

INFLUÊNCIA DOS ADUBOS VERDES NA DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA PALHADA DE CANA-DE-AÇÚCAR

ROGÉRIO PONTES XAVIER¹; CELSO HENRIQUE MOREIRA COELHO²; DIEGO MUREB QUESADA³; ALEXANDER SILVA DE RESENDE³; BRUNO JOSÉ RODRIGUES ALVES⁴ & SEGUNDO URQUIAGA⁴

1. Engenheiro Agrônomo, doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2. Estudante de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Bolsista de Iniciação Científica; 3. Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 4. Pesquisador da Embrapa Agrobiologia; e-mail: xavierrogerio@hotmail.com

RESUMO

Foi conduzido um experimento no campo experimental da Embrapa-Agrobiologia com o objetivo de avaliar o efeito da adubação verde na decomposição da palhada de cana-de-açúcar do ciclo anterior. Visando alcançar os objetivos acima, estudou-se o desenvolvimento de duas densidades de *Crotalaria juncea* e *Canavalia ensiformis* crescendo de forma intercalar à cultura de cana, para fins de adubação verde, além de um tratamento com aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N e o controle (sem N).

Os resultados deste experimento permitiram concluir que a prática de adubação verde proporcionou uma mais rápida decomposição dos restos culturais da cana, possibilitando a mais rápida mineralização do cálcio, nitrogênio e fósforo, dos resíduos, não afetando de forma significativa os níveis de potássio e de magnésio.

Palavras-chave: adubação verde; decomposição; resíduo da cultura de cana-de-açúcar.

ABSTRACT

INFLUENCE OF GREEN MANURES ON THE DECOMPOSITION AND LIBERATION OF NUTRIENTS BY SUGARCANE TRASH

An experiment was installed at the field station of Embrapa Agrobiologia with the objective to evaluate the effects of green manure on the decomposition of sugarcane trash from the prior crop. To achieve these objective: we studied the development of *C. juncea* and *C. ensiformis* grown in the inter-rows of the cane crop at two densities in comparison with the application of 100 kg N ha⁻¹ and a control treatment with no N fertiliser.

The results of this study showed that the practise of green manuring stimulated a more rapid decomposition of the sugar cane residues allowing a more rapid release of calcium, nitrogen and phosphorus, but the rates of release of potassium and magnesium were not significantly affected.

Key words: green manuring; decomposition; sugar cane trash

INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, foi prática usual nas diversas regiões canavieiras do Brasil e do mundo, queimar a cana-de-açúcar antes da colheita. Porém, atualmente, esta prática vêm defrontando-se com parte da sociedade, principalmente no que se refere à poluição ambiental, o que levou o governo a promulgar uma lei, que dispõe sobre a proibição de queimadas na colheita de cana-crua. Em função da não aceitação por parte dos trabalhadores braçais para o corte de cana-crua, surge como opção a utilização de máquinas automotrizes, que têm crescido muito no Estado de São Paulo e em outras regiões do Brasil. Nesse novo tipo de colheita, os resíduos da cultura são depositados sobre a superfície

do solo, formando uma cobertura morta.

Estudos realizados por Oliveira *et al.* (1999), após um ano da permanência da palhada no campo, indicaram uma redução da massa de aproximadamente 20%. Sendo a decomposição da palhada lenta, é provável que prejudique a brotação das soqueiras, atrapalhe os tratos culturais subsequentes, além de não servir como fonte de nutriente para o ciclo seguinte da cana-de-açúcar. Dessa maneira, é necessário buscar alternativas para que ocorra uma decomposição mais rápida da palhada da cultura de cana-de-açúcar. Uma das alternativas poderia ser a utilização dos adubos verdes, que através do “input” de Nitrogênio ao sistema poderia favorecer a decomposição mais rápida da palhada de cana-de-açúcar (Xavier, 2002).

MATERIAL E METODOS

O presente estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, localizada na Baixada Fluminense, no Município de Seropédica, Rio de Janeiro, num Planossolo extremamente pobre em nutrientes, principalmente em nitrogênio e, com baixo teor de matéria orgânica (Xavier, 2002).

As características climáticas da região, indicam que há uma dominância do clima quente e úmido, sem inverno pronunciado sendo o regime pluviométrico caracterizado por um período chuvoso no verão e estiagem no inverno. Dentro da classificação de Köppen, este clima é do tipo AW. A estação chuvosa tem início em setembro, culminando em dezembro e janeiro com chuvas de alta intensidade e curta duração. A precipitação decresce em maio-junho, alcançando o mínimo em julho. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro, enquanto em julho ocorrem as médias mensais mais baixas de temperatura.

Os tratamentos usados nos estudos encontram-se no quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos tratamentos

A - 1 linha de <i>Crotalaria juncea</i> plantada na entrelinha da cultura de cana-de-açúcar;
B - 2 linhas de <i>Crotalaria juncea</i> plantada na entrelinha da cultura de cana-de-açúcar;
C - 1 linha de <i>Canavalia ensiformis</i> (feijão de porco) plantada na entrelinha da cultura de cana-de-açúcar;
D - 2 linhas de <i>Canavalia ensiformis</i> (feijão de porco) plantada na entrelinha da cultura de cana-de-açúcar;
E - Aplicação de nitrogênio fertilizante (100 kg ha ⁻¹ N-Uréia) na cultura de cana-de-açúcar (Testemunha nitrogenada);
F - Sem aplicação de nitrogênio fertilizante na cultura de cana-de-açúcar (Testemunha absoluta).

Vale ressaltar que as espécies de leguminosas foram inoculadas com bactérias do gênero *Rhizobium*, pertencentes ao grupo do Caupi, e plantadas na densidade de 30 e 6 sementes por metro linear, respectivamente, para *Crotalaria juncea* e *Canavalia ensiformis*.

Cada unidade experimental constituiu-se de 5 linhas de cana-de-açúcar (variedade RB 72-454) com 6 m de comprimento, espaçadas de 1,2 m. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições por tratamento.

As taxas de decomposição dos resíduos da cultura de cana-de-açúcar (Palha + Bandeira) do ciclo anterior (2ª soca) foram determinadas com auxílio de telas de nylon aplicando-se a técnica de "Covered litter" (Rezende *et al.*, 1999). Estas telas de nylon ocuparam uma área de 30cm x 30 cm, e a quantidade de material depositada (22,4 g) foi concentrada nos 400 cm² centrais desta área, quantidades estas que foram proporcionais a quantidade de resíduo do ciclo anterior da cana-de-açúcar existente no solo de cada tratamento,

sendo em média de 5,6 toneladas. Foram colocadas 7 telas de nylon no momento da implantação do experimento em cada parcela dos tratamentos, para se medir a decomposição dos restos culturais da cultura de cana-de-açúcar e a possível influência das leguminosas na aceleração da decomposição dessa palhada. As avaliações foram feitas aos 10, 20, 30, 60, 100, 130 e 160 dias após instalação das telas.

Além da taxa de decomposição, todo o material coletado nas diferentes datas foi analisado para N-total (Bremner & Mulvaney, 1982), Cálcio, Magnésio, Fósforo e Potássio (EMBRAPA-SNLCS, 1979), para que fosse possível avaliar também, o tempo de meia vida dos macronutrientes contidos na palhada da cana-de-açúcar. Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais e a liberação dos nutrientes foi aplicado um modelo matemático exponencial simples descrito por Thomas & Asakawa (1993) e utilizado por Rezende *et al.* (1999) do tipo $P = P_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$, onde P é a fração do resíduo existente no tempo t, e P₀ e k são, respectivamente, a proporção do resíduo potencialmente decomponível e a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de k, foi calculado o tempo de meia vida, ou seja o tempo necessário para que metade do resíduo e dos nutrientes neles contidos desaparecessem (t_{1/2}). A significância dos coeficientes de determinação obtidos pelo modelo aplicado, foi determinada pelo teste F, através do programa SIGMA PLOT 4.0 para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode-se observar a influência dos tratamentos, especialmente das leguminosas utilizadas como adubos verdes, no tempo de meia vida de permanência da matéria seca dos restos culturais da cana de açúcar. Foi observado que a presença da leguminosa fez com que a palhada da cana-de-açúcar desaparecesse mais rápido comparativamente com as testemunhas (nitrogenada e absoluta). Essa diminuição considerando as duas leguminosas foi em média de 107 e 158 dias, respectivamente, para a menor (1 Linha) e maior (2 Linhas) densidade de linhas, em relação à testemunha absoluta e de 49 a 100 dias em relação à testemunha nitrogenada.

A decomposição mais rápida dos restos culturais nos tratamentos com leguminosa, parece estar relacionado ao seu alto conteúdo de N, obtidos principalmente da fixação biológica de nitrogênio (Xavier, 2002), que favoreceu a sua rápida degradação no solo, e o N liberado por esse processo estimulou a decomposição dos restos culturais da cana-de-açúcar. Dessa maneira, utilizando essa fonte de nitrogênio estaríamos promovendo uma diminuição da relação C/N da palhada resultando em uma menor imobilização do N no solo e uma maior disponibilidade de N para

cana. De acordo com Vitti (1998) a imobilização de nitrogênio causada pela adição da palha de cana-de-açúcar (resíduos com alta relação C/N), pode interferir negativamente no perfilhamento, o que seria minimizado através dessa prática.

Tabela 1– Influência das leguminosas utilizadas como adubos verdes na taxa de decomposição (k) e tempo de meia vida ($t_{1/2}$) dos restos culturais da cultura de cana-de-açúcar (palha + bandeira do ciclo de cana). Médias de 4 repetições.

Tratamentos	Parâmetro de decomposição			
	k g.g dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dias	r^2	Diminuição Test. abs. / Test. nit.
<i>Canavalia ensiformis</i> - 1 linha	0,0048	143	0,96 ***	
<i>Crotalaria juncea</i> - 1 linha	0,0044	154	0,91***	
Média Leguminosas 1 linha		149		107 49
<i>Canavalia ensiformis</i> - 2 linhas	0,0075	91	0,96***	
<i>Crotalaria juncea</i> - 2 linhas	0,0066	104	0,93***	
Média Leguminosas 2 linhas		98		158 100
Testemunha não nitrogenada	0,0027	256	0,88***	
Testemunha nitrogenada	0,0035	198	0,95***	

Test abs. – Testemunha não nitrogenada; Test. nit. – Testemunha nitrogenada
Diminuição => ($t_{1/2}$ testemunha não nitrogenada ou testemunha nitrogenada - $t_{1/2}$ médio das leguminosas para as duas densidades de linhas). r^2 – qualidade do ajuste para determinação do valor k. · Valores acompanhados dos símbolos ***representam o nível de significância de 0,001, determinados pelo teste F, na análise de variância da regressão.

Os efeitos positivos da aplicação de fontes de nitrogênio, na mineralização da palhada e consequentemente na disponibilidade de N à cana-de-açúcar são destacados na literatura, inclusive com aumento no rendimento da cultura (Prammanee *et al.*, 1996). Um exemplo é o estudo realizado por Katterer *et al.* (1998) que trabalhando com outras gramíneas observou um aumento da decomposição da palhada com a adição de nitrogênio.

Um ponto importante a se considerar foi a dinâmica de liberação dos nutrientes dos resíduos da cana-de-açúcar. Assim como para o tempo de meia vida ($t_{1/2}$) da matéria seca da palhada, o tempo de meia vida do cálcio (Tabela 2), do nitrogênio (Tabela 3) e do fósforo (Tabela 4) contido nestes resíduos, foi influenciado pelos tratamentos com adubação verde. Em relação ao cálcio, a presença das leguminosas fez com que o $t_{1/2}$ diminuísse em média de 57 e 81 dias, respectivamente para a densidade menor e maior de linhas em relação à testemunha absoluta e, em 27 e 51 dias em relação à testemunha nitrogenada.

Tabela 2–Influência das leguminosas utilizadas como adubos verdes no tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do cálcio contido nos restos culturais da cultura de cana-de-açúcar. Médias de 4 repetições.

Tratamentos	Parâmetro de decomposição			
	k g.g dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dias	r^2	Diminuição Test. abs./Test. nit.
<i>Canavalia ensiformis</i> - 1 linha	0,0072	95	0,80**	
<i>Crotalaria juncea</i> - 1 linha	0,0058	119	0,89***	
Média Leguminosas 1 linha		107		57 27
<i>Canavalia ensiformis</i> - 2 linhas	0,0087	80	0,86***	
<i>Crotalaria juncea</i> - 2 linhas	0,0081	85	0,83***	
Média Leguminosas 2 linhas		83		81 51
Testemunha não nitrogenada	0,0042	164	0,70**	
Testemunha nitrogenada	0,0051	134	0,65**	

Test abs. – Testemunha não nitrogenada; Test. nit. – Testemunha nitrogenada
Diminuição => ($t_{1/2}$ testemunha não nitrogenada ou testemunha nitrogenada - $t_{1/2}$ médio das leguminosas para as duas densidades de linhas). r^2 – qualidade do ajuste para determinação do valor k. · Valores acompanhados dos símbolos **,*** representam respectivamente o nível de significância de 0,01 ou 0,001, determinados pelo teste F, na análise de variância da regressão.

Para o nitrogênio (Tabela 3), o efeito foi ainda maior, sendo observado uma diminuição do tempo de meia vida em média de 213 e 263 dias respectivamente para a densidade menor e maior de linhas em relação à testemunha absoluta e, em 166 e 216 dias em relação à testemunha nitrogenada.

Tabela 3- Influência das leguminosas utilizadas como adubos verdes no tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do nitrogênio contido nos restos culturais da cultura de cana-de-açúcar. Médias de 4 repetições.

Tratamentos	Parâmetro de decomposição			
	k g.g dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dias	r^2	Diminuição Test. abs. / Test. nit.
<i>Canavalia ensiformis</i> - 1 linha	0,0048	144	0,87***	
<i>Crotalaria juncea</i> - 1 linha	0,0035	194	0,91***	
Média Leguminosas - 1 linha		169		213 166
<i>Canavalia ensiformis</i> - 2 linhas	0,0063	110	0,94***	
<i>Crotalaria juncea</i> - 2 linhas	0,0054	127	0,91***	
Média Leguminosas 2 linhas		119		263 216
Testemunha não nitrogenada	0,0018	382	0,65***	
Testemunha nitrogenada	0,0020	335	0,69***	

Test abs. – Testemunha não nitrogenada; Test. nit. – Testemunha nitrogenada
Diminuição => ($t_{1/2}$ testemunha não nitrogenada ou testemunha nitrogenada - $t_{1/2}$ médio das leguminosas para as duas densidades de linhas). r^2 – qualidade do ajuste para determinação do valor k. · Valores acompanhados dos símbolos *** representam o nível de significância de 0,001, determinados pelo teste F, na análise de variância da regressão.

Quanto ao fósforo (Tabela 4), foi observado uma diminuição de 80 e 81 dias respectivamente para a menor e maior densidade de linhas de *Canavalia*

ensiformis em relação à testemunha absoluta e de 19 e 20 dias em comparação com a testemunha nitrogenada. Para a espécie *Crotalaria juncea* não foi observado uma influência da menor densidade de linha em relação a testemunha nitrogenada porém para a maior densidade houve uma diminuição do tempo de meia vida de 15 dias. Comparando essa espécie com a testemunha absoluta foi observado uma diminuição de 50 e 76 dias respectivamente para a menor e maior densidade de linhas.

Assim sendo, a presença da leguminosa pode ser de extrema importância para um melhor aproveitamento do nitrogênio, cálcio e fósforo presentes na palhada, uma vez que a cana-de-açúcar absorve a maior parte destes nutrientes entre o 4º e o 8º mês (Orlando Filho *et al.*, 1980) após a rebrota. Esta importância fica mais evidente em relação ao nitrogênio, uma vez que o $t_{1/2}$ encontrado para testemunha absoluta foi de 382 dias, isto quer dizer que a metade do nitrogênio contido na palhada seria liberado após o corte do próximo ciclo, não havendo assim um sincronismo entre a liberação do nitrogênio e a época de maior demanda do nutriente, dentro de um mesmo ciclo. O alto tempo de meia vida concorda com os resultados obtido por Ng Kee Kwong *et al.* (1987) em trabalho conduzido nas Ilhas Maurício, onde utilizando-se a técnica isotópica de ^{15}N , verificou que após 18 meses de permanência da palhada no campo, o nitrogênio remanescente no resto cultural foi superior a 73% do inicial. Para palhadas de trigo e sorgo marcadas com ^{15}N , Fredrickson *et al.* (1982) e Waggoner *et al.* (1985) verificaram que após um ano o nitrogênio remanescente nessa palhada foi de aproximadamente 90%.

Tabela 4 - Influência das leguminosas utilizadas como adubos verdes no tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do fósforo contido nos restos culturais da cultura de cana-de-açúcar. Médias de 4 repetições.

Tratamentos	Parâmetro de decomposição			
	k g.g dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dias	r^2	Diminuição Test. abs. / Test. nit.
<i>Canavalia ensiformis</i> - 1 linha	0,0088	78	0,72**	80 19
<i>Crotalaria juncea</i> - 1 linha	0,0064	108	0,58*	50 -
<i>Canavalia ensiformis</i> - 2 linhas	0,0090	77	0,81**	81 20
<i>Crotalaria juncea</i> - 2 linhas	0,0084	82	0,72**	76 15
Testemunha não nitrogenada	0,0043	158	0,53*	
Testemunha nitrogenada	0,0071	97	0,56*	

Test abs. – Testemunha não nitrogenada; Test. nit. – Testemunha nitrogenada
Diminuição => ($t_{1/2}$ testemunha absoluta ou testemunha nitrogenada - $t_{1/2}$ das leguminosas para as duas densidades de linhas). r^2 – qualidade do ajuste para determinação do valor k. · Valores acompanhados dos símbolos *, ** representam respectivamente o nível de significância de 0,05 ou 0,01, determinados pelo teste F, na análise de variância da regressão.

Outro aspecto a ser considerado é que a liberação do nitrogênio (Tabela 3) foi mais lenta que a decomposição da matéria seca da palhada (Tabela 1).

Este fato é interessante uma vez que Resende *et al.* (2000) trabalhando com a taxa de decomposição de leguminosas, constataram que o N era mineralizado mais rapidamente que a matéria seca em decomposição, indicando que em plantas mais tenras e de menor relação C/N, uma maior parte do nitrogênio pode estar ligado a compostos mais solúveis. Neste estudo observou-se o oposto para a palhada de cana-de-açúcar, o que pode indicar que para materiais senescentes e de maior relação C/N, o nitrogênio se encontra na forma mais estrutural e recalcitrante. Uma outra explicação pode ser os compostos polifenólicos que podem influenciar os diferentes padrões de mineralização dos resíduos vegetais (Palm & Sánchez, 1991), já que combinam-se com outros compostos nitrogenados para formar polímeros húmicos que resistem à decomposição. Em um estudo realizado por Fox *et al.* (1990), foi observado ainda que a relação lignina + polifenol:N foi negativamente correlacionada com a mineralização líquida de N, sugerindo que estes constituintes da planta tornam-se os principais constituintes de polímeros húmicos de natureza recalcitrante que reduzem as taxas de mineralização de N.

Em relação à liberação do K e Mg contidos na palhada (Tabelas 5 e 6), não foi observado uma influência positiva dos tratamentos com leguminosas no tempo de meia vida. Em relação às diferenças observadas no $t_{1/2}$ dos diferentes macronutrientes, no caso específico do potássio, sua rápida liberação se deve ao fato deste nutriente não ser constituinte estrutural de nenhum composto existente na planta, estando presente na forma iônica (Malavolta *et al.*, 1989), o que facilita a sua saída da célula após o rompimento da membrana plasmática, resultando em um tempo de meia vida de permanência nos tecidos muito pequeno, conforme também foi observado em outros estudos (Palm & Sanchez, 1990; Thomas & Asakawa, 1993; Espindola, 2001).

Tabela 5 – Influência das leguminosas utilizadas como adubos verdes no tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do potássio contido nos restos culturais da cultura de cana-de-açúcar. Médias de 4 repetições.

Tratamentos	Parâmetro de decomposição		
	k g.g dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dias	r^2
<i>Canavalia ensiformis</i> - 1 linha	0,0512	14	0,78**
<i>Canavalia ensiformis</i> - 2 linhas	0,0429	16	0,85***
<i>Crotalaria juncea</i> - 1 linha	0,0726	10	0,90***
<i>Crotalaria juncea</i> - 2 linhas	0,0779	9	0,83***
Testemunha não nitrogenada	0,0916	8	0,83**
Testemunha nitrogenada	0,0892	8	0,82**

r^2 – qualidade do ajuste para determinação do valor k. · Valores acompanhados dos símbolos **, *** representam respectivamente o nível de significância de 0,001, determinados pelo teste F, na análise de variância da regressão.

Yadav *et al.* (1987) verificaram que a palhada de cana, incubada a 28 °C, liberou 35% do potássio nos primeiros 15 dias de incubação, sendo que ao final do período experimental (120 dias) 70% de todo o K existente neste resto cultural havia sido liberado. Christensen (1985) observou, para a palhada de cevada no campo, taxas de liberação de K ainda maiores: 92% do total em apenas um mês. Já em relação ao Mg, concordando com Oliveira *et al.*, (1999), o reduzido $t_{1/2}$ pode estar relacionado à lixiviação desses nutrientes da palhada de cana, em função dos “bags” terem sido instalados na época das águas e pelo fato de que quando se mostrou necessário, ter sido realizado irrigações, principalmente no início do desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar.

Tabela 6 - Influência das leguminosas utilizadas como adubos verdes no tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do magnésio contido nos restos culturais da cultura de cana de açúcar. Médias de 4 repetições.

Tratamentos	Parâmetro de decomposição		
	k g.g ⁻¹ dia ⁻¹	$t_{1/2}$ dias	r^2
<i>Canavalia ensiformis</i> - 1 linha	0,0724	10	0,94***
<i>Canavalia ensiformis</i> - 2 linhas	0,0786	9	0,96***
<i>Crotalaria juncea</i> - 1 linha	0,0789	9	0,85***
<i>Crotalaria juncea</i> - 2 linhas	0,1417	5	0,95***
Testemunha não nitrogenada	0,1350	5	0,92***
Testemunha nitrogenada	0,1457	5	0,94***

r^2 – qualidade do ajuste para determinação do valor k. · Valores acompanhados dos símbolos **, *** representam respectivamente o nível de significância de 0,001, determinados pelo teste F, na análise de variância da regressão.

Em relação ao fósforo e ao cálcio, o $t_{1/2}$ elevado são explicados em função desses dois macronutrientes fazerem parte de compostos estruturais dos tecidos que são de lenta decomposição (Oliveira, 2001). Em relação ao cálcio pode-se citar ainda o fato do Ca ser um dos constituintes da lamela média da parede celular (Taiz & Zeiger, 1991), formando um dos componentes mais recalcitrantes dos tecidos vegetais.

Por tudo que foi exposto, pode-se dizer que a adubação verde, utilizando as leguminosas *Crotalaria juncea* e *Canavalia ensiformis*, se mostrou como uma alternativa viável para promover uma decomposição mais rápida da palhada, favorecendo uma mais rápida liberação de cálcio, nitrogênio e fósforo dos resíduos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Agrobiologia, ao

CNPq, ao Pronex II e FAPERJ pelo apoio e suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-Total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Ed.) *Methods of soil Analysis*. 2. ed. Madison, ASA, 1982. Cap. 31. p. 595-624. (Agronomy, 9).
- CHRISTENSEN, B. T. Wheat and barley straw decomposition under field condition: effect of soil type and plant cover on weight loss, nitrogen and potassium content. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 17, n. 5, p. 691 – 697.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 1979.
- ESPINDOLA, J. A. A. *Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção da bananeira*. 2001. 170p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de concentração em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.
- FOX, R. H.; MYERS, R. J. K.; VALLIS, I. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin, and nitrogen contents. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 129, p. 251 – 259, 1990.
- FREDRICKSON, J.K.; KOEHLER, F.E.; CHENG, H.H. Availability of ¹⁵N-labeled nitrogen in fertilizer and in wheat straw to wheat in tilled and no-till soil. *Soil Science Society of America Journal*, v. 46, p. 1218-1222, 1982.
- KATTERER, T.; REICHSTEIN, M.; ANDRÉN, O.; LOMANDER, A. Temperature dependence of organic matter decomposition: a critical review using data analyzed with different models. *Biology and Fertility of Soils*. Berlin, v. 27, n. 3, p. 258 – 262, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.
- NG KEE KWONG, K. F.; DEVILLE, J.; CAVALOT, P. C.; RIVIERE, V. Value of cane trash in nitrogen nutrition of sugarcane. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 102, p. 79-83, 1987.

- OLIVEIRA, N. W.; TRIVELIN, P. C. O.; PENATTI, C. P.; PICCOLO, M. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.12, p.2359-2362, 1999.
- OLIVEIRA, F. L. *Manejo Orgânico da cultura do repolho (Brassica oleracea var. Capitata): Adubação orgânica, adubação verde e consorciação*. 2001. 103p. Tese (Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.
- ORLANDO-FILHO, J., HAAG, H. P. E., ZAMBELLO Jr., E. *Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76 em função de idade em solos do Estado de São Paulo*. Piracicaba: Planalsucar, 1980. (Planalsucar. Boletim Técnico, 2).
- PALM C. A., SANCHEZ, P. A. Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes. *Biotropica*, v. 22, p. 330, 1990.
- PALM, C. A.; SANCHEZ, P. A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 23, p. 83-88, 1991.
- PRAMMANEE, P.; BOONTUM, A.; LAIRUNGREONG, C.; THUMTHONG, P.; SRUTTAPORN, C.; THONGYAI, C. Green manure as a means to sustain sugar cane production in Thailand. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGIST CONGRESS, 22, Cartagena, 1995. *Proceedings*. Cali: Tecnicaña, 1996. p.2.
- RESENDE, A.S. A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) como suporte da fertilidade nitrogenada dos solos e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar: uso de adubos verdes. 2000. 124p. Tese (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ
- REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER K.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Dordrecht, v. 54, p. 99-112, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood City: Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. 56p.
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA N. M. Decomposition of leaf litter tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 25, p. 1351-1361, 1993.
- VITTI, A. C. *Utilização pela cana-de-açúcar (cana-planta) do nitrogênio da uréia (15N) e do mineralizado no solo em sistemas de manejo com e sem queima*. 1998. 150p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP.
- WAGGER, M. G.; KISSEL, D. E.; SMITH, S. J. Mineralization of nitrogen from nitrogen-15 labelled crop residues under field conditions. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 49, p. 1220-1226, 1985.
- XAVIER, R. P. Adubação verde em cana-de-açúcar: influência na nutrição nitrogenada e na decomposição dos resíduos da colheita. 2002. 108p. Tese (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.
- YADAV, D. V.; TODI, S.; SRIVASTAVA, A. K. Recycling of nutrients in trash with N for higher cane yield. *Biological Wastes*, v. 20, p. 133-141, 1987.