amostra em forrageira, com rotação de 2500 rpm e 1,2 mm de espaçamento. Homogeneizou-se a amostra em betoneiras limpas e secas. Pesou-se 500 g de cada amostra. Prensou-se à 250 kgf/cm², durante 60 segundos. Retirou-se o PBU (Peso do Bolo Úmido) e pesou-se o mesmo. Determinou-se o °BRIX em refratômetro. Clarificou-se o caldo com OCTAPOL, e determinou-se a POL, em sacarímetro, com princípio de luz polarizada. Realizaram-se os cálculos para determinações de qualidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizados para ensaios analíticos de macro nutrientes NPK, amostras via seca de torta de filtro prensa, compostas durante oito dias. E para a comparação de qualidade de matéria prima, duas amostras de canas-de-açúcar de mesma variedade, cedidas pela CMAA - Companhia Mineira de Açúcar e Álcool, da safra 2017/2018. Todas as análises foram realizadas em triplicatas, utilizando o valor de média aritmética para os resultados. A **Tabela (1)** apresenta a composição química de NPK, que são os macronutrientes necessários para cana se desenvolver.

Tabela 1 - Resultado analítico de torta de filtro prensa com amostras via seca.

Amostras	Teor
Nitrogênio (%)	0,35
Fósforo (%)	0,92
Potássio (%)	0,36
Sílica (%)	6,18
Umidade (%)	71,5

Fonte: Acervo dos autores (2017).

A torta de filtro **figura (1)** é produzida na ordem de 2,5 a 3,5 % de cana moída, e apresenta umidade elevada que foi de 72% na amostra analisada, teor de matéria orgânica, fósforo, cálcio, magnésio e nitrogênio (Ripoli, 2004).

figura 1 - Torta de filtro enviada para canaviais.

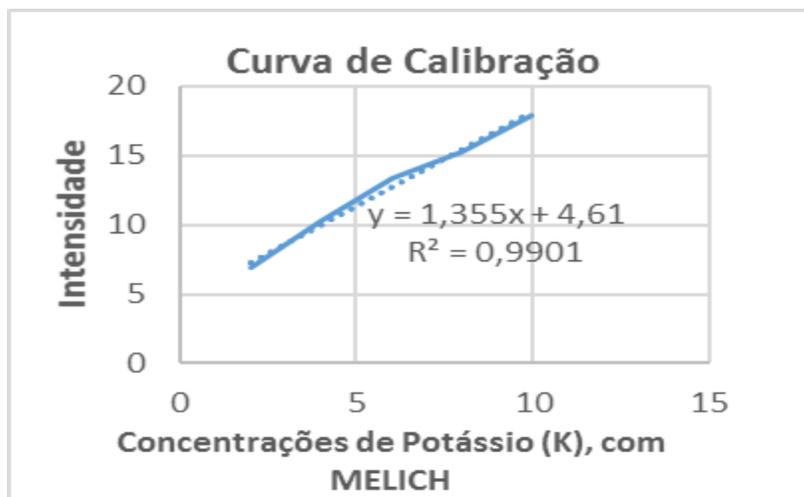


Fonte: Acervo dos autores (2017).

O nitrogênio é um macronutriente muito requerido durante o ciclo de produção da cana-de-açúcar, seja no estabelecimento inicial da cultura, na fase vegetativa, formação de sistema radicular, maior durabilidade e manutenção da soqueira ou produção de colmos. O teor de nitrogênio encontrado na composição via seca da amostra estudada foi de 0,35%, concentração relativamente baixa comparados com teores presentes nos fertilizantes. No entanto, a resposta da cana ao nitrogênio é pequena e normalmente ocorre em doses baixas (Franco et., al. 2010). Com a falta de nitrogênio as folhas da cana-de-açúcar ficam mais velhas, tendem a ficar amareladas e a planta perde a cor verde devido à falta de clorofila (Ripoli, 2004).

O potássio é essencial para o crescimento e responsável pelo equilíbrio de água na cana-de-açúcar. Atua no tamanho e na qualidade dos frutos e na resistência a doenças. Para determinação do potássio na torta realizou-se padrões de potássio como descrito na **metodologia (2.1.2)**; com adição de solução extratora MELICH, e posteriormente através de cálculo de regressão linear, **figura (2)**, utilizou-se fotômetro de chamas MICRONAL B462 e encontrou-se um teor de 0,36% de potássio na torta, valor também relativamente baixo, necessitando de complementação com fertilizantes industrializados nas áreas de dosagem.

Figura 2 - Curva de calibração, para determinação de potássio, em fotômetro MICRONAL B462.



Fonte: Acervo dos autores (2017).

No entanto sem uma dosagem mínima de potássio como o encontrado na torta a cana-de-açúcar fica propensa a quedas no rendimento, diminuição dos açúcares totais recuperáveis, na qualidade física e na resistência às pragas. (Penatti, 1989). Os resultados obtidos pela curva de calibração foram precisos, cujo r^2 de determinação foi de 0,9901.

Já o fósforo é associado com a complexa transformação da energia na planta e com a regulação da síntese das proteínas. Quando adicionado ao solo, promove o crescimento das raízes e a resistência ao frio, auxilia o perfilhamento e acelera a maturação. (Santos, 2009). Para determinação do fósforo na torta de filtro realizamos padrões de fósforo como descrito na **metodologia (2.2.2.1)**; com adição de solução extratora sulfo-bismuto-molbídica, e posteriormente através de regressão linear, utilizando espectrofotômetro, encontramos um valor de 0,92% de fósforo na torta de filtro.

O fósforo, por sua vez, é o nutriente que as plantas requerem em menor quantidade, apesar disso, é um dos elementos aplicados em maiores quantidades nos solos brasileiros, devido à sua baixa disponibilidade natural e grande afinidade da fração mineral do solo por este elemento, o que se torna um dos fatores mais limitantes da produção em solos tropicais. Com isso, a adubação fosfatada é imprescindível para a otimização da produção de diversas culturas, inclusive a cana-de-açúcar. (Bastos et. al., 2008).

A torta deve ser priorizada para os solos arenosos, com baixa matéria orgânica. É importante salientar que a torta não contém todos os nutrientes necessários para a cana-de-açúcar, portanto, é importante avaliar uma complementação mineral. (Duruoha, 2001),

Como observado na **tabela (1)**, a torta, possui caráter nutritivo, pensando nisso, realizou-se análises de comparação para parâmetros de qualidade em cana-de-açúcar de mesma variedade com e sem dosagem de torta de filtro.

Tabela 2 - Resultados analíticos, de cana-de-açúcar com e sem dosagem de torta de filtro.

Análises	Com Aplicação	Sem Aplicação
Pureza (%)	86,25	85,71
ATR (Kg/T)	136,39	134,26
Fibra (%)	10,61	10,46
Umidade (%)	77,8	77,4

Fonte: Acervo dos autores (2017).

As análises foram realizadas no laboratório de Sacarose da (CMAA). Todos os equipamentos estavam devidamente calibrados seguindo os manuais do (CONSECANA, 2001).

Os principais fatores relacionados à qualidade da cana-de-açúcar são POL (Sacarose Aparente), pureza, ATR (Açúcares Totais Recuperáveis) na cana, teor de açúcares redutores, porcentagem de fibra, tempo de queima e corte, sendo que as canas utilizadas para comparação analítica foram retiradas do campo e encaminhadas diretamente para laboratório analítico de pagamento de cana, excluindo erros analíticos provocados por queima e tempo de corte.

Como pode ser observada na **tabela (2)**, a dosagem de torta de filtro em um período acima de cinco meses de aplicação, teve caráter positivo em uma cana com a mesma variedade, ou seja, com os mesmos fatores intrínsecos sendo estes afetados de acordo com, variações de clima (temperatura, umidade relativa do ar, chuva), solo e tratos culturais.

A pureza teve um aumento de 0,63% com a dosagem de torta de filtro, cuja pureza é determinada pela **equação (1)**, quanto maior a pureza da cana, melhor a qualidade da matéria-prima para recuperação de açúcares e aproveitamento industrial. (Ripoli, 2004) É necessário salientar que todas as substâncias que apresentam atividade óptica podem interferir na leitura POL, como açúcares redutores (glicose e frutose), polissacarídeos e algumas proteínas. (Ripoli, 2004)

$$Pureza = \frac{POL}{\text{°BRIX}} \times 100 \quad (1)$$

O ATR (Açúcares Totais Recuperáveis), também teve um aumento significativo de 1,58% com a dosagem de torta de filtro, ou seja, um aumento de 2,13 kg/Ton de açúcares totais recuperáveis, sendo este o fator principal para determinação em indústrias sucroalcooleiras, pois o ATR representa a qualidade da cana, ou seja, a capacidade de ser convertida em açúcar ou álcool através dos coeficientes de transformação, utilizando balanços de massas de cada unidade produtiva. (EMBRAPA, 2009)

O ATR é determinado pela **equação (2)**. A concentração de açúcares na cana varia, em geral, dentro da faixa de 13 a 17,5%. Estudos realizados pela EMBRAPA (2009) mostram que nas primeiras 14 horas de deterioração da cana, 93% das perdas de sacarose foram devidas à ação

de microrganismos, 5,7% por reações enzimáticas e 1,3% por reações químicas, resultantes da acidez.

$$ATR = (9,5623 \times PC) + (9,05 \times AR) \quad (2)$$

Na qual:

- **PC:** Pol Caldo;
- **AR:** Açúcares Redutores.

O ATR é utilizado para efetuar o pagamento aos fornecedores de cana, por exemplo, uma usina amostra a cana antes da recepção na indústria para avaliar a qualidade e, a partir dessa informação, determinar o pagamento. (Ripoli, 2009)

A qualidade da matéria-prima é definida como o conjunto de características que a cana-de-açúcar deve apresentar, atendendo às exigências da indústria, por ocasião do processamento, em especial o teor de sacarose e a fibra industrial (Moura et., al, 2005). Cujas fibras são determinadas pela **equação (3)** abaixo:

$$Fibra = (0,08 \times PBU) + 0,876 \quad (3)$$

Na qual:

- **PBU:** Peso do Bolo Úmido, retirado da prensa hidráulica.

Contudo é importante salientar que canas muito ricas de açúcares e com baixa porcentagem de fibras estão mais sujeitas a danos físicos e ataque de pragas e microrganismos, sendo assim nossos resultados analíticos foram bem-sucedidos, pois a cana mais rica em açúcares, ou seja, que teve a dosagem de torta de filtro teve um aumento de 1,43% na fibra como pode ser observado **na tabela (2)**, sendo que a fibra reflete diretamente na eficiência da extração da moenda ou difusor, ou seja, quanto mais alta a fibra da cana, menor será a eficiência de extração. Por outro lado, é necessário considerar que variedades de cana com baixos teores de fibra são mais susceptíveis a danos mecânicos ocasionados no corte e transporte, o que favorece a contaminação e as perdas na indústria.

4. CONCLUSÃO

Os resultados analíticos da torta de filtro demonstraram baixos teores de nitrogênio, fósforo e potássio, que são macronutrientes essenciais para cana se desenvolver, demonstrou alto teor de umidade que favorece o crescimento das mudas em épocas de estiagem e pH equilibrado, se comparado com a vinhaça que segundo Silva (2007) tem pH baixo, prejudicial ao solo. Com os resultados demonstrados dos macronutrientes, dosados na cana-de-açúcar, teve-se um aumento significativo no ATR (Açúcares Totais Recuperáveis) de 0,63%, cujo ATR é o principal fator de

qualidade da cana-de-açúcar. Portanto a aplicação da torta de filtro reflete diretamente na qualidade da cana-de-açúcar, no entanto é importante salientar que a torta não contém todos os nutrientes necessários para que ela possa se desenvolver, sendo necessário avaliar uma complementação mineral.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço a CMAA - Usina Vale do Tijuco, juntamente com minha Coordenadora Química, portadora do CRQ-MG 04200580, e o suporte dado pelo Coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento Agronomia, portador do CREA-MG 136255D.

6. REFERÊNCIAS

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. *Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente*. Piracicaba: Barros & Marques Ed. Eletrônica, 2004. 302 p.

ALVARENGA, R.P.; QUEIROZ, T.R. Caracterização dos aspectos e impactos econômicos, sociais e ambientais do setor sucroalcooleiro Paulista. In: Congresso Da Sociedade Brasileira De Economia, Administração E Sociologia Rural, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco, 2008. p.21.

PENATTI, C.P. BONI, P.S. Efeito da torta de filtro na cana planta e cana soca. Centro de Tecnologia Copersucar. Relatório Técnico. 7 pg. Piracicaba-SP. 1989 A.

KORNDÖRFER, G.H. Resposta da cultura da cana-de-açúcar à adubação fosfatada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.102, p.7, jun. 2003.

MEDEIROS, S.C.L. **Efeito da adubação fosfatada em plantio e em soqueiras de cana-de-açúcar**. [S.l.: s.n.], 1988.

MEDEIROS, S.C.L.; RIBEIRO, S.R.; CONEGLIAN, C.M.R. Impactos da agroindústria canavieira sobre o meio ambiente. In: Fórum De Estudos Contábeis, 3., 2003, Limeira. **Anais...** Limeira, 2003. p.7.

NUNES JÚNIOR, D. O insumo torta de filtro. **IDEA News**, Ribeirão Preto, 2005.

NUNES JÚNIOR, D. A redução da adubação e a produtividade. **STAB**, Piracicaba, v.17, n.3, p.16, 1999.

MEDEIROS, S.C.L. **Efeito da adubação fosfatada em plantio e em soqueiras de cana-de-açúcar**. [S.l.: s.n.],1988.

KORNDORFER, G.H. PRIMAVESI, O. DEUBER, R. Crescimento e distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo latossolo vermelho amarelo. Boletim técnico 47. Centro de tecnologia copersucar. Piracicaba, p.8, 1989.

SIMÕES NETO, D. E.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, F. J.; FREIRE, M. B. G. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; ROCHA, A. T. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.840-848, 2009.