

Uso da palhada da cana-de-açúcar na geração de etanol 2º geração *versus* sua contribuição nutricional para o solo no ambiente cerrado

Manoel Henrique Reis de Oliveira¹, Rodrigo Fernandes de Souza², Rafaela Santos de Oliveira³, Aline Barbosa Arruda⁴, Jadson Belém de Moura² e Rafael Matias da Silva¹

¹Instituto Federal Goiano *Campus* Ceres-IFGoiano- Ceres PPGIC, Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado- Nível Mestrado, Rodovia GO-154 - Km 3, S/N - Zona Rural, Ceres – GO.

²Professor do Curso de Agronomia Faculdade Evangélica de Goianésia- FACEG. Avenida Brasil, 1000 - Covoá, Goianésia – GO

³Acadêmica do Curso de Agronomia Faculdade Evangélica de Goianésia- FACEG. Avenida Brasil, 1000 – Covoá, Goianésia – GO.

⁴Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, Avenida Esperança, s/n. Campus Samambaia, Goiânia – GO.

E-mail autor correspondente: manoel.oliveiragro@gmail.com

Artigo enviado em 15/01/2018, aceito em 08/03/2019.

Resumo: Com a colheita da cana crua, sem o uso da queima, fica depositado ao solo uma grande quantidade de material vegetal, que agrega benefícios ao solo. Em contrapartida, há uma grande demanda pela retirada parcial ou integral dessa palha devido seu grande potencial energético e calorífico, o que pode aumentar significativamente a produção da bioenergia e do etanol de segunda geração. Objetivou-se com este trabalho avaliar a taxa de decomposição da palha de cana de açúcar, a economia gerada pelo retorno dos nutrientes ao solo pela mineralização, e seu potencial de geração de etanol de 2º geração (E2G). O potencial econômico pela produção de etanol foi avaliado pelos dados comparativos de 3 quantidades de palhada deixada sobre o solo no decorrer de uma safra correlacionando com tabelas de mineralização disponíveis na literatura e confrontando com o potencial de produzir E2G. Para este estudo, considerou-se três diferentes cenários para analisar o retorno econômico da manutenção ou retirada da palhada. Para determinação das taxas de decomposição foram utilizadas três diferentes quantidades de palha (10,6, 16 e 32 Mg ha⁻¹). Observou-se que, em média, a palhada de cana-de-açúcar mantida sobre o solo apresenta taxa de decomposição de 13% da massa seca. Observou-se ainda, que quando mantida, há uma economia em relação a aplicação de fertilizantes para reposição de nutrientes após um ciclo de cultivo. Já quando a palhada é retirada e utilizada para produção de E2G, o retorno econômico pode ser até dezessete vezes maior do que quando deixada sobre o solo.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L, mineralização, adubação, etanol 2º geração, palhada.

Straw use sugarcane in ethanol generation 2º generation *versus* your contribution nutrition for soil in environment cerrado

Abstract: With the harvesting of the raw cane, without the use of the burning, is deposited to the ground a great amount of vegetal material, that adds benefits to the soil. On the other hand, there is a great demand for the partial or integral withdrawal of this straw due to its great energy and calorific potential, which can significantly increase the production of bioenergy and second generation ethanol. The objective of this work was to evaluate the decomposition rate of sugarcane straw, the economy generated by the

return of nutrients to the soil by the mineralization, and its potential to generate second generation ethanol (E2G). The economic potential for ethanol production was evaluated by the comparative data of 3 quantities of straw left over the soil in the course of a harvest correlating with tables of mineralization available in the literature and confronting the potential to produce E2G. For this study, we considered three different scenarios to analyze the economic return from the maintenance or withdrawal of the straw. Three different amounts of straw (10.6, 16 and 32 Mg.ha⁻¹) were used to determine the decomposition rates. It was observed that, on average, the sugarcane straw kept on the soil presents a decomposition rate of 13% of the dry mass. It was also observed that when maintained, there is an economy in relation to the application of fertilizers to replenish nutrients after a crop cycle. When the straw is removed and used for E2G production, the economic return can be up to seventeen times greater than when left on the ground.

Key-words: *Saccharum officinarum* L, mineralization, fertilization, ethanol 2nd generation, straw.

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial da cultura da cana de açúcar e exportador de açúcar. Segundo a Conab (2015), estima-se que o Brasil produza 654,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar nesta safra em pouco mais de 9 milhões de hectares. O estado de Goiás tem 60 municípios com plantio de cana de açúcar e 28 municípios com usinas instaladas, tornando-se assim o 3º maior estado produtor do país (Revista rural, 2010). Com área plantada de 891,6 mil hectares correspondendo com 49,5% da área regional, e sua produção com 68.654,1 mil toneladas equivalente à 52,28% da produção do Centro-Oeste conforme CONAB (2015).

Goianésia é um dos principais municípios produtores, conta com três usinas, o que torna o setor sucroenergético um propulsor da economia local contribuindo para 30% da produção de açúcar e 10% da produção de etanol do estado (Xavier, 2010). Recentemente, em 2015 iniciou a produção de bioenergia a partir da palhada da cana de açúcar e vem sendo pioneira em Goiás com o grupo LAGE (FOLHA DA CANA, 2015).

O manejo de fertilidade do solo na cultura da cana-de-açúcar apresenta importância significativa em seu manejo. Uma cultura semi-perene que passa por um processo de colheita de toda a planta apresenta elevada extração de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg e S, necessitando de consideráveis reposições para manutenção destes canaviais. As quantidades a serem aplicadas neste caso podem variar devido ao uso de variedades diferentes, condições edafoclimáticas, manejo de fertilidade, tecnologia de irrigação, extração e exportação de nutrientes no sistema solo-planta que são fatores limitantes para a produção da cultura da cana de açúcar afirmados por VITTI et al., (2005).

Apesar dos vários benefícios existentes na manutenção da palhada ao solo conforme estudos realizados por Carvalho (2013) e Rosseto et al., (2008), concluíram que cada época do ano o canavial irá depender de quantidades diferentes de cobertura vegetal visando alguns benefícios como proteção contra erosão, suprimentos nutritivos mineralizados de origem da palhada para o solo, redução da incidência solar direta ao solo, menor infestação de

plantas invasoras, manutenção da umidade, menores diferenças térmicas no solo durante o dia e a noite, maior agregação das partículas de solo, aumento da atividade microbiológica, aumento da taxa de infiltração de água no solo, aumento pH e aporte produtivo principalmente nas épocas de secas prolongadas devido ao aumento da retenção hídrica e a % de matéria orgânica. Há também uma grande demanda pela retirada parcial ou integral dessa palha devido seu grande potencial energético e calorífico que pode aumentar significativamente a produção de bioenergia e do etanol de segunda geração (LOMBARDI et al., 2012).

O potencial energético e calorífico existente na palhada da cana-de-açúcar equivale em até 1/3 do potencial da cultura, com a possibilidade de produzir a partir dos componentes lignocelulósicos como celulose, hemicelulose e lignina a geração do etanol celulósico. Devido à grande utilização do etanol nos dias atuais, estudos realizados por Santos et al., (2012) e Nyko et al., (2013) mostram o grande potencial competitivo e de incremento produtivo na utilização da palha, que a partir de tecnologias industriais ocorrendo a hidrólise dos materiais de origem lignocelulósicos podem gerar até 240 a 287 litros de etanol celulósico ou etanol de 2º geração por 1Mg.ha⁻¹ da palhada de cana, oriundo de todo aporte de material vegetal depositado ao solo após a colheita mecanizada sem a utilização da queima, como era realizada anteriormente. Assim podemos contribuir para uma maior produção de etanol 2G e aproveitamento dos resíduos da cultura da cana de açúcar.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a contribuição nutricional e econômica da retirada de palhada da cana-de-açúcar no solo, em diferentes quantidades, e diferentes

cenários, para produção de Etanol de segunda geração em condições edafoclimáticas de cerrado no município de Goianésia-GO.

Material e Métodos

A avaliação da dinâmica da decomposição da palhada

Foi realizada na unidade CTC Regional Goiás Norte, no Endereço: GO 080 S/N, Fazenda Caiçara II, Lote A KM 12, Bairro: Zona Rural, Cidade: Vila Propicio, CEP: 76393-000, com área de 255 hectares. O experimento está localizado nas coordenadas Latitude/Longitude 15°17'28.8"S 49°00'44.2"W e foi instalado em outubro de 2014, permanecendo neste local até fevereiro de 2016. Foi utilizada a metodologia das sacolas de decomposição, litter bags, no intuito de avaliar a dinâmica da decomposição da palhada em três quantidades sendo: 400 g, 600 g e 1200 g que correspondem respectivamente à 10,6 Mg.ha⁻¹, 16 Mg.ha⁻¹ e 32 Mg.ha⁻¹. O ensaio foi conduzido com palha recolhida após a colheita e colocado em sacos de litter bags conforme utilizadas por Vitti et al. (2008) e Benedetti (2013), com dimensão de 0,75m x 0,50m equivalentes a 0,375m² para avaliação da decomposição em diferentes épocas. A coleta da testemunha foi 1000 g em 3 diferentes locais ao acaso no local da colheita, para analisar a condição inicial do material em estudo, como quantidade de nutrientes e massa seca. A colheita foi realizada no dia 28 de outubro de 2014 ocasião em que foram distribuídos os tratamentos. As coletas foram realizadas nos meses outubro/2015, dezembro/2015 e fevereiro/2016. Sendo as idades das amostras de 12, 14 e 16 meses.

Após a retirada das amostras em campo, estas foram levadas ao laboratório de Solos e Nutrição Vegetal

da Faculdade Evangélica de Goianésia, onde foram secas em estufa de ventilação forçada a $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por 72 horas, após secagem em estufas foram maceradas e colocadas em cadinhos individuais pesados em balança de precisão, avaliadas quanto aos teores de cinzas em estufa tipo mufla a 700°C por 2 horas (BENEDETTI, 2013).

Estes dados foram utilizados para estabelecimento das taxas de decomposição realizados por época de retirada e quantidade de palha de cada amostra.

Avaliação da contribuição nutricional e econômica da manutenção de palhada no solo.

Para realização do trabalho foi feita uma revisão de literatura com o objetivo de encontrar dados relativos a:

i) ciclagem dos nutrientes da palhada (N, P, K, Mg, Ca e S):

Estudos realizados por Urquiaga et al., (1991) mostraram que a mineralização da palhada promove retorno para o solo de 33 a 60 kg de N $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, além de cerca de 10 a 25 kg de S $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ em uma produção de 10 a 20 toneladas de palhada ha^{-1} , aumentando significativamente a quantidade de Mg e K e contribuindo para a redução de até 40% de Al^{3+} colaborando assim para o aumento do pH do solo.

As quantidades de reciclagem no ciclo de um ano foram de 85% de K o que corresponde a 56kg de K ha^{-1} , 44kg para Ca e 39kg de Mg, sendo que a mineralização é diretamente influenciada pela temperatura e umidade. Mesmo nos meses de maior temperatura e disponibilidade hídrica (setembro a março) observaram que a cada 10°C a decomposição tem sua taxa praticamente dobrada em relação aos outros meses (OLIVEIRA et al., 1999b).

Tabela 1 Conversão dos preços dos nutrientes em fertilizantes

NUTRIENTES	FONTE	FERTILIZANTES	PREÇO FERTILIZANTES	Conversão dos preços dos nutrientes em fertilizantes
N	UREIA 45%	(NH_2)CO	756,47. t^{-1}	(NH_2)CO = N x 1,68
P	Sup.Fos.Triplo 41%	P_2O_5	1020,00 t^{-1}	$\text{P}_2\text{O}_5 = \text{P} \times 2,08$
K	Cl.de potássio 60%	K_2O	1030,00 t^{-1}	$\text{K}_2\text{O} = \text{K} \times 1,71$
Ca	Calc. Dol 30%	CaO	102,00 t^{-1}	CaO = Ca x 1,40
Mg	Calc.Dol 20%	MgO	102,00 t^{-1}	MgO = Mg x 1,66
S	Sup.Fos.Spls 8%	SS*	900,00 t^{-1}	SS = S x 5,90

Fonte: o autor

*S no SFS 8%

A contribuição de nutrientes com a mineralização da palha da cana de açúcar mesmo sendo lenta gera quantidades significativas para a nutrição do solo, sendo que a quantidade dos macros nutrientes são disponibilizados na seguinte proporção

28% de N, 70% de P_2O_5 100% de K_2O , 66% de Ca, 59% de Mg e S com 41%, com as quantidades de nutrientes variando proporcionalmente com a quantidade palhada deixada sobre o solo (OLIVEIRA et al., 1999b; LOMBARDI et al., 2012).

ii) levantamento dos custos dos fertilizantes:

Os dados relativos aos custos dos fertilizantes foram baseados na tabela de conversão de Lombardi et al. (2012), com atualização de preço no INDEX MUNDI (2016) e estão apresentados na Tabela 1. Cabe ressaltar que para quantificar o nutriente disponibilizado pela palha, fez-se necessário realizar algumas conversões do preço dos nutrientes em fertilizantes.

Avaliação econômica do aproveitamento da palhada pela indústria

Para a avaliação econômica do aproveitamento da palhada pela indústria foi realizado um levantamento dos custos e estimativas de produção de Etanol 2º geração. Para tanto foram utilizados três cenários descritos por (MILANEZ et al., 2015). Assim as estimativas do custo de produção foram realizadas nestes três cenários: curto, médio e longo prazo sendo respectivamente, 2016-2020, 2021-

2025 e 2026-2030, onde foram levados em consideração avanços tecnológicos e rendimento nas etapas de conversão de açúcares e separação de sólidos e líquidos.

Atualmente para cada 1 Mg ha⁻¹ de cana a produção de 89 litros de etanol 1ª geração, quando se utiliza a biomassa da palha da cana de açúcar obtém valores conservadores de 240 litros a cada 1 Mg ha⁻¹ de biomassa seca em curto prazo, 300 litros a médio prazo e 350 litros a longo prazo (MILANEZ et al., 2015).

Resultados e Discussão

Avaliação da dinâmica de decomposição da palhada

Observou-se tendência de decréscimo nos teores de massa seca das amostras (Figura 1.), o que corrobora com a evidência de decomposição da palhada em campo em função do tempo de permanência sobre o solo, independentemente da quantidade de palhada mantida.

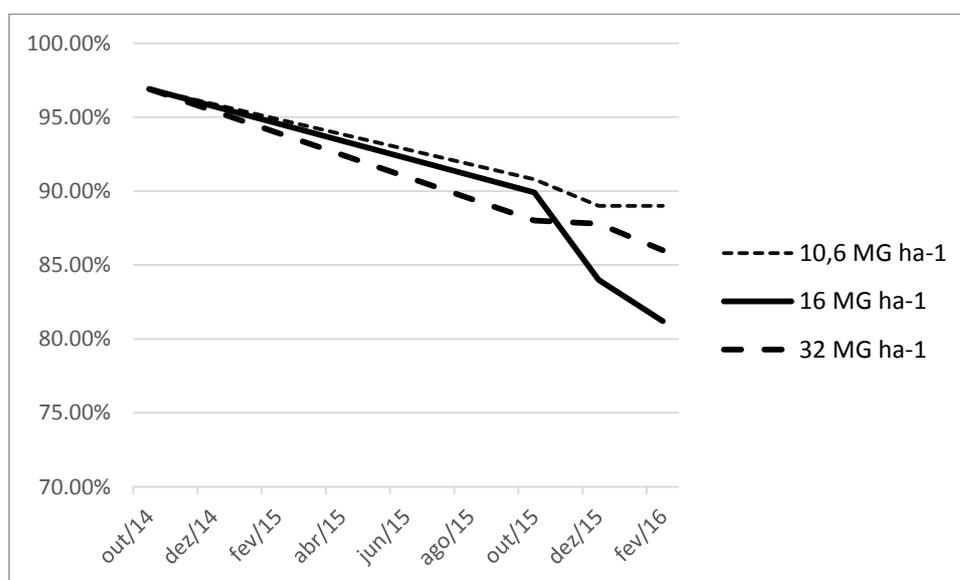


Figura 1. Taxa de decomposição da Palhada de Cana-de-açúcar sob diferentes quantidades mantidas sobre o solo (10,6, 16 e 32 Mg ha⁻¹) em Goianésia-GO.

Pode-se observar que houve uma queda considerada nos teores de cinzas entre as avaliações (épocas) em comparação à amostra retirada no início do ensaio. Fato que pode estar relacionado com as condições climáticas da região de estudo (ALVARENGA et al., 2001; KLIEMANN et al., 2006), com a disponibilidade hídrica e de oxigênio (OLIVEIRA et al., 1999a; JENSEN et al., 2005; AUSTIN e BALLARÉ, 2010) que influenciam invariavelmente a dinâmica de decomposição da palha (CAMPOS, 2003).

A mineralização das diferentes quantidades de palha variando entre 4 Mg ha⁻¹ a 20 Mg ha⁻¹ deixados sobre o solo já foram avaliados em outros estudos (AQUINO e MEDINA, 2012; DIETRICH, 2014) que observaram

decomposição proporcional a quantidade de palha aportada ao solo.

Assim, a decisão pela retirada ou não da palha, ou ainda a definição da quantidade de palha a ser deixada no campo, deve passar antes pela compreensão dos processos relacionados com a interação da palha com o solo, cultura e fatores ambientais, como temperatura, aeração e umidade (YAMAGUCHI et al., 2013).

Avaliação da contribuição nutricional e econômica da manutenção de palhada no solo

Na tabela 2 são apresentados os dados relativos à contribuição nutricional em kg ha⁻¹ para cada os macros nutrientes analisados.

Tabela 2 Contribuição Nutricional da palha no solo (kg ha⁻¹) em função da quantidade retirada.

Nutrientes (Palha)	Teor (g kg ⁻¹)	Palhada Retirada (Mg ha ⁻¹)		
		10,6	16,0	32,0
Contribuição Nutricional (kg ha ⁻¹)				
N	0,9	9,54	14,4	28,8
P	0,6	6,4	9,6	19,2
K	4,5	47,97	72,0	144,0
Ca	3,1	33,04	49,6	98,4
Mg	1,2	12,79	19,2	38,4
S	0,9	9,59	14,4	28,8
Total	19,3	205,73	308,8	617,6

Fonte: Adaptado de Vitti et al. (2008)

Pode-se observar que com a retirada da palhada da cana-de-açúcar deixa-se de devolver para o solo grandes quantidades de nutrientes. Dentre os nutrientes, o Nitrogênio é o que apresenta maiores contribuições, seguido pelo Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre e Fósforo. As exigências nutricionais são supridas parcialmente em NPK de acordo com a recomendação de Penatti (2008), que recomenda N 100 kg ha⁻¹, P 30kg ha⁻¹ e K 130 kg ha⁻¹, assim respectivamente mesmo quando deixado a menor quantidade de palha sobre o solo pode ter uma contribuição

respectivamente em retorno nutricional 9,54% de N, 21,35% de P e 36,9% de K, podendo economizar 50% do custo da aplicação da adubação manutenção da cultura.

Os benefícios quando a usina opta pela retirada da palhada para produção de Etanol 2G os nutrientes que compõem a palhada são exportados e deixam de contribuir.

Os benefícios da manutenção da palha sobre o solo são amplamente conhecidos e abrangem deste aumento dos estoques de carbono do solo (GALDOS et al., 2009), melhoria da

fertilidade do solo (OLIVEIRA et al., 2002), aumento da atividade biológica do solo (SOUZA et al., 2012) a ciclagem de nutrientes (FRANCO et al., 2007). Entretanto, estima-se que a palhada apresente 1/3 do potencial energético da cana-de-açúcar (SANTOS et al., 2012) e com o avanço das técnicas para utilização da palha em cogeração e produção de etanol de segunda geração,

a retirada seja uma opção que demanda estudos como este para determinar os ganhos reais da retirada.

Na Tabela 3, mensurou-se o custo (R\$ ha⁻¹) dos nutrientes que deixaram de ser fornecidos pela decomposição da palhada e que precisariam de serem repostos via aplicação tradicional no solo.

Tabela 3 Conversão dos nutrientes deixados pela palhada em valores de acordo com a quantidade retirada.

Nutrientes (Palha)	Conversão	Teor g kg ⁻¹	Custo (R\$ ha ⁻¹)		
			10,6 Mg	16,0 Mg	32,0 Mg
N	1,68	0,9	16,02	24,19	48,38
P	2,08	0,6	13,30	19,96	39,93
K	1,71	4,5	82,02	123,12	246,24
Ca	1,4	3,1	46,25	69,44	137,76
Mg	1,66	1,2	21,23	31,87	63,74
S	5,9	0,9	56,58	84,96	169,92

Fonte: o autor

De acordo com Rosseto et al. (2010), a extração dos macronutrientes pela cana de açúcar pode atingir entre 50 a 120 kg para N, 4 a 30 kg de P, 53 a 256kg de K, 13 a 49 kg de Ca, 19 a 51 kg para Mg e entre 15 a 69 kg no caso do S. Tendo em vista as doses recomendadas e aplicadas na região (em média de 600kg.ha⁻¹), o custo de aplicação praticada estima se em R\$ 720,00.

Caso a palhada seja mantida no solo, pode-se reduzir o custo de produção da cana-de-açúcar pois, estes nutrientes auxiliam na adubação corretiva da cultura, devolvendo para o solo nutrientes que haviam sido extraídos no desenvolvimento das

plantas. Neste estudo, o custo relativo às quantidades de nutrientes mineralizados variou entre R\$334,00 e 1141,00 por hectare, proporcionalmente quanto maior a quantidade de palha depositada sobre o solo, maior o retorno nutricional e maior a economia no manejo de adubação corretiva na cana soca.

Avaliação econômica do aproveitamento da palhada pela indústria

Na Tabela 4 são apresentadas as estimativas de produção de Etanol de 2^a Geração em Litros para os diferentes cenários.

Tabela 4 Capacidade de produção de Etanol de 2^a Geração pela indústria (em Litros) de acordo com a quantidade de palha retirada.

Cenários E2G	10,6 Mg.ha ⁻¹	16,0 Mg.ha ⁻¹	32,0 Mg.ha ⁻¹
Curto Prazo 240 L.Mg ⁻¹	2.558	3.840	7.680
Médio Prazo 300 L.Mg ⁻¹	3.198	4.800	9.600
Longo Prazo 350 L.Mg ⁻¹	3.731	5.600	11.200

Fonte: o autor

Considerando-se os diferentes cenários, observa-se aumento na capacidade de produção de etanol 2G com o avançar dos anos. Observa-se ainda que, o aumento é proporcional a retirada de palhada. Este aumento está intimamente relacionado com o emprego das tecnologias, melhorias na infraestrutura, aproveitamento na conversão dos açúcares e na separação de sólidos-líquidos que podem surgir com o passar do tempo.

Entende-se que os retornos econômicos com a retirada da palhada nos três cenários temporais são interessantes para a produção industrial devido à grande capacidade de produção de biomassa seca em E2G, podendo

gerar lucros de R\$ 421,48 a curto prazo até R\$ 12.532,80 a longo prazo, ou seja, quando colocado em confronto com os cenários temporais e as quantidades de palha depositada sobre o solo, a lucratividade industrial consegue superar em dezessete vezes.

Na Tabela 5, observa-se o custo de produção para cada quantidade de palha depositado sobre o solo e sua capacidade de produção de biomassa em E2G, levando em consideração os cenários temporais que mostra três diferentes capacidades de produção, no qual pode-se observar o aumento da produção e a redução do custo de produção gasto por litro de E2G produzido.

Tabela 5 Custo de produção Etanol 2G.

Cenários	Custo (R\$)					
	Litros	10,6 Mg.ha ⁻¹	Litros	16 Mg.ha ⁻¹	Litros	32 Mg.ha ⁻¹
Curto Prazo	2.55	R\$ 3.773,64	3.84	R\$ 5.664,00	7.680	R\$ 11.328,00
Médio Prazo	3.19	R\$ 2.372,91	4.80	R\$ 3.561,60	9.600	R\$ 7123,20
Longo Prazo	3.73	R\$ 1.943,00	5.60	R\$ 2.917,60	11.20	R\$ 5835,20

Fonte: o autor

Pode-se constatar que mesmo aumentando a capacidade de produção de Etanol com os cenários mais distantes, o custo de produção diminui, este fato é explicado pois com o passar do tempo a maior inserção do E2G implicaria em maiores investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento, fator determinante para o aumento da eficiência em diversas etapas de sua produção, o que torna o produto final menos dispendioso.

A maior quantidade de palha amostrada (32 Mg.ha⁻¹) apresenta retorno nutricional estabelecido pela mineralização da palha de cana de açúcar ao longo de um ano de safra agrícola de R\$ 705,97. Avaliando-se apenas o cenário de curto prazo, com a

retirada desta quantidade de palhada para produção de Etanol 2G consegue-se uma Receita Bruta de R\$ 12.595,20, considerando o valor de venda do Litro em R\$ 1,64 por Litro.

Considerações Finais

Assim, torna-se uma prática compensativa para as Usinas o uso da palha para geração de Etanol 2G.

Estudos mais detalhados se fazem necessários para avaliar a dinâmica da decomposição da palhada e decidir sobre a melhor relação palha no solo/palha removida de forma a melhor contribuir com a sustentabilidade do sistema.

Conclusões

Na dinâmica de decomposição da palhada constatou que foi decomposto em média 11,67% da massa seca inicial independentemente da quantidade de palha deixada sobre o solo.

A manutenção da palha sobre o solo permite um incremento nutricional ao solo, o que diminui os gastos com reposição dos nutrientes através de fertilizantes.

O uso da palha da cana-de-açúcar na produção de E2G se mostra viável economicamente, com aumento de aproveitamento na indústria e redução no custo de produção.

Referências

- AGRÍCOLA GEMELLI Disponível em: <<http://www.agricolagemelli.com.br/precos.php>> acesso em_10 Abr. 2016.
- ALVARENGA, C. R.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C. SANTANTA, D. P. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AQUINO, G.S.; MEDINA, C.C. **Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar sob doses de palhada**. 3º Seminário de Gestão Ambiental na Agropecuária. Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012.
- AUSTIN, A.T.; BALLARÉ, C.L. **Dual role of lignin in plant litter decomposition in terrestrial**. Ecosystems Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, Washington, v. 107, n. 10, p. 4618-4622, 2010.
- BENEDETTI, M.M. **Potencial de utilização da fitomassa de cana-de-açúcar sob diferentes condições edafoclimáticas**. 2013. Projeto de qualificação (Pós-graduação em Agronomia Título de Doutor) Universidade Federal de Uberlândia.
- CAMPOS, D.C. **Potencialidade do sistema de colheita sem queima da cana-de-açúcar para o sequestro de carbono**. 2003. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- CARVALHO, J. L. N. **Decomposição da palha da cana-de-açúcar em diferentes condições edafoclimáticas**. 2013. Projeto de pesquisa (Iniciação científica Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE))
- CONAB 2015 ISSN 2318-7921 V. 2 – **Safra 2015/16 N. 1 – Primeiro Levantamento** Abril/2015. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 20 de abril de 2016
- DIETRICH G. **Decomposição e liberação de nitrogênio da palha de cana-de-açúcar em função do ambiente e quantidade de palha**. 2014, 58 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais - UFSM, Santa Maria, RS, 2014.
- FARONI, C. E., VITTI, A. C., GAVA, G. J. C., MANZONI, C. S., PENATTI, C. P., & TRIVELIN, P. C. O. (2003). **Degradação da palha (15N) de cana-de-açúcar em dois anos consecutivos**. In *Congresso Brasileiro de Ciência do solo* (Vol. 29). Ribeirão Preto: Universidade Estadual de São Paulo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo CD-ROM.
- FOLHA DA CANA. Goianésia, Go, 2015. Publicação da Acessória de Imprensa da Jalles Machado. Impresso especial. Edição nº53- Agosto 2015 10 p.

FRANCO, H.C.J.; VITTI, A.C.; FARONI, C.E.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O. **Estoque de nutrientes em resíduos culturais incorporados ao solo na reforma do canavial**. STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 25, p. 32-36, 2007.

GALDOS, M.V.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. **Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil**. Geoderma, v. 153, 347-352, 2009.

INDEX MUNDI. **Preços das Mercadorias**. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com>> Acesso em: 20 de abril de 2016

JENSEN, L.S.; SALO, T.; PALMASON, F.; BRELAND, T.A. HENRIKSEN, T.M.; BO STENBERG, B.; PEDERSEN, A.; LUNDSTROM, C.; ESALA, M. **Influence of biochemical quality on C and N mineralization from a broad variety of plant materials in soil**. Plant and Soil, Dordrecht, v.273, p. 307-326, 2005.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.P.B.; SILVEIRA, P.M. **Taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.36, p.21-28, 2006.

LOMBARDI, G., GIROTO, V., LOMBARDI, N., PERES, M., SILVA, S. D. A., dos ALVES, C. E., & ABÍLIO, A. (2013, March). **Uso da palha de cana-de-açúcar como fonte de bioenergia versus a sua contribuição nutricional quando mantida no solo**. In *Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 7., 2012, São Paulo. Anais... São Paulo, 2012.

MARQUES, D., SILVA, T. D., ZOPELARI, A., & FIGUEIREDO, R. (2012). **Produção e**

preço da cana-de-açúcar em Goiás. *Conjuntura Econômica Goiana*, (23), 32-43.

MENDES, A, M. S. Acúmulo de nutrientes pela cana de açúcar irrigada cultivada no Semiárido Tropical brasileiro: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br>

MILANEZ, A. Y., NYKO, D., VALENTE, M. S., SOUSA, L. C., BONOMI, A. M. F. L. J., JESUS, C. D. F. D., ... & JUNQUEIRA, T. L. (2015). **De promessa a realidade: como o etanol celulósico pode revolucionar a indústria da cana-de-açúcar: uma avaliação do potencial competitivo e sugestões de política pública**. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, (41).

NYKO, D., GARCIA, J. L. F., MILANEZ, A. Y., & DUNHAM, F. B. (2010). **A corrida tecnológica pelos biocombustíveis de segunda geração: uma perspectiva comparada**. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, (32), 5-48.

OLIVEIRA, M.W.; BARBOSA, M.H.P.; MENDES, L.C.; DAMASCENO, C.M. **Matéria seca e nutrientes na palhada de dez variedades de cana-de-açúcar**. STAB-Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 21, p. 6-7, 2002.

OLIVEIRA M. W.; TRIVELIN P. C. O.; GAVA G.J.C., PENATTI C.P. **Degradação da palhada de cana-de-açúcar**. *Scientia agrícola*, vol.56 n.4 Piracicaba Oct./Dec. 1999a.

OLIVEIRA, M. W., TRIVELIN, P. C. O., PENATTI, C. P., & de CÁSSIA PICCOLO, M. (1999b). **Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(12), 2359-2362.

- PENATTI, C.P. **Racionalização da adubação da cultura de cana-de-açúcar.** Disponível em <http://www.assocana.com.br/restrito/Palestra_Racionalizacao_Res_Adubo-25-06-08.pdf>. Acessado em: 26 de abril de 2016.
- REVISTA RURAL 2010. Disponível em: <<http://www.revistarural.com.br/edições/item/5436-cana-expansao-da-cana-em-goias>> Acesso em: 20 set 2015
- ROSSETTO, R., CANTARELLA, H., DIAS, F., LANDELL, M., & VITTI, G. **Manejo conservacionista e reciclagem de nutrientes em cana-de-açúcar tendo em vista a colheita mecânica.** Informações Agronômicas, 124, 8-13. 2008.
- SANTOS, FERNANDO A., QUEIRÓZ, JOSÉ H. DE, COLODETTE, JORGE L., FERNANDES, SERGIO A., GUIMARÃES, VALÉRIA M., & REZENDE, SEBASTIÃO T. **Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol.** Química Nova, v. 35, p.1004-1010. 2012.
- SOUZA, R.A.; TELLES, T.S.; MACHADO, W.; HUNGRIA, M.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M.F. **Effects of sugarcane harvesting with burning on the chemical and microbiological properties of the soil Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 155, p. 1- 6, 2012.
- UDOP (União Dos Produtores de Bioenergia). Disponível em <<http://www.udop.com.br>>. Acesso em Abr. 2016.
- URQUIAGA, S., BODDEY, R. M., OLIVEIRA, O. D., LIMA, E., & GUIMARÃES, D. H. (1991). **A importância de não queimar a palha na cultura de cana-de-açúcar.** EMBRAPA-CNPBS.
- VITTI, G; LUZ, P.; OTTO, R. **Agrícola Ouro Verde**, Lençóis Paulista -SP, Relatório Técnico, n.10, p.1-19, 2008.
- VITTI, G; ; QUEIROZ, F.; OTTO, R.; QUINTINO, T. **Nutrição e Adubação da Cana-de-açúcar.** Bebedouro, SP: [s.n], p. 15-18, 2005.
- XAVIER, G. L. (2010). **A cidade e os canaviais: Estado e capital na produção social do espaço-Goianésia, Goiás.** Apresentação, 4(1).
- YAMAGUCHI, C., RAMOS, N., PACKER, A., de ANDRADE, C. A., & HIRANO, R. (2013, January). **Dinâmica de decomposição de palhada de cana-de-açúcar.** In *Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2012, Jaguariúna. Anais... Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 1 CD ROM. Nº 12402.