

QUEIMA DO CANAVIAL: ASPECTOS SOBRE A BIOMASSA VEGETAL, FERTILIDADE DO SOLO E EMISSÃO DE CO₂ PARA ATMOSFERA

BURNING OF THE SUGARCANE CROP: BIOMASS ASPECTS, SOIL FERTILITY AND CO₂ EMISSION IN ATMOSPHERE

Tadeu Alcides MARQUES¹; Carlos Guilherme SASSO²; Agnaldo Massao SATO²; Gustavo Maia SOUZA¹

1. Professor, Doutor, Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Faculdade de Ciências Agrárias, Presidente Prudente, SP., Brasil. tmarques@unoeste.br; 2. Mestrando em Produção Vegetal, Universidade do Oeste Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias, Presidente Prudente, SP., Brasil.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar se as mudanças que ocorrem no solo, na planta e na atmosfera após a prática da queimada são significativamente detectadas. Para tanto, foram coletadas amostras de solo e da planta em duas situações (tratamentos) pré e pós-queima. As áreas foram padronizadas e referenciadas como talhões, cinco foram os talhões usados para cada tratamento (repetições). Para cada talhão foram realizadas cinco amostras. Estimou-se a emissão de CO₂ utilizando as reduções de folhas, ponteiros e colmos proporcionadas pela queima, nos tratamentos. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) com o teste de comparação de médias Scott-Knott ($p < 0,05$) e estudados por análise de componentes principais (PCA). Com relação à comparação da pré e da pós-queima, as variáveis de biomassa (folhas, ponteiros, colmos) apresentaram diferenças estatísticas. Entretanto, as variáveis % de MS do ponteiro (%ponteiro) e brix corrigido não apresentaram diferenças quando comparadas a pré e a pós-queima. O resultado do cálculo da quantidade de CO₂ emitida pela queima das folhas foi de 3,89 Mg ha⁻¹ (toneladas por hectare) e devido à queima dos ponteiros mais 0,92 Mg ha⁻¹ de CO₂ foram lançadas na atmosfera, totalizando 4,81 Mg ha⁻¹ de CO₂ totais. Os dados referentes ao Mn, Cu e B apresentaram diferenças estatísticas de teores quando comparados antes e após a queima. Na análise multivariada houve uma divisão clara entre os dados da pré e pós-queima, influenciados pela biomassa vegetal. O trabalho concluiu que a queima da cana promove redução de folhas, ponteiros e colmos em 92,48%, 33,52% e 30,70% respectivamente. No solo ocorreu redução de manganês em 21,04%, de cobre em 19,32% e de boro em 30,56%. Na atmosfera ocorre emissão de 4,8 Mg ha⁻¹ de CO₂, provenientes da queima de 10,41 Mg de biomassa vegetal.

PALAVRAS-CHAVE: Emissão de CO₂, *Saccharum* ssp.

INTRODUÇÃO

A crescente evolução do setor sucroalcooleiro no país ocorre devido à crescente demanda de utilização dos combustíveis renováveis (etanol) e produção de alimento (açúcar) de modo economicamente competitivo e ambientalmente sustentável. A cultura da cana-de-açúcar, devido aos elevados valores resultantes de sua comercialização e pelo número de empregos diretos e indiretos que gera, possui grande importância na agricultura mundial, sendo umas das espécies mais cultivadas no mundo, atingindo mais de 80 países. A produção nacional de cana-de-açúcar no ciclo 2006/07 está estimada em 471,2 milhões de toneladas (Mg) cultivadas em 6,2 milhões de hectares. Esse volume supera em 9,2% a colheita passada, de 431,4 milhões de toneladas, e mantém a safra 2006/2007 como a maior da história do país. Os estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste são os maiores produtores de cana, responsáveis por 86,3% da colheita no país. O estado de São Paulo é o maior produtor, com 282,1 milhões de toneladas (Mg) ou

59,9%, em uma área de 3,3 milhões de hectares (BRASIL, 2006).

Os maiores desafios da humanidade no século 21 serão a ampliação da produção de alimentos e fibras, a obtenção de um ambiente mais limpo e saudável e o desenvolvimento de novas fontes renováveis de energia e produtos químicos. Nesse aspecto, a cana-de-açúcar ressalta suas interessantes características, pois atualmente tem-se desenvolvido pesquisas para a produção de plásticos biodegradáveis de cana, produção de levedura seca para a alimentação humana e animal, e produção do etanol combustível, que teve sua produção em larga escala iniciada na década de 70, quando o preço do petróleo atingiu patamar considerado elevado para a época (US\$ 11,40). O Brasil, que na época importava ao redor de 80% de seu consumo, foi obrigado a procurar alternativas, criando então o PROALCOOL, programa nacional do álcool combustível, chegando no início da década de 80 com 99% da frota automotiva movida exclusivamente à álcool, contudo fatores políticos internos e externos levaram o programa ao fracasso

quase total, sendo reabilitado atualmente graças a tecnologia nacional dos motores flex, a elevação do preço do petróleo (US\$ 68,87) e escassez do mesmo e aos problemas ambientais gerados pelo uso dos combustíveis fósseis, colocando-se como alternativa atual de maior viabilidade aos combustíveis fósseis (ORTOLAN, 2006).

A queima do canavial antes da colheita é uma prática usual no Brasil, pois facilita o corte manual evitando que as palhas secas e as folhas verdes atrapalhem a operação, eliminando também animais vertebrados e insetos. Contudo, o corte mecanizado dispensa esta etapa de queima, visto que as máquinas podem executar a colheita com a cana em seu estado natural (DELGADO; CESAR, 1977).

A cana-de-açúcar apresenta diversas funções na indústria, devido à fartura de produtos e subprodutos que dela são derivados. Baseado nesse aspecto, é que se tem noção prévia da sua importância atual, e de como esta importância pode elevar. A cana-de-açúcar é versátil, sendo uma espécie de Poaceae, cujo potencial, variado e complexo, ainda pode ser muito explorado. A cana é, em si mesma, uma usina de enorme eficiência, pois cada tonelada tem um potencial energético equivalente ao de 1,2 barris de petróleo. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, seguido por Índia e Austrália. Em média 55% da cana brasileira é transformada em álcool e 45% em açúcar. Plantada, a cana demora de um ano a um ano e meio para ser colhida e processada pela primeira vez. A mesma cana pode ser colhida até dez vezes, em ambiente de produção "A", mas a cada ciclo devem ser feitos investimentos significativos para manter a produtividade. A cana colabora com as centrais energéticas existentes no Brasil, sendo que 128 destas centrais energéticas estão em São Paulo e muitas delas já utilizam a energia elétrica proveniente da queima do bagaço da cana. São as usinas e destilarias que processam a biomassa proveniente da cana-de-açúcar e que alimentam um círculo virtuoso, pois produzem açúcar como alimento, energia elétrica proveniente da queima do bagaço nas caldeiras, álcool hidratado para movimentar veículos e álcool anidro para melhorar o desempenho energético e ambiental da gasolina (RIPOLI; RIPOLI, 2004).

Da cana-de-açúcar, além dos produtos principais, tem-se ainda a torta de filtro, sobras de bagaço, fermento (levedura), vinhaça, palha, cinzas da caldeira, CO₂ e melaço. (MARQUES et al., 2001; CANÇADO, 2003).

Historicamente, os processos de avaliação de impacto ambiental (AIA) surgiram durante o pós-

guerra nos Estados Unidos e Europa, para subsidiar a tomada de decisões, dentro da sistemática de análise de "custo/benefício", nos programas de desenvolvimento. Assim, os processos de avaliação de impacto ambiental devem ser considerados como um elemento a mais na análise de "custo/benefício" de um determinado empreendimento, inserido num contexto regional e geográfico. Por essas razões, tecnicamente e cientificamente, entende-se por impacto ambiental a soma dos impactos ecológicos e dos impactos sócio-econômicos (ZANCUL, 1998). A cana-de-açúcar, apesar de ter balanço de CO₂ positivo, é responsável por cerca de 98% das emissões de gases provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil (LIMA et al., 1999). A queimada do canavial, segundo Campos (2003), libera para atmosfera grandes quantidades dos gases CO₂, N₂O e CH₄, que contribuem para o efeito estufa e chuva ácida (AIRES; KIRCHHOFF, 2001) e estes são alguns dos problemas ambientais sérios na atualidade. A adoção de sistema sem queima do canavial torna ainda mais positivo o balanço do CO₂, uma vez que o carbono que seria emitido imediatamente durante a queimada, pode permanecer no sistema e ser incorporado ao solo, favorecendo os microrganismos, reduzindo assim o impacto ambiental.

Nesse sentido, a colheita mecanizada da cana-de-açúcar representa um potencial mitigador das emissões de gases, pois o carbono que seria emitido na queima do canavial, ficaria retido na palhada e no solo, permitindo que a cultura que ocupa enorme área agrícola no Brasil, possa contribuir para a diminuição do efeito estufa (CAMPOS, 2003).

As temperaturas do ar e do solo são variáveis importantes do agroecossistema. No caso da cana-de-açúcar, elas afetam o desenvolvimento da planta, a maturação e uma série de processos fisiológicos, bem como processos bioquímicos do solo. Com a queimada da cana-de-açúcar, o solo sofre um aquecimento considerável, destruindo boa parte da matéria orgânica superficial, deixando-o exposto ao impacto das chuvas. Durante a queima de um canavial, a temperatura chega à cerca de 160 a 200 °C nas camadas mais superficiais, o que ocasiona no solo a perda por volatilização de nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cana-de-açúcar, como o P, S e o N entre outros (RIPOLI; RIPOLI, 2004). Segundo os mesmos autores, no que diz respeito ao efeito da temperatura de queima sobre o solo, os dados demonstraram que a atividade microbiológica, em solos com cana-de-açúcar, não é afetada diretamente pela queima, ou seja, pela ação das altas temperaturas. A prática de

queima do palhiço, ano após ano, concorre para redução do teor de matéria orgânica e assim, indiretamente, tem afetado a microbiota do solo e, além disso, nutrientes como N é parcialmente perdido pela volatilização, enquanto que P, S tem suas frações diminuídas.

Para Mattos (2002), freqüentemente as queimadas na cultura da cana-de-açúcar matam animais e plantas, promovendo o desequilíbrio ecológico e invadem áreas de nascentes circundadas por mata ciliar. Segundo Mattos (2002), durante a queima de canaviais diversos animais, como insetos, aves, répteis e mamíferos, não conseguem escapar do fogo e acabam morrendo queimados.

Conforme afirmam Reichardt e Timm (2002), a colheita da cana crua contribui de maneira eficiente para a melhoria da fertilidade do solo, uma vez que a produção da palhada corresponde de 10 a 30 Mg ha⁻¹ de matéria seca, sendo composta principalmente de nitrogênio e enxofre, que seriam lançados para a atmosfera, principalmente sob a forma de óxidos com a queima do canavial. Estes nutrientes são disponibilizados lentamente para as plantas, após o ataque de microrganismos. Entretanto, segundo Ripoli e Ripoli (2004), do ponto de vista agrônômico, as máquinas colhedoras causam a compactação do solo e perda da matéria prima, além de serem grandes consumidoras de óleo diesel, chegando em alguns lugares ao consumo de meio quilometro por litro de diesel consumido.

Segundo Ripoli e Ripoli (2004) até o início da década de 50, os canaviais eram colhidos manualmente e sem queima prévia, com a introdução de máquinas carregadoras e com o objetivo de aumentar a capacidade do corte manual, introduziu-se a queima, existente até os dias de hoje. Com o conhecimento dos problemas ambientais que essa prática ocasiona, algumas regiões canavieiras tem imposto legislação específica com o intuito de evitar ou permitir, sob certas condições, o uso do fogo em canaviais. Para o Estado de São Paulo a Lei que está prevalecendo é a n° 11.241 de 19/09/2004, assinada pelo então Governador Geraldo Alckmin, que relata:

-No ano de 2021, 100% da área que pode ser cortada mecanicamente, com declividade até 12%, terá a eliminação total da queima.

-No ano de 2031, 100% da área canavieira do estado de São Paulo deverá ser colhida sem a prática da queimada, contudo em junho de 2007 foi firmado um protocolo de intenções entre a União da Agroindustria Canavieira de São Paulo (UNICA) e o governo de São Paulo, antecipando a eliminação da queimada de cana de 2021 para 2014, em terrenos com declividade até 12% e forçando que

em 2010 o percentual de cana não queimada passe de 50% para 70% da área, e o mesmo protocolo antecipa para 2017 ao contrário de 2031 a eliminação completa da pratica de queima do canavial, sendo que o referido protocolo prevê também a não permissão da queima de cana nas áreas de expansão.

Para a incorporação de máquinas colhedoras, é importante levar em consideração a topografia da região. Com a colheita mecanizada, a palhada formada por folhas secas, ponteiros e folhas verdes pode permanecer depositada no solo e agir de maneira positiva na proteção, conservação e recuperação do mesmo. Além disso, essa cobertura pode favorecer o desenvolvimento do microclima nestas áreas, uma vez que não existirão alterações bruscas de temperatura e da umidade do solo. Esta condição pode favorecer o desenvolvimento de uma comunidade biológica que atuará na decomposição da palhada e, assim, melhorando o aproveitamento dos nutrientes (CAMPOS, 2003).

Devido à versatilidade citada na cultura da cana-de-açúcar e a sua importância de ordem mundial, é importante conhecê-la de uma forma científica em diversos âmbitos, inclusive no âmbito técnico-ambiental, onde se verifica que a prática da colheita com queima, emite para o ar atmosférico grandes quantidades de gases que contribuem não só para o efeito estufa, mas também para a chuva ácida e a inversão térmica, que por sua vez são fenômenos responsáveis por problemas respiratórios nos moradores, principalmente de crianças, em cidades que apresentam grandes áreas com o plantio da cana-de-açúcar. No entanto, a substituição da força de trabalho manual pelas máquinas colhedoras de cana-de-açúcar tem aspectos opostos de avaliação, ou seja, enquanto pode provocar desemprego para uma classe de trabalhadores menos preparados, pode também proporcionar uma melhora ambiental e redução de poluição na cultura da cana-de-açúcar. Neste sentido, o presente trabalho visa avaliar se as mudanças que ocorrem no solo, na planta e na atmosfera após a prática da queimada são significativamente detectadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em áreas canavieiras na região noroeste do Estado do Paraná sendo padronizados os ambientes de produção, ou seja, o tipo de solo, o ano de corte, a variedade da cana-de-açúcar e os tratos culturais. As áreas escolhidas situam-se na fazenda Três Irmãos, pertencente ao município de Itaúna do Sul. O tamanho da área experimental foi de 99,4 ha,

dividida em 5 talhões de 19,8 ha. Nestas áreas foram coletados os dados que originaram cinco amostras. Foram coletadas cinco amostras, ao acaso, do solo por talhão, com 0,2 m de profundidade, retiradas nas linhas de plantio, demarcadas com o GPS (Sistema de Posição Global) e devidamente estaqueadas, logo antes e imediatamente após a queima, resultando em 50 amostras de solo no total. O uso do GPS foi para agilizar a localização da área, visto que após a queima o reconhecimento visual fica muito difícil e as estacas evita que a amostragem ocorresse no solo anteriormente revolvido. A análise do solo foi realizada segundo Malavolta et al. (1997).

A coleta da cana-de-açúcar foi efetuada em 25 pontos antes e imediatamente depois da queima do canavial, sendo cinco pontos em cada talhão. Após a coleta, as canas foram picadas em um desintegrador forrageiro e embaladas em sacos plásticos e devidamente etiquetadas e congeladas, para futura análise nos laboratórios da UNOESTE, segundo Fernandes (2003). Da mesma forma que na coleta das amostras de solo, também as áreas da coleta da cana-de-açúcar tiveram suas coordenadas devidamente anotadas com a utilização de GPS e estacas, para realização de nova amostragem após a queima do talhão.

Nas amostras de cana-de-açúcar foram analisados os teores de sólidos solúveis (Brix) e teor de matéria seca, particionada em folha, colmo e ponteiro. A quantidade de CO₂ emitida foi calculada segundo Ripoli e Ripoli (2004):

$$\frac{\Delta x * (1 - U) * C * 44}{12}$$

Tabela 1. Dados referente à as folhas, ponteiros, colmos, em quilogramas, % das folhas, % dos ponteiros e teor de Brix no pré e pós-queima. Valores médios seguidos por diferentes letras sobre-escritas indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Talhão	Folhas Ponteiro Colmos Total				%Folhas	%Ponteiro	Brix _{corrigido}
	(kg)						
Pré-queima	50,84 ^A	191,88 ^A	480,12 ^A	722,84 ^A	7,13 ^A	27,81	20,73
Pós-queima	3,82 ^B	127,56 ^B	332,72 ^B	464,10 ^B	0,89 ^B	28,19	21,16
CV%	14,30	12,41	18,75	17,37	16,24	5,99	6,40

Com os dados da Tabela 1, pode-se calcular que a quantidade de CO₂ emitida pela queima das folhas foi de 3,89 Mg ha⁻¹. Devido a queima dos ponteiros mais 0,92 Mg ha⁻¹ de CO₂ foram lançadas na atmosfera, totalizando, portanto, 4,81 Mg ha⁻¹ de CO₂ total, além deste fator, pode-se calcular também que pela eliminação da queima seriam armazenados

Sendo que Δx é a diferença de massa entre o material queimado e o não queimado, U é a umidade do material não queimado e C é o teor de carbono do material, sendo utilizado os valores estimados por Ripoli e Ripoli (2004), para folhas, ponteiros e colmos, respectivamente (42,5%, 41% e 42%).

O experimento foi arranjado em blocos ao acaso, indicando os tratamentos (T₁) sem queima e (T₂) com queima, com cinco repetições (talhões). Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, p<0,05) e ao teste de comparação de médias Sott-Knott (p<0,05), segundo Gomes (1990). Os dados foram também analisados pela técnica de análise de componentes principais (PCA), envolvendo todos os parâmetros considerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostrados os resultados das análises das folhas, ponteiros, colmos, em quilogramas, % das folhas, e % dos ponteiros e teor de Brix no pré e pós-queima. As variáveis, matéria seca (MS) de folhas, ponteiros, colmos, MS total e % de MS de folhas apresentaram diferenças estatísticas significativas (p<0,05), para as variáveis relativas às folhas os CV foram os mais elevados atingindo 44.3%, sendo elevados mas aceitáveis para ensaios realizados à campo. Entretanto, as variáveis % de MS de ponteiro e Brix corrigido não apresentaram diferenças (p>0,05) quando comparados os talhões antes e depois da queima.

sobre o solo ao redor de 10,41 Mg de massa fresca por hectare.

Na Tabela 2 pode-se observar que as variáveis Mn, Cu e B apresentaram diferenças estatísticas quando comparados antes e após a queima, em amostragens realizadas de 0 a 20 cm.

Tabela 2. Apresentação dos dados referente o solo no pós e pré-queima (0 a 20 cm). Valores médios seguidos por diferentes letras sobre-escritas indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). M.O.= Matéria orgânica; H+Al = Acidez Potencial; SB = Soma de bases; M% = Saturação por alumínio; CTC = Capacidade de troca catiônica; V% = Saturação por bases.

Variáveis	Unidades	Pré-queima	Pós-queima	CV (%)
M.O.	(g/dm ³)	10,56	12,60	10.63
pH _{CaCl2}	-	4,73	4,81	2.62
H+Al	(mmol _c /dm ³)	20,08	20,32	5.11
Al	(mmol _c /dm ³)	0,84	0,84	35.71
Ca	(mmol _c /dm ³)	6,28	6,72	19.36
Mg	(mmol _c /dm ³)	2,20	2,12	21.01
K	(mmol _c /dm ³)	0,94	1,10	33.48
P	(mg/dm ³)	2,08	2,76	31.63
SO ₄	(mg/dm ³)	1,52	3,08	62.13
Mn	(mg/dm ³)	53,95 ^A	42,60 ^B	12.72
Cu	(mg/dm ³)	0,88 ^A	0,71 ^B	6.81
Zn	(mg/dm ³)	1,16	1,90	84.61
B	(mg/dm ³)	0,37 ^A	0,26 ^B	7.23
SB	(mmol _c /dm ³)	9,44	10,04	19.70
m%	-	10,44	12,24	56.10
CTC	(mmol _c /dm ³)	29,24	30,00	5.72
V%	-	31,16	31,52	13.10

De acordo com o resultado apresentado na Figura 1, da análise de componentes principais (PCA), o eixo 1 (horizontal) foi responsável por 39,02% da variação dos dados. As variáveis que mais contribuíram para a separação dos talhões ao longo deste eixo foram os teores de cálcio (Ca), soma de bases (SB) e saturação por base (V%) caracterizando os parâmetros do solo. Por outro

lado, os parâmetros de biomassa (folha, ponteiro, colmo, total e %folhas) mostraram importância no eixo 2 (vertical), que representa 28,72% da variância total dos dados da análise. Dessa forma, os tratamentos pós-queima (sim) estão arranjados na parte superior do eixo 1, ao contrário para os tratamentos pré-queima (não) que estão dispostos na parte inferior do eixo.

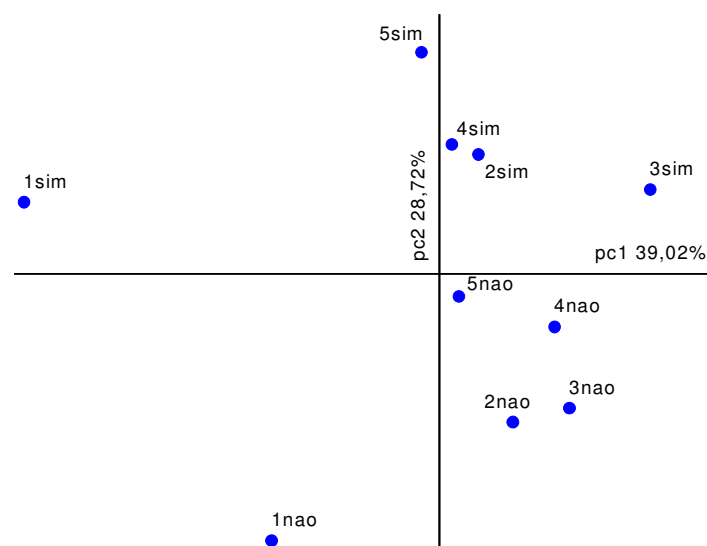


Figura 1. Resultados da técnica de análise de componentes principais (PCA), envolvendo os parâmetros avaliados.

A cana-de-açúcar tem um grande apelo econômico e gera uma enorme preocupação ambiental em sua produção (ORTOLAN, 2006; RIPOLI; RIPOLI, 2004) sendo cultivada em 6,2 milhões de hectares (BRASIL, 2006), emitindo 98% dos gases provenientes dos resíduos agrícolas no Brasil (LIMA et al., 1999) e deste percentual uma boa parte, segundo Campos (2003), advém da queima do canavial, sendo que no presente ensaio detectou-se (Tabela 1) reduções significativas de folhas (92,48%) e ponteiros (37,52%) e colmos (30,70%) após a queima, reduções estas que possibilitaram estimar o total de 4,81 Mg ha⁻¹ de CO₂ emitidos pela queimada da cana. Devido a esta queimada pôde-se detectar no solo diferenças estatísticas para Mn (21,04%), Cu (19,32%) e B (30,56%) e Reichardt e Timm (2002) que relatam o lançamento para atmosfera de alguns nutrientes reduzindo assim seus teores no sistema.

Na análise PCA (Figura 1), pôde-se observar que os resultados foram separados em

quatro grupos, sendo que destes, dois grupos foram de alta expressão, 40% dos resultados e destes grupos foram divididos pelo tratamento, ou seja, se a cana estava queimada ou não. É importante observar também que esta separação foi resultado da análise de PCA sobre as variáveis relativas à Biomassa (folha, ponteiro, colmo, total e %folhas).

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciaram que de fato a queima da cana não provoca mudanças significativas na composição bioquímica do solo. Contudo ocorre elevada emissão de gases para a atmosfera, e uma enorme perda de matéria orgânica nos canaviais. A eliminação das queimadas pode proporcionar créditos de carbonos, os quais poderiam ser aplicados na alocação e treinamento dos cortadores de cana, que perdem seus os postos de trabalho para as máquinas colhedoras.

ABSTRACT: The objective of this study was verified if changes in soil, in sugarcane biomass and in atmosphere could be significantly detected after burning. Thus, soil and plant samples were carried out under field conditions before and immediately after burning. The samples were collected in five standardized areas (repetitions), and in each area were collected five samples of soil and plant biomass. CO₂ emission was estimated from reductions of total plant biomass after burning. Data were submitted to variance analyses (ANOVA, $p < 0.05$) and pos-hoc comparisons by Scott-Knott test ($p < 0.05$). A multivariate statistical analysis, by principal component analysis PCA, was also performed in order to evaluate the interactions among the parameters taking into account in the present study. Results showed significant reduction in biomass of leaves, stem and apexes after burning. However, percentage of apex dry matter as well as corrected Brix did not show significant differences before and after burning. Calculations of CO₂ emission showed that 3.89 Mg ha⁻¹ of carbon was emitted for atmosphere from burned leaves, while CO₂ emission from burned apexes was around 0.92 Mg ha⁻¹, thus, total CO₂ emission was around 4.81 Mg ha⁻¹. Considering soil analyses, there was significant reductions in nutrient contents between before and after burning just in Mn (21.04%), Cu (19.32%), and B (30.56%). PCA analysis show a remarkable difference between before and after burning in all tested areas, mainly because biomass changes. Biomass results showed that the burning reduced in 92.48%, 33.52%, and 30.70% the biomass of leaves, apexes and stem, respectively. Thus, around 10.41 Mg of burned plant biomass emitted 4.8 Mg ha⁻¹ of CO₂ to atmosphere.

KEYWORDS: CO₂ emission, *Saccharum* ssp.

REFERÊNCIAS

AIRES, C. B.; KIRCHHOFF, V. W. J. H. **Transporte de monóxido de carbono gerado em queimadas para regiões onde não se queima.** Rev. Bras. Geof. [online]. jan./abr. 2001, v.19, n.1 [citado 23 Julho 2004], p. 61-74. Disponível na World Wide Web:< <http://www.scielo.com.br>>

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Campanha Nacional de Abastecimento – CONAB, www.conab.gov.br, (31 de Agosto de 2006).

CAMPOS, D. C. de. **Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para o seqüestro de carbono.** 2003. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Microbiologia agrícola, ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.

- CANÇADO, J. E. D. **A poluição atmosférica e sua relação com a saúde humana na região canavieira de Piracicaba - SP**. 2003. 162p. Tese (Doutorado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Patologia da Faculdade de Medicina/USP, São Paulo, 2003.
- DELGADO, A.; CESAR, M. A. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. ESALQ: USP, 1977. 1033p.
- FERNANDES, A. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2.ed. Piracicaba: STAB, 2003. 240p.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ,1990 190p.
- LIMA, M.; LIGO, M. A.; CABRAL, M. R.; BOEIRA,R. C.; PESSOA, M. P. Y.; NEVES, M. C. **Emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 60p. (Embrapa Meio Ambiente. Documento, 07).
- MARQUES, M. O.; MARQUES, T. A.; TASSO JUNIOR L. C.; **Tecnologia do açúcar, Produção e industrialização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep. 2001, p. 1, 2,5,6,13 e 14.
- MALAVOLTA, E.; VITI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estudo nutricional das plantas: princípios e aplicações. Metodologia para análise de elementos em material vegetal**. Piracicaba: ESALQ, 1997.
- MATTOS, K. M. da C., **Valoração econômica dos impactos causados pela queima de cana-de-açúcar no meio ambiente**. 2002. 125p. Tese (Doutor em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, USP, São Carlos, 2002.
- ORTOLAN, M. C. A. Perspectiva para o setor sucroalcooleiro. In. Marques, M. O., et al. **Tópicos em tecnologia sucroalcooleiro**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2006, p.7-16.
- RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. **Biomassa de cana-de-açúcar: Colheita, energia e ambiente**. Piracicaba. TCC Ripoli, 2004, 302p.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2004. 478 p.
- ZANCUL, A. **A queimada da cana-de-açúcar e a qualidade do ar: um estudo comparativo**. 1998. 97p. Tese (Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia, USP, São Carlos. 1998.