

PERSISTÊNCIA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA PALHA DE MILHO, BRAQUIÁRIA E LABE-LABE

PERSISTENCE AND NUTRIENT RELEASE FROM MAIZE, BRACHIARIA AND LABLAB STRAW

Juliano Carlos CALONEGO¹; Fernando Carmona GIL²; Vitor Francelino ROCCO³; Eduardo Augustinho dos SANTOS⁴

1. Professor, Doutor, Centro de Ciências Agrárias – Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, SP, Brasil. juliano@unoeste.br; 2. Discente do curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias - UNOESTE, Presidente Prudente, SP, Brasil; 3. Discente do curso de pós-graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias - UNOESTE, Presidente Prudente, SP, Brasil.

RESUMO: A velocidade de liberação de nutrientes da palha e persistência do material vegetal depositado sobre o solo são fatores determinantes no sucesso do Sistema Semeadura Direta. Objetivou-se avaliar a persistência e a liberação de nutrientes dos resíduos vegetais de milho, braquiária e labe-labe depositados na superfície do solo. O experimento foi instalado em 05 de maio de 2010, na UNOESTE (Presidente Prudente-SP). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 3 repetições, em esquema fatorial 3x4, sendo três espécies vegetais (labe-labe, milho e braquiária) e 4 épocas de avaliação (0, 45, 90 e 135 dias). Os resíduos vegetais foram colocados no interior de sacos telados de 0,20 x 0,30 m, conhecendo-se a umidade de cada material, e conseqüentemente a matéria seca inicial. Em cada época de amostragem foram avaliados os teores de N, P, K e Mg da palha e porcentagem de matéria seca remanescente de cada material, além das relações C:N dos resíduos. A cobertura de labe-labe apresentou a menor persistência entre as espécies estudadas. Todas as espécies apresentaram maior redução de massa seca nos primeiros 45 dias de avaliação. O potássio foi o elemento liberado com maior facilidade das palhas. Todas as espécies estudadas apresentaram maior liberação de nutrientes nos primeiros 45 dias após deposição da cobertura sobre o solo, com exceção para Mg que foi extraído da palha de milho com maior intensidade entre 45 e 90 dias. As palhas de milho e braquiária são mais indicadas para cobertura do solo, pois além proporcionar proteção do solo por mais tempo também são eficientes na reciclagem de nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. *Urochloa brizantha*. *Dolichos lablab*. Sistema Semeadura Direta.

INTRODUÇÃO

O tempo de permanência dos resíduos vegetais sobre o solo em Sistema Semeadura Direta (SSD) e a dinâmica de liberação dos nutrientes são requisitos imprescindíveis para o sucesso do SSD, uma vez que o mesmo depende da capacidade de gerar matéria seca suficiente para manter o solo coberto durante todo o ano (KLIEMANN et al., 2006). Como a persistência da palha é um fator que depende, além da espécie vegetal, das condições climáticas, torna-se difícil uma recomendação generalizada da cultura a ser utilizada, devido a grande variação de clima no território brasileiro, justificando estudos de comportamento de palha de diferentes espécies em condições específicas de temperatura e precipitação.

A palha na superfície do solo constitui reserva de nutrientes, com disponibilização rápida (ROSOLEM et al., 2003) ou lenta (PAULETTI, 1999), dependendo da espécie utilizada, do manejo da fitomassa, do clima, da atividade de macro e microorganismos, da composição química da palha e do tempo de permanência dos resíduos sobre o

solo (OLIVEIRA et al., 1999). A taxa de decomposição dos resíduos vegetais é controlada pelas características qualitativas do material vegetal, como a relação C:N e o teor de lignina, além do manejo da palha e do tamanho dos fragmentos (BORTOLUZZI; ELTZ, 2000). Esses fatores, em conjunto com a ação do clima (HOLTZ, 1995), influenciam na atividade dos organismos decompositores (MOORE, 1986). De acordo com Cantarella (2007), a rapidez na disponibilização do N proveniente dos restos vegetais de cultivos de cobertura depende de vários fatores, dos quais os mais importantes são a quantidade de N acumulada na matéria seca e a relação C:N da palha.

Com ênfase na dinâmica do N e manutenção da palha no SSD, Giacomini et al. (2004) argumentam que o ideal seria uma palha com C:N intermediária do resíduo vegetal, para ocorrer um equilíbrio entre a manutenção da cobertura do solo (dada pela persistência dos restos vegetais) e a disponibilização de N para as lavouras subsequentes. Segundo os autores, isso seria possível com o consórcio entre gramíneas e leguminosas, pois, geralmente, as gramíneas

contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, caracterizada pela alta relação C:N, o que pode aumentar a persistência da cobertura do solo, porém, com frequentes problemas em decorrência da forte imobilização de N (ANDREOLA et al., 2000; PERIN et al., 2004). Por outro lado, as leguminosas comumente apresentam altos teores de N na matéria vegetal e produzem, em geral, palhas de baixa relação C:N, cuja decomposição é relativamente rápida, com expressiva disponibilização de N para as lavouras subsequentes (ALVARENGA et al., 2001).

Oliveira et al. (2002) afirmam que o tipo ideal de cobertura do solo em SSD é aquele cuja taxa de decomposição dos resíduos vegetais seja compatível com a manutenção do solo protegido contra agentes erosivos por maior período de tempo e com o fornecimento de nutrientes sincronizado com a demanda pela cultura subsequente.

O uso de braquiária para a formação de palha tem se tornado uma alternativa viável para a manutenção do SSD na região central do Brasil (TIMOSSI, et al., 2007; ANDRIOLI, 2004; NUNES et al., 2006). Essas forrageiras, além da alta produção de matéria seca, tem grande potencial na manutenção da palha sobre o solo devido a sua relação C:N elevada, o que retarda sua decomposição e aumenta a possibilidade de utilização em regiões mais quentes, onde a decomposição é acelerada (TIMOSSI et al., 2007).

Além disso, a braquiária tem se destacado como excelente opção para cultivo consorciado com espécies graníferas (SOUZA NETO, 1993; KLUTHCOUSKI et al., 2003; PORTES et al., 2000), principalmente com a cultura do milho por promover melhor ocupação do solo, produzindo uma biomassa de qualidade sem afetar a produção de grãos de milho (JAKELAITIS et al., 2005).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a persistência da palha e a velocidade de liberação de nutrientes de resíduos vegetais de milho, braquiária e labe-labe depositados na superfície do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área didática de campo da Universidade do Oeste Paulista (Presidente Prudente-SP). O local está localizado a 450 m de altitude, entre a latitude 22° 07'32" Sul e longitude 51° 23'20" Oeste. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, distroférico de textura média. O clima é classificado como Aw, de acordo com classificação de Köppen. A temperatura média é de 23,1°C e apresenta uma estação de inverno fria e seca, e um verão quente e chuvoso. A precipitação média anual é de 1.244 mm. Na Figura 1 são apresentados os dados de precipitação e temperatura durante a condução do experimento.

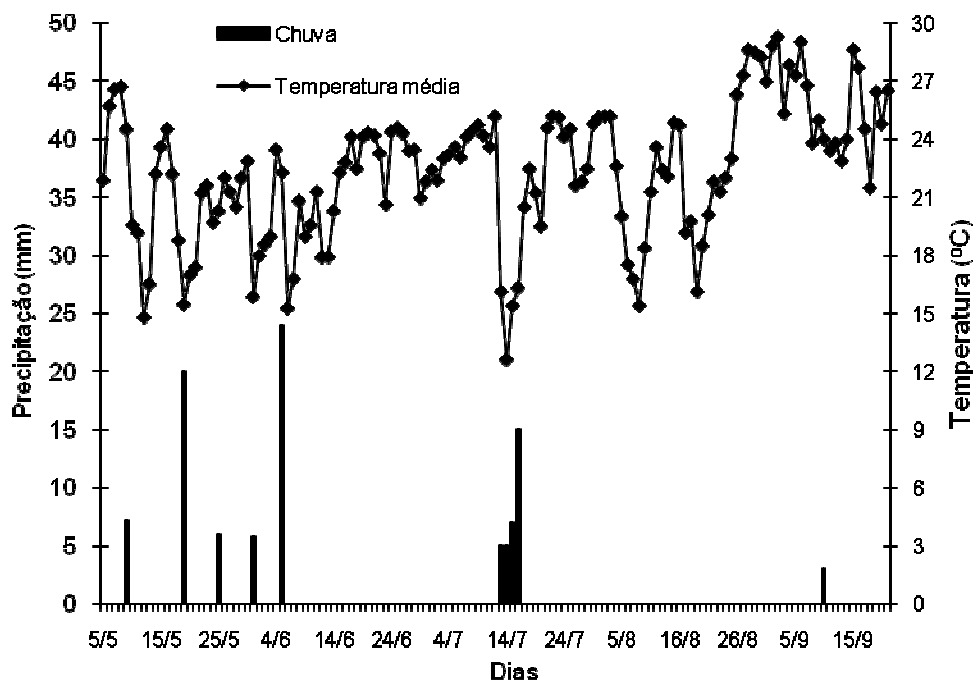


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante a realização do experimento (5/5/2010 a 22/9/2010)

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 3 repetições, em esquema fatorial 3x4, sendo a palha de três espécies vegetais, ou seja, labe-labe, milho e braquiária (*Urochloa brizantha*) e 4 épocas de avaliação, ou seja, no dia em que os materiais foram depositados sobre o solo (05/05/2010) e após 45, 90 e 135 dias, constituindo 36 unidades experimentais.

Para permitir o maior controle sobre a decomposição dos resíduos vegetais, os materiais testados foram colocados no interior de sacos telados, denominados de “litter bags” (REZENDE et al. 1999, AMADO et al., 2002) ou “sacolas de decomposição” (THOMAS; ASAKAWA, 1993). A escolha da tela que foi utilizada para confecção das sacolas de decomposição considerou a mínima interferência possível na umidade e temperatura do material avaliado, além de permitir o contato do resíduo vegetal com o solo e a entrada e saída da mesofauna. Além disso, a tela visa manter a palha no local (sem perdas) e evitar ganho de material externo.

As unidades experimentais foram constituídas por sacolas de decomposição com dimensões de 0,30 x 0,30 m. Em cada litter bag foram colocados os fragmentos da parte aérea verde

de labe-labe, milho e braquiária, na quantidade de 200, 150 e 150 g, respectivamente. Essas quantidades de resíduos de plantas corresponderam a aproximadamente 22 Mg ha⁻¹ de matéria verde de labe-labe e 16 Mg ha⁻¹ de milho e braquiária. A maior quantidade de resíduos de labe-labe ocorreu em função da diferença de densidade entre os mesmos. Portanto, essas quantidades foram obtidas em um teste preliminar em que os fragmentos das plantas foram acomodados nas sacolas de deposição de forma que ocupassem todo o seu volume.

Antes das sacolas serem levadas ao campo, foi determinado a umidade dos restos vegetais, com base na pesagem de alíquotas de cada material antes e após secagem estufa de aeração forçada, a 65°C, por 72 horas, permitindo determinar a porcentagem de MS de cada material e, conseqüentemente, a quantidade de MS depositada sobre o solo. Os teores de MS iniciais nas palhas de labe-labe, braquiária e milho foram de 45,9, 46,3 e 46,2 %, respectivamente. Também realizou-se a análise química do tecido vegetal para determinação dos teores de N, P, K e Mg (MALAVOLTA et al., 1997) contidos na palha a ser depositada sobre o solo (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de N, P, K e Mg contidos no tecido vegetal de milho, braquiária e labe-labe depositados sobre o solo no interior de “litter bags”.

Espécies	Teor de nutrientes no tecido vegetal (g kg ⁻¹)			
	N	P	K	Mg
milho	11,9	1,7	21,7	2,5
braquiária	11,4	1,5	35,1	1,9
labe labe	21,1	2,2	20,3	3,5

As sacolas de decomposição foram colocadas no campo, sobre o solo, no dia 05/05/10, sendo efetuadas as amostragens a cada 45 dias, quando a palha, ainda dentro das sacolas, foram lavados em água corrente para retirada de impurezas (partículas de solo) e seca em estufa a 65°C, até atingir peso constante, para posterior pesagem e determinação da massa seca residual de cada amostra. Em seguida, os materiais foram moídos e analisados quanto aos teores de N, P, K e Mg (MALAVOLTA et al., 1997).

Para determinar a relação C:N, o teor de carbono (C) foi determinado pelo método da queima em mufla a temperatura de 600 °C (TEDESCO et al., 1995), sendo possível quantificar, por meio de pesagem, o teor de matéria mineral (MM), sendo o teor de matéria orgânica (MO) determinado indiretamente (%MO = 100 - %MM). O valor encontrado de MO foi dividido por 1,72 para

cálculo do teor de C, pois estima-se que 58% da massa seca vegetal da plantas herbáceas seja constituído de carbono (RODELLA; ALCARDE, 1994).

A análise estatística foi realizada de acordo recomendações de Pimentel-Gomes (1990). O estudo das variáveis observadas constou de análise de variância dos dados originais. A variável qualitativa (resíduos vegetais) foi comparada por meio de teste de média (Tukey ao nível de significância de 5%) quando não houve efeito da época de amostragem. A variável quantitativa (épocas de amostragem) foi estudada por meio de análise de regressão, com auxílio do *software* SigmaPlot 10.0, ajustando modelos matemáticos significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação C:N dos três resíduos vegetais avaliados (braquiária, labe-labe e milho) não se alteraram significativamente no decorrer do período de avaliação (135 dias). Além disso, não foi detectada diferença significativa para a relação C:N do milho e da braquiária, porém ambas as espécies apresentaram relação C:N superiores ao labe-labe

(Figura 2). Os valores médios de relação C:N obtidos tanto para o milho como para a braquiária, ou seja, de aproximadamente 46 e 44, foram valores elevados, pois são maiores que 30, considerado valor referência para caracterizar resíduos com elevada relação C:N, fazendo com que os resíduos vegetais tenham maior persistência sobre o solo (TRINSOUTROT et al., 2000).

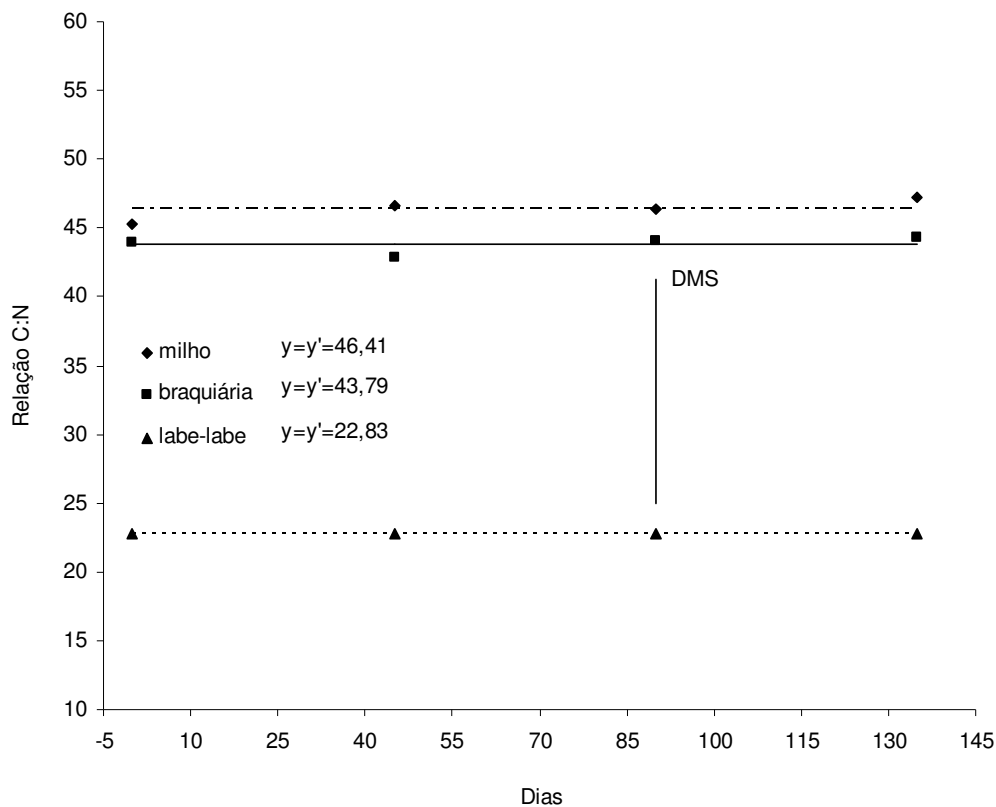


Figura 2. Relação C:N da palha de milho, braquiária e labe-labe antes e após a deposição dos restos vegetais sobre solo (0, 45, 90 e 135 dias). Y' indica o valor médio da relação C:N encontrada nas quatro épocas de avaliação. Barra vertical indica a diferença mínima significativa (DMS) a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Segundo Andreola et al. (2000) as gramíneas, geralmente contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, caracterizada pela alta relação C:N, o que pode aumentar a persistência da cobertura do solo. Estudos têm revelado que algumas coberturas de solo, dentre as quais citam-se braquiária, milheto e crotalária apresentam boa adaptação às condições de Cerrado e produzem resíduos vegetais em quantidade e qualidade adequada (TORRES et al., 2008; FABIAN, 2009).

A persistência dos resíduos vegetais, avaliada em função da redução da quantidade de matéria seca de palha de cada espécie, em relação à quantidade inicial depositada sobre o solo, está

apresentada na Figura 3. De forma geral, a decomposição da palha ao longo do tempo (até 135 dias), de todos os materiais, assumiu um comportamento exponencial decrescente. Alguns estudos têm mostrado que essa relação pode ser ajustada a modelos linear (CRUSCIOL et al., 2005; CRUSCIOL et al., 2008), quadrático (PAL; BROADBENT, 1974) ou exponencial (WIEDER; LANG, 1982). Contudo, o modelo mais frequentemente utilizado para descrever a decomposição de biomassa é o exponencial simples, descrito por Wieder e Lang (1982) e utilizado por Moraes (2001), Torres et al. (2005) e Kliemann et al. (2006).

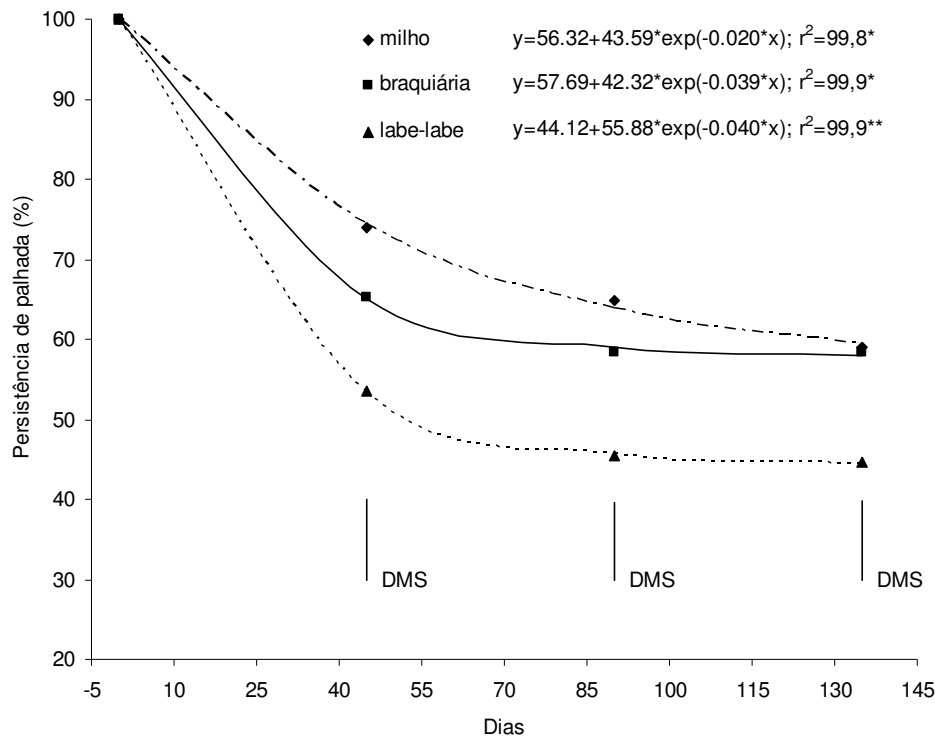


Figura 3. Persistência das palhas de milho, braquiária e labe-labe, em porcentagem de matéria seca aos 45, 90 e 135 dias após a deposição dos resíduos vegetais sobre solo, em relação à quantidade inicial de matéria seca. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. ***Significativo a 5 e 1% pelo teste F.

No presente trabalho, a palha de labe-labe foi a que apresentou a menor persistência, tendo a maior perda de massa ocorrida logo nos primeiros 45 dias de avaliação (Figura 3), com tendência de estabilidade da massa dos resíduos com o passar do tempo, porém com meia-vida (tempo para redução de 50% da massa inicial) de apenas 56 dias. Essa menor persistência dos resíduos de labe-labe está relacionado com a menor relação C:N dessa espécie em relação às demais. Já entre as gramíneas, a braquiária apresentou rápida decomposição nos primeiros 45 dias, seguindo com lenta degradação até 135 dias. A palha de milho se decompôs mais lentamente e de forma mais contínua e uniforme ao longo do tempo, com persistência semelhante à palha de braquiária ao final dos 135 dias de avaliação. A máxima decomposição de palha de labe-labe e braquiária ocorrida nos primeiros 45 dias de avaliação do experimento coincidiu com o período de maior precipitação acumulada, ou seja, em torno de 62 mm (Figura 1), provavelmente em função da maior atividade microbiana. Alves et al. (2011) e Lourente et al. (2010) verificaram maior biomassa microbiana em solos coletados em períodos chuvosos.

Ao final dos 135 dias de avaliação, observou-se redução de 55%, 41% e 42% da matéria seca de palha de labe-labe, milho e braquiária, respectivamente. Estudando a decomposição da palha de milho e de aveia-preta, Wisniewski e Holtz (1997) observaram que houve uma redução média de 49% e 71% do peso da palha destas culturas, respectivamente, no período de 149 dias. Os autores atribuíram a decomposição mais lenta da palha do milho à temperatura do ar e do solo, que são menos favoráveis à decomposição no inverno, a maior relação C:N (43:1), a maior proporção de material lignificado (colmos e sabugos) e a maior quantidade de material adicionado inicialmente. Bertol et al. (2004) verificaram redução, em dez meses, de 40 a 53% na quantidade do resíduo de milho depositado sobre o solo, e que a redução da massa de resíduos teve comportamento exponencial decrescente. Segundo os autores, após um período inicial de decomposição acelerada dos resíduos, a estimativa para redução de 90% da palha de milho seria de, aproximadamente, 1300 anos. Já Crusciol et al. (2008) verificaram redução de, aproximadamente, 66% da massa seca da palha de aveia-preta, com apenas 53 dias após o manejo das plantas de cobertura. No entanto, os autores testaram a

persistência dos resíduos vegetais durante o período da primavera, com temperaturas elevadas e boa disponibilidade hídrica, diferentemente do presente trabalho em que a persistência das palhas de milho, braquiária e labe-labe foram testadas durante o período de outono-inverno seco.

Estudos da quantidade de nutrientes disponibilizados pela palha para a cultura subsequente, bem como a velocidade com que isso ocorre, são importantes para verificar se essa fonte de nutriente, no caso a palha, será suficiente para atender totalmente ou parcialmente a demanda pela cultura seguinte, ou mesmo se há sincronismo entre

a época de maior disponibilização do nutriente e de exigência pela cultura sucessora.

Na avaliação de liberação acumulada de nutrientes após 135 dias de deposição dos resíduos vegetais sobre o solo (Figura 4A) observou-se maior liberação de N pela palha de labe-labe (50%), com as palhas de milho e braquiária apresentando liberação acumulada semelhantes, ou seja, de, aproximadamente, 41%. Em estudo com reciclagem de nutrientes, Crusciol et al. (2005) observaram que aos 35 dias após o manejo com rolo-faca do nabo forrageiro mais de 40 kg ha⁻¹ de N foram liberados da palha, representando cerca de 65% do total acumulado no tecido vegetal dessa espécie..

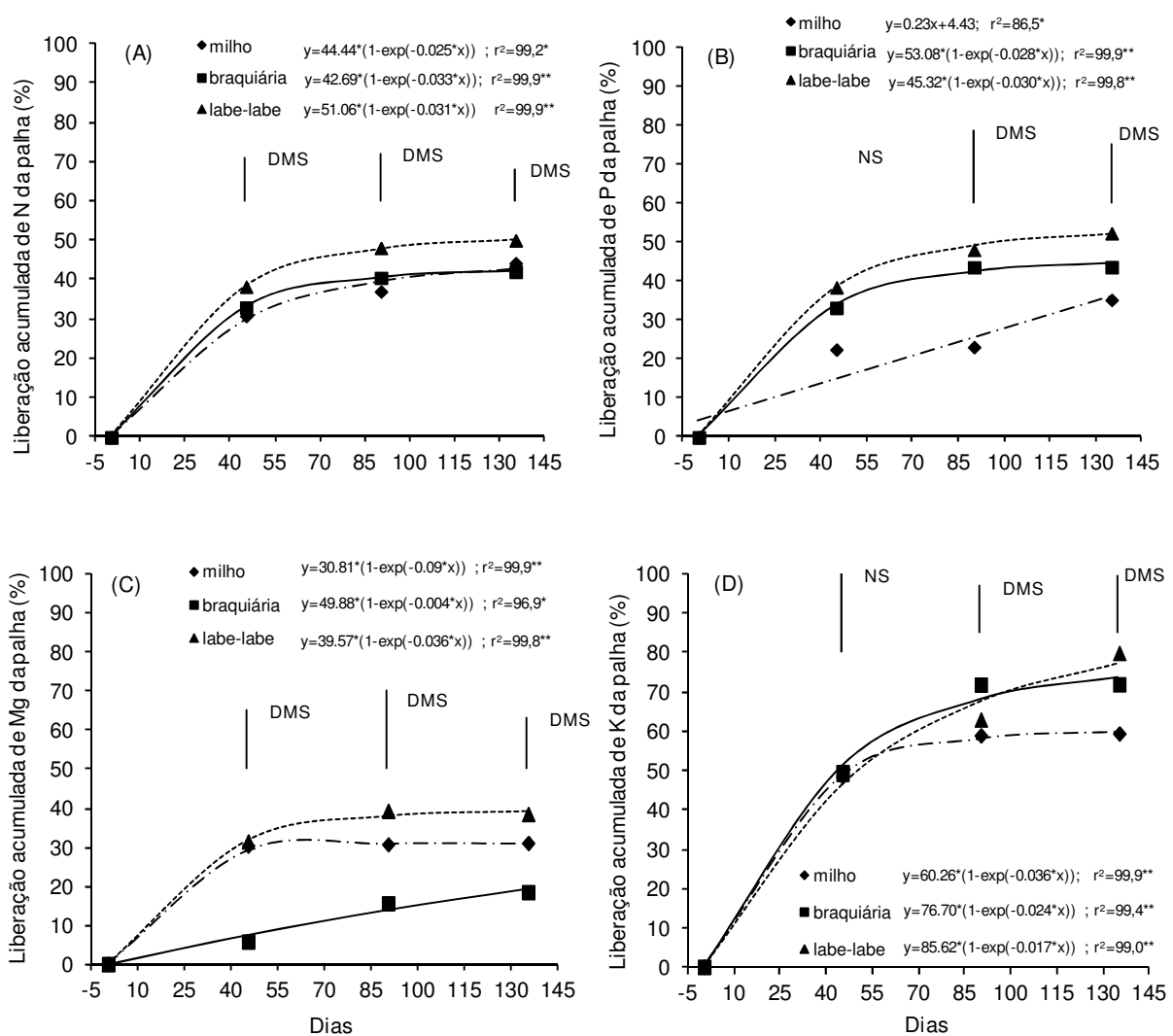


Figura 4. Liberação acumulada (em %) de N (A), P (B), K (C) e Mg (D) dos restos vegetais de milho, braquiária e labe-labe aos 45, 90 e 135 dias após a deposição das palhas sobre solo, em relação à quantidade inicial dos nutrientes contidos no tecido vegetal. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) e NS indica diferença não significativa a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. ***Significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Amado et al. (2000) avaliaram a taxa de decomposição e liberação de N dos resíduos de três

coberturas de solo, aveia, aveia+ervilhaca e ervilhaca, e verificaram que a decomposição variou

de acordo com a relação C:N dos materiais (48, 23 e 14, respectivamente), ou seja, foi mais rápida para os resíduos de menor relação C:N, assim como observado no presente experimento com a palha de labe-labe, a qual apresentou menor relação C:N (Figura 1) e maior liberação de N nos primeiros 45 dias de avaliação (Figuras 4A). Segundo o autor, o processo de decomposição dos resíduos e liberação do N ocorre em duas fases: a primeira fase reflete a decomposição rápida de componentes estruturais da planta facilmente decomponíveis (menor relação C:N) enquanto a segunda representa a decomposição lenta de materiais mais resistentes (maior relação C:N).

A utilização de leguminosas como plantas de cobertura pode ser importante para o suprimento de N às culturas subsequentes, principalmente àquelas mais exigentes, como o milho, sobretudo em solos pobres em MO e/ou em início de implantação do SSD, podendo trazer economia de fertilizantes nitrogenados. Por outro lado, a rápida decomposição dos resíduos das leguminosas, resultante da baixa relação C:N de seus resíduos, faz com que não haja boa cobertura do solo depois de dessecadas e roçadas. Além disso, o N liberado no solo antes de haver demanda compatível pela cultura sucessora, torna-o suscetível a perdas. Em trabalho realizado por Aita et al. (2004) houve maior disponibilização e perda por lixiviação de N na sucessão com ervilhaca e menor com aveia preta.

Quanto à liberação de P das palhas das espécies avaliadas (Figura 4B), observou-se que para os resíduos de braquiária e labe-labe o período de maior liberação de P foi nos primeiros 45 dias de avaliação. Já para a palha de milho a liberação de P apresentou um comportamento linear crescente durante o período de avaliação. Na avaliação realizada nas palhas coletadas aos 135 dias, constatou-se maior liberação de P da palha de labe-labe em relação à palha de milho, porém ambas as espécies não diferiram significativamente da braquiária quanto à capacidade de liberar P. Ao final do período de avaliação (135 dias) as palhas de labe-labe, braquiária e milho liberaram 52%, 45% e 35% do P acumulado no tecido vegetal. A escolha de espécies vegetais que apresentem alta capacidade de acúmulo de P na parte aérea das plantas e posterior liberação para o solo via mineralização dos compostos orgânicos consiste em uma importante estratégia para aumentar a disponibilização de P para as plantas, pois esse elemento no solo pode se transformar em formas não lábeis via processo de fixação. Foloni et al. (2008) constataram que a braquiária foi mais eficiente do que o milho na

absorção e reciclagem de P contribuindo para maior sustentabilidade nos sistema de produção.

Na avaliação da liberação de Mg da palha das espécies vegetais (Figura 4C), constatou-se que o labe-labe e o milho foram as que mais disponibilizaram Mg para o solo em todas as épocas de avaliação, com liberação acumulada ao final de 135 dias de, aproximadamente, 38% e 31%, respectivamente, superando os 19% de perda acumulada de Mg da palha de braquiária. Tanto o milho como o labe-labe apresentaram máxima perda de Mg nos primeiros 45 dias de avaliação. Já a braquiária apresentou liberação crescente até a última avaliação, ou seja, até 135 dias. Segundo Marschner (1995), 70% do Mg atua no vacúolo, sendo rapidamente liberada, uma vez que esta porção não faz parte de constituintes celulares. O restante do Mg (30%) é liberado posteriormente de forma gradual, pois faz parte de compostos estruturais das plantas.

Já o K foi o elemento com maior liberação acumulada em todas as espécies avaliadas (Figura 4D), com a maior perda de K ocorrendo logo nos primeiros 45 dias de avaliação. Ao final dos 135 dias de avaliação as palhas de labe-labe e de braquiária disponibilizaram para o solo 77% e 72%, respectivamente, do K contido inicialmente no tecido vegetal, superando significativamente a liberação de 60% de K da palha de milho. Segundo Spain e Salinas (1985), pode-se considerar um aproveitamento de 100% do K proveniente dos restos culturais, porém, perdas desse nutriente por lixiviação podem ocorrer em solos arenosos.

Giacomini et al. (2003) também observaram rápida liberação de K do tecido vegetal de aveia, ervilhaca e nabo forrageiro, com taxa de liberação do K em torno de 4,5 vezes maior do que a do P. Alguns estudos mostram a rápida velocidade de liberação do K, independente da espécie envolvida e da época do corte, e destacam que este fato provavelmente está associado à natureza do nutriente ocorrer na forma iônica nas plantas, não participando de nenhuma estrutura orgânica (TAIZ; ZEIGER, 1991). Sorato e Crusciol (2007) relatam que o K é o nutriente mais solúvel nos extratos dos resíduos vegetais.

A ação da água das chuvas, independentemente da mineralização da matéria orgânica, pode constituir fator importante na lixiviação de K de restos vegetais. Klepker e Anghinoni (1995) constataram aumento dos teores de K do solo próximo à base dos caules das plantas de milho em razão da lavagem do nutriente da parte aérea senescente no final do ciclo da cultura.

Rosolem et al. (2003) submeteram restos vegetais de seis espécies de plantas de cobertura a diferentes quantidades de chuva aplicada e observaram lixiviação considerável de K, com valores que variaram de 7 a 24 kg ha⁻¹, sem que houvesse decomposição da palha. No entanto, Calonego et al. (2005) verificaram que não mais do que 6% do total de K acumulado na parte aérea das plantas de cobertura foi lixiviado das palhas com 30 mm de chuva ocorrida 16 dias após a dessecação química das plantas de cobertura, sem que tenha ocorrido decomposição biológica dos tecidos vegetais. No entanto, verificaram aumento nas quantidades de K extraído da palha de plantas de cobertura por meio de chuva simulada à medida que o estado de senescência das plantas evoluiu após o manejo químico.

Essa elevada rapidez na disponibilização de K dos restos vegetais pode levar à lixiviação do nutriente, principalmente em solos arenosos que apresentam taxas aceleradas de infiltração de água no solo e baixa CTC. Assim, o nutriente em solução do solo fica sujeito a perdas principalmente quando a demanda da planta cultivada for menor que a

quantidade do elemento disponível. Assim, Wutke (1993) ressalta que a liberação gradual dos nutrientes da palha seria a forma ideal para evitar perdas e aumentar a eficiência de utilização do nutriente.

CONCLUSÕES

As espécies apresentaram maior redução de massa seca nos primeiros 45 dias, e a palha de labe-labe apresentou a menor persistência entre as espécies estudadas.

O período de maior liberação de nutrientes da palha foi nos primeiros 45 dias de avaliação, com exceção para o Mg na palha de braquiária e do P na palha de milho.

O K foi o elemento liberado com maior facilidade das palhas de labe-labe, braquiária e milho.

As palhas de milho e braquiária são mais indicadas para cobertura do solo, pois além proporcionar proteção do solo por mais tempo também são eficientes na reciclagem de nutrientes.

ABSTRACT: The rate of nutrient release from straw and the plant material persistence deposited on the soil are factors that will determine the success of the no tillage system. The objective of this study was to evaluate the persistence and nutrient release from crop residues of maize, brachiaria and lablab deposited on the soil surface. The experiment was installed in May 05, 2010, in the University of Oeste Paulista (Presidente Prudente-SP). We used a completely randomized design with three replicates in a 3x4 factorial design, with three plant species (lablab, maize and brachiaria) and four times of assessment after the deposition of residues on the soil (0, 45, 90 and 135 days). The plant residues were placed into litter bags of 0.20 x 0.30 m. The initial fresh weight of the lablab, maize and brachiaria residues placed within the litter bags were 200, 150 and 150 g, respectively, knowing the moisture content of each material, and consequently the initial dry matter. At each sampling time were evaluated for N, P, K and Mg of straw and dry matter percentage of each remaining material, in addition to the C: N ratios of the straw. Statistical analysis consisted of regression study and test Tukey (p<5%). The lablab straw had the lowest persistence of the species studied, reducing its dry weight by 55% after 135 days. All species had higher dry matter reduction in the first 45 days of evaluation. The potassium was the element of easiest release of the straws, with reduction from 60 to 77% of K accumulated in plant tissue. The maize and brachiaria straw are more suitable for cover crop, as well as provide soil protection for longer time, also are efficient in recycling nutrients.

KEYWORDS: *Zea mays*. *Urochloa brizantha*. *Dolichos lablab*. No tillage.

REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P.; CHIAPINOTTO, I. C.; FRIES, M. R. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I – Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 739-749, 2004.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 25-36, 2001.
- ALVES, T. dos S.; CAMPOS, LENZA, L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M.F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 179-189, 2000.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 857-865, 2000.
- ANDRIOLI, I. **Plantas de cobertura em pré-safra à cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP**. 2004. 78f. Tese (Livre-Docente) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2004.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; ZOLDAN JR, W. A.; Decomposição do resíduo de milho e variáveis relacionadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 369-375, 2004.
- BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia-preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 449-457, 2000.
- CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 99-108, 2005.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- CRUSCIOL, A.C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.
- CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 481-489, 2008.
- FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 118f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- FIORIN, J. E. **Plantas recuperadoras de fertilidade do solo**. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto, 3., Passo Fundo, Aldeia Norte, 1999. Resumos de Palestras. 92 p.
- FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES JUNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1147-1155, 2008.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.

- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A.P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 751-762, 2004.
- HOLTZ, G. P. **Dinâmica da decomposição da palhada e a distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí/PR**. 1995. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.
- KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 395-401, 1995.
- KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570p.
- LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F. de; SOUZA, C. M. A. de; Gonçalves, M. C.; Silva, M. A. G. Rotação de culturas e relações com atributos químicos e microbiológicos do solo e produtividade do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 829-842, 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MOORE, A. M., Temperature and moisture dependence of decomposition rates of hardwood and coniferous leaf litter. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 18, p. 427-435, 1986.
- MORAES, R. N. S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. 2001. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C., SILVA, E. de B., SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.
- OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. **Fertilidade do solo no sistema plantio direto**. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V. & COSTA, L. M. (Eds). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2. p. 393-486.
- OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; PENATTI, C. P.; PICCOLO, M. C. Decomposição de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2359-2362, 1999.
- PAL, D.; BROADBENT, F.E. Kinetics of rice straw decomposition in soils. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 4, n. 3, p. 256-260, 1974.

- PAULETTI, V. **A importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo.** In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 3., 1999, Cruz Alta. Palestras. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p. 56-66.
- PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PORTES, T. A.; CARBALHO, S. I. C de; OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.
- REZENDE, C. de P., R. B.; CANTARUTTI, J. M.; BRAGA, J. A.; GOMIDE, J. M.; PEREIRA, E.; FERREIRA, R.; TARRÉ, B. J. R.; MACEDO, A.S.; URQUIAGA, G.; CADISCH, K. E.; GILLER, R. M. **Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of South of Bahia, Brazil.** Nutrient Cycling in Agroecosystems, v. 54, p. 99-112. 1999.
- RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, p. 556-562, 1994.
- ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 355-362, 2003.
- SORATO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Cátions hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais mediante aplicação de calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 81-90, 2007.
- SOUZA NETO, J. M. **Formação de pastagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu com o milho como cultura acompanhante.** 1993. 58 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1993.
- SPAIN, J. M.; SALINAS, J. G. **A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1984, Ilhéus. Anais... Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1985. p. 259-299.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City, Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. 565p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).
- THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 23, n. 10, p. 1351-1361, 1993.
- TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 609-618, 2005.

TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINÈRES, M.; CHÈNEBY N.B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under non-limiting nitrogen conditions. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 3, p. 918-926, 2000.

WIEDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from "litter bags". **Ecology**, Washington, v. 63, n. 6, p. 1636-1642, 1982.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, 1997.

WUTKE, E. B. **Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo**. In: WUTKE, E. B.; BULISANE, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. (Coord.). Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônomo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p. 17-29. (Documentos, 35).