

Liberação de NPK por leguminosas e gramíneas – Análise comparativa

Bryan Schueng de Assis Santos^{1*}
Natalie Villar Freret Meurer¹

¹ Universidade Santa Úrsula, Núcleo de Biologia, Laboratório de Comportamento Animal e Conservação. Rua Fernando Ferrari, 75 – Botafogo, CEP 22231-040. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

*E-mail: bryanschuing@hotmail.com

RESUMO

A compreensão do solo, como de suas propriedades e escolhas de manejo estão diretamente relacionadas à saúde dos seres humanos. Com isso é de vital importância que práticas ecológicas e sustentáveis como adubação verde sejam usadas com mais frequência, garantindo assim a qualidade do solo, dos plantios empregados e dos alimentos colhidos. Leguminosas e gramíneas são dois grupos muito utilizados na adubação verde. Assim, o objetivo desse estudo foi realizar um levantamento bibliográfico, comparando a liberação de N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio) oriundos da adubação de gramíneas e leguminosas. Pôde-se verificar que a liberação de NPK das Leguminosas foi maior que das Gramíneas.

Palavras-chave: Qualidade do solo, Liberação de nutrientes, Matéria orgânica do solo, Decomposição orgânica, Adubação verde

ABSTRACT

The soil, its properties and management choices are directly related to the human health. Thus, it is vitally important that ecological and sustainable practices such as green manure are used more frequently, this ensuring the quality of the soil, the crops used, and the food harvested. Legumes and grasses are two groups widely used in green manuring. The aim of this study was to perform a bibliographical survey comparing the release of N (nitrogen), P (phosphorus) and K (potassium) from grass and legume fertilization. The main result until now are that legumes release more NPK than grasses.

Keywords: Soil quality, Nutrient release, Soil organic matter, Organic decomposition, Green manure

INTRODUÇÃO

O solo é um sistema essencial para o bom funcionamento e vitalidade do ecossistema terrestre, representando um balanço entre os fatores físicos, químicos e biológicos (Araújo e Monteiro, 2007). O mesmo é composto por três fases, sendo a primeira delas a fase sólida, caracterizada por um material rochoso e um orgânico, originário da decomposição vegetal e/ou animal. A segunda fase é a líquida, que corresponde à água ou solução do solo (elementos orgânicos e inorgânicos em solução). E sua última fase é a gasosa, que é variável de acordo com os gases produzidos e consumidos pelas raízes das plantas e animais (Silva et al. 2009).

O solo possui diversas propriedades particulares que irão diferenciar cada sistema, interferindo na fauna e flora associada, além da retenção e escoamento de água. As propriedades físicas do solo são representadas pela sua porosidade, sua estrutura e sua capacidade de reter e realizar o transporte de água e nutrientes. Já as propriedades químicas do solo são caracterizadas pelo seu pH, condutividade elétrica e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. E por fim, as propriedades biológicas do solo abrangem a matéria orgânica do solo (MOS), e a biomassa microbiana, que é definida como o componente vivo da MOS (Jenkinson e Ladd, 1981), incluindo fungos, bactérias e actinomicetos (Junior e Mendes, 2007). Essa biomassa é um dos

componentes que controlam o acúmulo e a decomposição da matéria orgânica (Gregorich et al. 1994).

A matéria orgânica do solo (MOS) é tida como uma das mais importantes fontes de nutrientes e energia, com capacidade de manter a produtividade dos solos (Xavier et al. 2006). Dentre os diversos benefícios gerados pelas MOS, destacam-se o maior armazenamento de C, maior complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes (Melo et al. 2015), fornecimento de energia para o crescimento microbiano, melhoria das propriedades físicas do solo (Corazza et al. 1999), aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo com as plantas e uma maior ciclagem de nutrientes (apud Paes et al. 1996).

A decomposição exerce importante papel na parte nutricional, colaboração de ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica. Alguns fatores como o ambiente, a composição dos organismos decompositores, o microclima do solo e as características dos resíduos acumulados influenciam na decomposição (Oliveira e Borszowski, 2012). As combinações desses fatores irão determinar o tempo de permanência desses resíduos no solo, tal como a taxa de liberação de nutrientes (Magan et al. 1986). Características como a temperatura, odor e cor proporcionam uma ideia do estágio de decomposição atingido, todavia métodos mais aprofundados se fazem necessários para determinar a maturação dos resíduos (Melo et al. 2015). Por isso, análises químicas são amplamente utilizadas, tais como: teor de N inorgânico, teores de lignina e polifenóis, capacidade de troca de cátions, relação entre as quantidades de carbono e nitrogênio (C/N), índices do grau de humificação da matéria orgânica (Bernal et al. 1998a). Dentre essas características, merece destaque especial a relação C/N e o teor de lignina e polifenóis. Onde, segundo Haynes (1986), resíduos com elevada relação C/N e altos teores de lignina e polifenóis sofrem uma decomposição mais lenta, formando uma cobertura morta estável que influencie beneficemente as características físicas do solo (tais como a infiltração de água, estrutura, etc.). Já resíduos com baixa relação C/N e reduzidos teores de lignina e polifenóis apresentam rápida decomposição e fornecem grandes quantidades de nutrientes para o solo.

O nitrogênio é um dos nutrientes que mais limitam o crescimento das plantas nos trópicos (Perin et al. 2004), e um dos mais requisitado pelas gramíneas (Amado et al. 2002), em contrapartida as leguminosas contêm altos teores de N em seus tecidos (Castro et al. 2004), por formarem uma associação simbiótica mutualística com fungos, que posteriormente dão origem a micorrizas, que proporcionam aumento na área explorada pelas raízes, maior capacidade de nutrição, principalmente de nitrogênio e fósforo (Ambrosano et al. 2005). E por realizarem fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FNB), com bactérias nitrificantes do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, contribuindo para nutrição das culturas subsequentes (Andreola et al. 2000; Zotarelli, 2000). Também por apresentarem uma elevada produção de biomassa, possuem um profundo sistema radicular e principalmente por possuírem baixa relação C/N (Menezes e Leandro, 2004). Já o fósforo, se encontra em maior parte na planta associada a componentes orgânicos do tecido vegetal, e sua liberação está diretamente ligada aos processos de decomposição pelos microrganismos do solo. E o potássio, é encontrado em componentes não estruturais, na forma iônica no vacúolo das células das plantas, onde é rapidamente lixiviado após o manejo das plantas de cobertura, com mínima dependência de processos microbianos (Marschner, 1995).

Dentre as diversas práticas ecológicas de manejo e conservação existentes, a adubação verde merece destaque, por se basear na utilização de plantas em consórcio ou rotação com culturas de interesse econômico (Espíndola et al. 1997). Inúmeros são os benefícios proporcionados pela adubação verde, em todos os aspectos das propriedades do solo. Esta prática agrícola proporciona o aporte de expressivas quantidades de

fitomassa no solo, protegendo-o de agentes climáticos (Perin et al. 2003) elevando os teores de matéria orgânica, favorecendo o desenvolvimento de organismos no solo, atividade biológica (Kirchner et al. 1993; Filser, 1995; Perin, 2001; Duda et al. 2003), influenciando sua agregação, porosidade, retenção de umidade, taxa de infiltração da água, aumento de trocas catiônicas, maiores retenções de nutrientes junto as partículas do solo, diminuindo perdas por lixiviação (Kiehl, 1985; Espíndola et al. 2004). Sendo assim, espécie utilizada na adubação verde devem apresentar tais características, como: alta capacidade de rebrota, potencial de fixação biológica de nitrogênio atmosférico, tolerância ao corte, crescimento rápido, fácil estabelecimento no campo e seus resíduos serem de fácil decomposição (Palada et al. 1992).

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico sobre liberação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no solo, fazendo uma comparação entre leguminosas (Fabaceae) e gramíneas (Poaceae).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado através de um levantamento bibliográfico em diferentes fontes de busca, sendo elas: A base de dados da pesquisa agropecuária – Embrapa, Google Scholar (Google acadêmico) e Repositório institucional UNESP. Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves para uma maior objetividade e direcionamento de procura: Qualidade do solo / *Soil quality*; Liberação de nutrientes / *Nutrient release*; Matéria orgânica do solo / *Soil organic matter*; Decomposição orgânica / *Organic decomposition*; Adubação verde / *Green manure*; Nitrogênio, fósforo e potássio / *Nitrogen, phosphorus and potassium*; Leguminosas e gramíneas / *Legumes and grasses*.

Foram considerados trabalhos de 1981 até 2017. Onde com as palavras-chaves e fontes de busca mencionadas anteriormente, somaram um total de 238. 193. Desse total, apenas artigos relacionados aos grupos taxonômicos de Gramíneas e Leguminosas, tal como liberação dos macronutrientes NPK pelas mesmas, foram levados em consideração. Foram levantados 57 trabalhos, subdivididos em ordem de importância (Tabela I). Onde 20 foram relacionados a liberação de NPK do grupos das leguminosas e gramíneas (Tabela II)

Tabela I – Qualificação e quantificação dos trabalhos levantados para análise comparativa da liberação de nutrientes no solo.

Tipo de Trabalho	Quantidade
Artigos publicados em periódicos nacionais	30
Artigos publicados em periódicos internacionais	17
Teses, Dissertações, Monografias	4
Documentos, Circulares técnica, Boletins de pesquisa	5
Livros	1

Tabela II- Descrição dos trabalhos analisados quanto ao autor, ano de publicação, grupo vegetal que foi estudado e nutrientes analisados.

Autor	Ano	Grupo	NPK
Holtz	1995	Gramíneas	N-P
Caretta	2002	Gramíneas	N
Amado	2003	Gramíneas	N
Crusciol	2008	Gramíneas	N-P-K
Oliveira	2012	Gramíneas	N-P-K
Perin	2003	Leguminosas	N-P-K

Alves	2004	Leguminosas	N-P
Crusciol	2005	Leguminosas	N-P-K
Salmi	2006	Leguminosas	N-P-K
Lima	2007	Leguminosas	N-P-K
Rodrigues	2011	Leguminosas	N
Viola	2013	Leguminosas	N-P-K
Neto	2017	Leguminosas	N-P-K
Torres	2005	Leg / Gram	N
Wisniewski	1997	Leg / Gram	N-P
Aita	2001	Leg / Gram	N
Aita	2003	Leg / Gram	N
Giacomini	2003	Leg / Gram	P-K
Menezes & leandro	2004	Leg / Gram	N
Perin	2004	Leg / Gram	N-P-K

RESULTADOS

Dos 57 trabalhos levantados, foram analisados 20 relacionados a liberação de NPK, sendo que oito abordam a liberação destes macronutrientes pelas leguminosas, cinco das gramíneas e sete de ambos os grupos.

A liberação dos macronutrientes das Leguminosas (Tabela III) se mostrou em média homogênea. O nitrogênio apresentou a menor média de liberação, sendo equivalente a $73 \pm 15\%$ do material total decomposto em kg/ha ($n=8$). Já o fósforo apresentou um percentual médio de $74 \pm 13\%$ em kg/ha ($n=7$) e o potássio de $80 \pm 21\%$ em kg/ha ($n=5$) (Figura 1).

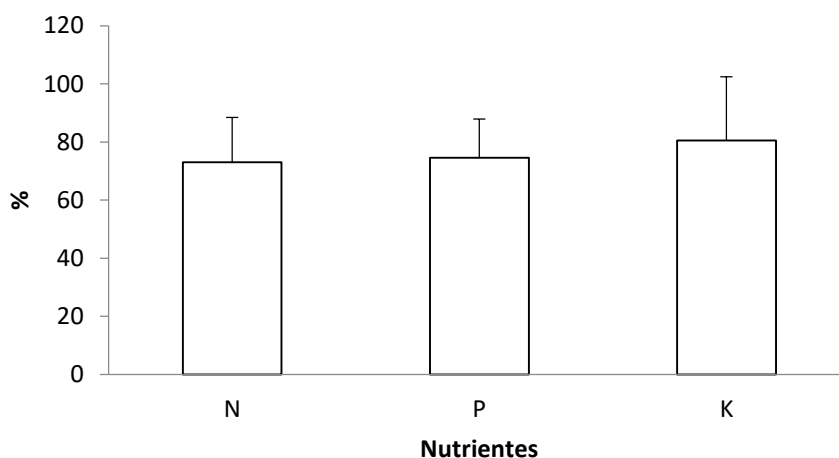


Figura 1 – Liberação de N-P-K do grupo das leguminosas.

Já a liberação de N-P-K nas Gramíneas (Tabela III) apresentou valores consideravelmente menores, sendo de $56 \pm 12\%$ de nitrogênio ($n=6$), $0,78 \pm 0,02\%$ de fósforo ($n=4$) e $0,44 \pm 0,6\%$ de potássio ($n=3$) do material total decomposto em kg/ha (Figura 2).

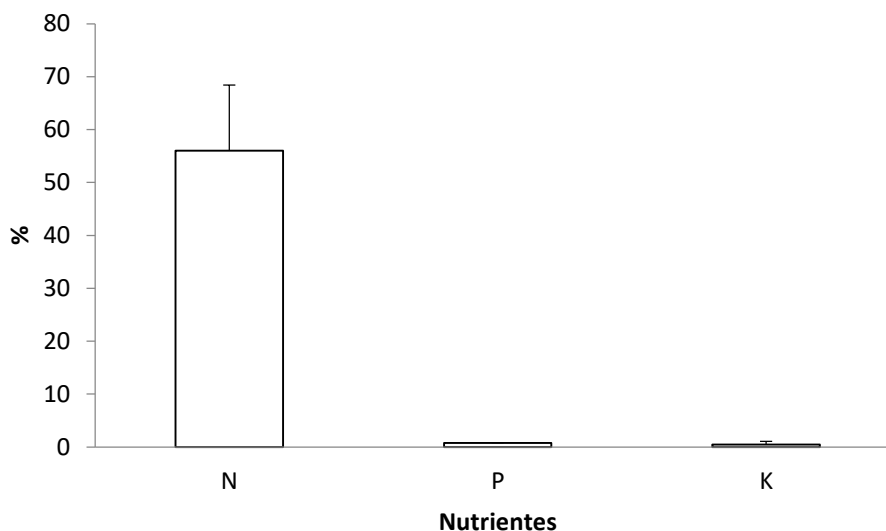


Figura 2 – Liberação de N-P-K do grupo das gramíneas.

Tabela III – Autores, métodos de análise utilizados, grupos taxonômicos, porcentagem de liberação de N-P-K, tempo e peso.

Autor	Metodologia	Grupo	N	P	K	Tempo	Peso
Oliveira (2012)	Thomas e Asakawa (1993)	Gramíneas	54%	80%	87%	118 dias	0.100000 kg
Crusciol (2008)	Malavolta et al. (1997)	Gramíneas	1.52%	0.43%	1,02%	N- 35 DAM P- 53 DAM k- 13 DAM	2.953 kg
Holtz (1995)	Hildebrand et al. (1976)	Gramíneas	50%	77%	-----	370 dias	16.600 kg
Torres (2005)	Hildebrand (1976)	Leguminosas e Gramíneas	Média 89,4 kg/ha	-----	-----	213 dias	-----
Wisniewski (1997)	Hildebrand et al. (1976)	Leguminosas e Gramíneas	75%	85%	-----	365 dias	9.800 kg
Aita (2003)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas e Gramíneas	46%	-----	-----	152 dias	10.770 kg
Salmi (2006)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas	60%	65%	65%	183 dias	208.1 kg
Alves(2004)	Tedesco (1982)	Leguminosas	2.57%	0.21%	-----	150 dias	11.000 kg
Amado (2003)	Tedesco et al. (1995)	Gramíneas	74%	-----	-----	730dias	240 kg
Aita (2001)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas e Gramíneas	85%	-----	-----	730 dias	5.228 kg
Viola (2013)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas	1.91%	0.19%	4.61%	365 dias	5.774 kg
Lima (2007)	Malavolta (1997)	Leguminosas	0.46%	0.03%	0.57%	-----	5.480 kg
Cruciol (2005)	Malavolta (1997)	Leguminosas	1.36%	0.20%	0.85%	365 dias	2.938 kg
Menezes e Leandro (2004)	Menezes e Leandro (2004)	Leguminosas e Gramíneas	0,02%	0.00%	0.00%	90 dias	13.029 kg
Perin (2004)	Braga e Defelippo (1975) e Jackson (1958)	Leguminosas e Gramíneas	3.27%	0.35%	2.56%	100 dias	0.00934 kg
Perin	Bremner e Mulvaney (1982) e					730 dias	20.000 kg

(2003)	Bataglia et al. (1983)	Leguminosas	2.86%	1.23%	-----		
Ceretta (2002)	Tedesco et al. (1995)	Gramíneas	94%	-----	-----	365 dias	0.00516 kg
Giacomini (2003)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas e Gramíneas	-----	10.6 kg/ha	73 kg/ha	182 dias	-----
Rodrigues (2011)	Rezende et al. (1999)	Leguminosa	69,1%	-----	-----	68 dias	0.2 kg
Neto (2017)	Malavolta et al. (1997)	Leguminosa	90%	84%	96%	181 dias	4.720 kg

Tabela IV – Equivalência da liberação de N-P-K em gramas.

Autor	Metodologia	Grupo	N	P	K	Tempo	Peso
Oliveira (2012)	Thomas e Asakawa (1993)	Gramíneas	0.01g	0.004g	0.03g	118 dias	0.100000 kg
Crusciol (2008)	Malavolta et al. (1997)	Gramíneas	45.000 g	12.700 g	30.000 g	N- 35 DAM P- 53 DAM k- 13 DAM	2.953 kg
Holtz (1995)	Hildebrand et al. (1976)	Gramíneas	48.000 g	8.000 g	-----	370 dias	16.600 kg
Torres (2005)	Hildebrand (1976)	Leguminosas e Gramíneas	89.400 g	-----	-----	213 dias	-----
Wisniewski (1997)	Hildebrand et al. (1976)	Leguminosas e Gramíneas	97.000 g	10.000 g	-----	365 dias	9.800 kg
Aita (2003)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas e Gramíneas	36.000 g	-----	-----	152 dias	10.770 kg
Salmi (2006)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas	208.10 g	8.160g	34.100 g	183 dias	208.1 kg
Alvez (2004)	Tedesco (1982)	Leguminosas	283.00 g	23.000 g	-----	150 dias	11.000 kg
Amado (2003)	Tedesco et al. (1995)	Gramíneas	65.000 g	-----	-----	730dias	240 kg
Aita (2001)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas e Gramíneas	137.00 g	-----	-----	730 dias	5.228 kg
Viola (2013)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas	111.00 g	11.000 g	266.00 g	365 dias	5.774 kg
Lima (2007)	Malavolta (1997)	Leguminosas	25.400 g	1.800 g	31.400 g	-----	5.480 kg
Cruciol (2005)	Malavolta (1997)	Leguminosas	40.000 g	5.800 g	25.000 g	365 dias	2.938 kg
Menezes e Leandro (2004)	Menezes e Leandro (2004)	Leguminosas e Gramíneas	2.080 g	170 g	170 g	90 dias	13.029 kg
Perin (2004)	Braga e Defelippo (1975) e Jackson (1958)	Leguminosas e Gramíneas	305.04 g	32.48 g	239.28 g	100 dias	0.00934 kg
Perin (2003)	Bremner e Mulvaney (1982) e Bataglia et al. (1983)	Leguminosas	57.237 g	247.00 g	-----	730 dias	20.000 kg
Ceretta (2002)	Tedesco et al. (1995)	Gramíneas	99.000 g	-----	-----	365 dias	0.00516 kg
Giacomini (2003)	Tedesco et al. (1995)	Leguminosas e Gramíneas	-----	10.600 g	73.000 g	182 dias	-----

Rodrigues (2011)	Rezende et al. (1999)	Leguminosa	9.300 g	-----	-----	68 dias	0.2 kg
Neto (2017)	Malavolta et al. (1997)	Leguminosa	125.00 0g	23.500 g	61.000 g	181 dias	4.720 kg

DISCUSSÃO

A princípio vemos os valores de liberação de N-P-K das leguminosas maiores que a liberação para as gramíneas. Tais resultados eram esperados, tendo em vista que as leguminosas possuem altos teores de N em seus tecidos (Castro et al. 2004), principalmente em função da tríplice simbiose no sistema planta-bactéria-fungo (Ambrosano et al. 2005), e pela realização da fixação biológica do nitrogênio atmosférico (FBN). Como os valores de P e K terem variado tanto de um grupo para o outro, depende basicamente das formas de manejo utilizadas nos trabalhos levantados relacionado a liberação destes macronutrientes. Onde se sabe que a liberação de P no solo, está diretamente ligada a processos de decomposição realizados por microrganismos, tal como direta influência da composição dos organismos decompositores presentes, as características dos resíduos acumulados e consequentes microclima estabelecido no solo. Como K, que é liberado após o manejo das plantas utilizadas na cobertura. A liberação desses nutrientes é dependente do correto manejo e arranjo das condições necessárias para a decomposição dos resíduos vegetais (Magan et al. 1986; Marschner, 1995; Oliveira e Borszowskei, 2012).

Diferenças entre os trabalhos levantados relacionados a liberação de NPK eram significativas, onde alguns dos trabalhos avaliaram somente a quantidade necessária para análise química e outros o processo de decomposição e consequente liberação de macronutrientes em toda sua área de estudo. Onde após feita a equivalência, utilizando o peso total de cada estudo, para aqueles que o apresentaram foi verificado que a liberação de N-P-K no grupo das leguminosas foram praticamente semelhantes, tendo ocorrido pouca variância de um macronutriente para o outro. A menor liberação dentre os três veio do nitrogênio. Que alcançou valor semelhante, mas ainda inferiores aos encontrados por Wisniewki e Holtz (1997), em seu trabalho que avaliou a liberação de ambos os grupos vegetais. Quanto para a liberação de fósforo e potássio os valores tiveram um percentual médio, superando os valores encontrados por Salmi (2006) para os dois elementos, alcançados no presente estudo, 74% e 80%, respectivamente. E se aproximando dos resultados de Neto (2017) quanto ao fósforo e inferior quanto ao potássio.

Quanto a liberação de N-P-K no grupo das gramíneas os valores encontrados no nitrogênio são significativamente maiores que os valores de fósforo e potássio. Corroborando com o valor encontrado na liberação de nitrogênio por Holtz (1995) e Oliveira (2012). Quanto aos valores de fósforo, diferem dos encontrados por Perin (2004) e Crusciol (2008), e superando em quantidade a liberação deste nutriente. E para o resultado do potássio teve seu valor semelhante aos do encontrados por Crusciol (2008).

Tais parâmetros sustentam a utilização da adubação verde como benéfica para a biodiversidade e propriedades do solo. Onde com a rotação de culturas e principalmente com corretas, estruturadas e minuciosas técnicas de manejo se alcança qualidade no solo, plantio, colheita e alimentação. Tendo se observado que é oriundo das leguminosas (Fabaceae) os resíduos de melhor qualidade, que trazem os melhores resultados; contudo, é das gramíneas (Poaceae) a produção de resíduos com maior permanência (Ambrosano et al. 2005).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aita C, Basso CJ, Cereta CA, Gonçalves C, Da Ros CO. Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho. *R Bras Ci Solo* 2001;25: 157-165.
- Aita C, Giacomini SJ. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. *R Bras Ci Solo* 2003;27: 601-612.
- Alves SMC, Abboud ACS, Ribeiro RLD, Almeida DL. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. *Pesq Agropec Bras* 2004 Nov; 25: 1111-1117.
- Amado TJC, 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 sistema plantio direto. *R Bras Ci Solo* 2002;26: 241-248.
- Amado TJC, Santi A., Acosta JAA. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. *R Bras Ci Solo* 2003;26: 1085-1096.
- Ambrosano EJ, Guirado N, Cantarella H, Rossetto R, Mendes PCD, Rossi F, Ambrosano GMB, Arévalo RA, Schammas EA, Júnior IA, Foltran DE. Plantas para a cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. *Encarte de informações agronômicas* 2005 Dez;112: 1-16.
- Andreola F, Costa LM, Olszewski N, Jucksch I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *R Bras Ci Solo* 2000;24: 867-874.
- Araújo ASF, Monteiro RTR. Biological indicators of soil quality. *Biosci J* 2007 Set; 23: 66-77.
- Arf O, Silva LS, Buzetti S, Alves MC, Sá ME, Rodrigues RAF, Hernandez FBT. Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. *Bragantia* 1999;58(2): 323-334.
- Ashad MA, Coen GM. Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. *J Altern Agricul* 1992; 25-31.
- Bernal MP, F'aredes C, Bnchez-Monedero MAA, Cegarra J. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Department of Soil and Water Conservation and Organic Waste Management: Murcia*; 1988a.
- Castro CM, Alves BJR, Almeida DL, Ribeiro RLD. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. *Pesq Agropec Bras* 2004 Ago;39(8): 779-785.
- Ceretta CA, Basso CJ, Herbes MG, Poletto N, Silveira MJ. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. *Ciência Rural* 2002;32: 49-54.
- Corazza EJ, Silva JE, Resck DVS. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação a vegetação de cerrado. *R Bras Ci Solo* 1999;23: 425-432.
- Cruciol CAC, Cottica RL, Lima EV, Andreotti M, Moro E, Marcon E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. *Pesq Agropec Bras* 2005;40:161-168.
- Cruciol CAC, Moro E, Lima EV, Andreotti M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. *Bracatinga* 2008;67(2): 481-489.
- Derpsch R, Sidiras N, Heinzmann FX. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesq Agropec Bras* 1985 Jul;20(7): 761-773.
- Doran JW. Soil quality and sustainability. [Congresso Brasileiro de Ciências do Solo; 1997; Rio de Janeiro, Brasil].

- Duda GP, Guerra JGM, Monteiro MT, De-Polli H, Teixeira MG. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. *Scientia Agrícola* 2003;60: 139-147.
- Espindola JAA, Almeida DL, Guerra JGM. Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica. Embrapa Agrobiologia: Rio de Janeiro; 2004.
- Espindola JAA, Guerra JGM, Almeida DL. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Embrapa Agrobiologia: Rio de Janeiro; 1997.
- Filser J. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. *Biol Fertil Soils* 1995;19(4): 303-308.
- Giacomini SJ, Aita C, Hübner AP, Lunkes A, Guidini E, Amaral EB. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesq Agropec Bras* 2003a;38: 1097-1104.
- Gregorich EG, Carter MR, Angers DA, Monreal CM, Ellert BH. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canad J Soil Sci* 1994;74: 367-385.
- Haynes RJ. The decomposition process: Mineralization, immobilization, hummus formation and degradation. Academic Press 1986; 52-176.
- Heinzmann FX. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. *Pesq Agropec Bras* 1985 Set;20(9): 1021-1030.
- Holtz GP. Dinâmica da decomposição da palhada e da distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí - PR. Dissertação [Mestrado em Ciências Agrárias] - Universidade Federal do Paraná; 1995.
- Jenkinson DS, Ladd JN. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. *Soil Biochemistry* 1981;5: 415-471.
- Júnior FBR, Mendes IC. Biomassa microbiana do solo. Embrapa Cerrados 2007; 205: 40.
- Karlen DL, Mausbach MJ, Doran JW, Cline RG, Harris RF, Schuman GE. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci* 1997;61: 4-10.
- Kiehl EJ. Manual de edafologia. CERES: São Paulo; 1979.
- Kiehl EJ. Fertilizantes orgânicos. CERES: Piracicaba; 1985.
- Kirchner MJ, Wollum AG, King LD. Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems. *Soil Sci Soc Amer J* 1993;57(5): 1289-1295.
- Lal R, Pierce FJ. The vanishing resource. *Soil Manag Sustain* 1991; 1-5.
- Larson WE, Pierce FJ. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. 1994. 37-51.
- Lima JD, Aldrighi M, Sakai RK, Soliman EP, Moraes WS. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. *Pesq Agropec Trop* 2007;37: 60-63.
- Magan N, Hand P, Kirkwood A, Lynch JM. Establishment of microbial inocula on decomposing wheat straw in soil of different water contents. *Soil Biochem* 1989;21(1): 15-22.
- Marschner H. Functions of mineral nutrients: macro-nutrients. *Miner Nutrit Higher Plants* 1995;2: 229-12.
- Melo LS, COSTA, TLS, SANTOS, TLS, NUNES, MUC. Avaliação de métodos alternativos de compostagem para biodegradação da casca de coco verde. [V Seminário de Iniciação Científica e Pós-Graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2015 30 Ago; Sergipe].
- Menezes LAS, Leandro WM. Avaliação de espécies de cobertura do solo com potencial de uso em sistemas de plantio direto. *Pesq Agropec Trop* 2004;34: 173-180.

- Neto JF , Crusciol C, Soratto, R, Costa, C, Castro, GSA. Persistence and release of macronutrients and silicone of pigeonpea as a function of fragmentation. *Colloquium Agrarie* 2017 Abr;13(1): 43-53.
- Oliveira DL, Borszowskei PR. Taxa de decomposição da palhada de trigo e liberação de N-P-K em sistemas de plantio direto no município de Ponta Grossa-PR. *Rev Technoeng* 2012;5.
- Palada MC, Kang BT, Claassen SL. Effects of alley cropping with *Leucane leucocephala* and fertilizer application on yield of vetables crops. *Agroforestry Systems* 1992;19: 139-147.
- Perin A. Desemprenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo. Dissertação [Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo] - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2001.
- Perin A, Santos RHS, Urquiaga S, Guerra JGM, Cecon PR. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesq Agropec Bras* 2004;39(1): 35-40.
- Perin A, Guerra JGM, Teixeira MG. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. *Pesq Agropec Bras* 2003;38: 791-796.
- Resende FV, Souza LS, Oliveira PSR, Gualberto R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. *Ciênc Agrotec* 2005 Fev;29(1): 100-105.
- Rodrigues LB, Rodrigues MC, Araújo, JBS, Santos RHS. Decomposição de *Crotalaria juncea* como adubo verde para cafeeiros. [VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2011 22 - 25 Agosto; Araxá, Minas Gerais].
- Salmi GP, Salmi AP, Abboud ACS. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. *Pesq Agropec Bras* 2006 Abr; 41(4): 673-678.
- Santana DP. Qualidade do solo: Uma visão holística. *Boletim informativo - Sociedade Brasileira de ciência do Solo* 2002 Jun;27(2).
- Silva FM, Chaves MS, Lima ZM. *Geografia Física II*. EDUFRRN: Natal; 2009.
- Tedesco MJ. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Universidade federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre; 1985.
- Torres JLR, Pereira MG, Andrioli I, Polidoro JC, Adelar JF. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo do cerrado. *R Bras Ci Solo* 2005;29: 609-618.
- Vezzani FM, Mielniczuk J. Uma visão sobre a qualidade do solo. *R Bras Ci Solo* 2009;33(4): 743-755.
- Viola R, Benin G, Cassol LC, Pinnow C, Flores MF, Bornhofen E. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto. Dissertação [Programa de Pós-Graduação em Agronomia] - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR); 2013.
- Wisniewki C, Holtz GP. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. *Pesq Agropec Bras* 1997;32(11): 1191-1197.
- Xavier FAZ, Maia StMF, Oliveira TS, Mendonça ES. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na chapada da Ibiapaba-CE. *R Bras Ci Solo* 2006;30: 247-258.
- Zotarelli L. Balanço de nitrogênio na rotação de culturas em sistema de plantio direto e convencional na região de Londrina-PR. Dissertação [Mestrado] - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2000.