

Variedades de cultivares utilizadas como adubo verde no cultivo do milho (*Zea mays* L): Uma revisão integrativa da literatura

Wellington Fabricio dos Santos Orlandi^{1*}, Francisco Carlos da Silva²

¹Graduando em Agronomia, Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná - UniSL. E-mail: wellingtonorlandi472@gmail.com.

²Professor Orientador, Doutor em Biologia Celular e Molecular. Centro universitário São Lucas Ji-Paraná - UniSL. Email: francisco.carlos@saolucasjiparana.edu.br

*Autor correspondente: Wellington Fabricio dos Santos Orlandi. Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná. Av. Engenheiro Manoel Barata, Bairro Aurélio Bernardes, Ji-Paraná-RO, Brasil. E-mail: wellingtonorlandi472@gmail.com.

Resumo

A cultura do milho é considerada de produtividade média baixa no Brasil em função das características edafoclimáticas e custos de produção. Em função disso, vários autores destacam que nos últimos anos tem aumentado o interesse pela adoção de práticas sustentáveis como a implantação de adubos verdes, objetivando a incorporação de nutrientes ao sistema produtivo. Diante disso, os objetivos deste estudo foi demonstrar as variedades de maior potencial utilizadas na adubação verde e a eficiência da utilização de adubos verdes na cultura do milho. O estudo foi desenvolvido através de uma revisão integrativa da literatura utilizando estudo publicados a partir do ano 2000 nas plataformas Scielo, Google acadêmico, Orgprints e EMBRAPA. Os resultados demonstraram que 17 estudos trataram diretamente sobre o tema onde os autores discutem que a adubação verde tem sido utilizada como complemento a adubação convencional na cultura do milho por ser uma prática satisfatória para a manutenção das características física, química e biológica do solo, contribuindo com sua fertilidade e aumento da produtividade de grãos da cultura. Os estudos demonstraram ainda que as leguminosas se destacam como variedades mais indicadas para esta prática sendo a *Crotalaria juncea* a espécie mais promissora. Outra revelação importante demonstrada por este estudo é à diversificação de espécies que podem ser utilizadas como adubação verde, no entanto, deve-se levar em consideração as características fitotécnicas das plantas. Assim, conclui-se que a adubação verde pode ser uma alternativa para otimizar os custos, aumentar a produtividade e prover maior sustentabilidade no sistema produtivo do milho.

Palavras-chave: Adubação verde. Conservação do solo. Cultura do milho.

Abstract

The corn crop is considered of low average productivity in Brazil due to soil and climate characteristics and production costs. As a result, several authors point out that in recent years there has been increased interest in the adoption of sustainable practices such as the implementation of green manures, aiming at the incorporation of nutrients into the production system. Therefore, the objectives of this study were to demonstrate the most potential varieties used in green manure and the efficiency of the use of green manures in corn. The study was developed through an integrative literature review using studies published from the year 2000 on Scielo, Google academic, Orgprints and Embrapa platforms. The results showed that 17 studies dealt directly with the subject where the authors argue that green manure has been used as a complement to conventional manuring in corn, as it is a satisfactory practice for the maintenance of the physical, chemical and biological characteristics of the soil, contributing with its fertility and increase in crop grain yield. The studies also showed that legumes stand out as the most suitable varieties for this practice, with *Crotalaria juncea* being the most promising species. Another important revelation demonstrated by this study is the diversification of species that can be used as green manure, however, the phytotechnical characteristics of the plants must be taken into account. Thus, it is concluded that green manure can be an alternative to optimize costs, increase productivity and provide greater sustainability in the corn production system.

Keywords: Green manure. Soil conservation. Corn culture

1. Introdução

Entende-se como adubação verde o cultivo de diferentes espécies vegetais em uma mesma área, em sucessão ou de forma simultânea com o objetivo principal de melhorar o perfil nutricional do solo (NASCIMENTO *et al.*, 2017). O uso de plantas que fixam o Nitrogênio (N) da atmosfera, ou que reciclem de camadas mais profundas do solo para a superfície, é tida como uma excelente estratégia para suprir a quantidade do mesmo que é requerida por culturas como a do milho, pois o N mantido na forma orgânica corre menos risco de perdas por lixiviação ou volatilização, tornando sua assimilação mais lenta (LÁZARO *et al.*, 2013). Para Nascimento *et al.*, (2017) as plantas da família Fabaceae são as mais usadas na adubação verde por possuírem um grande potencial em fixar o nitrogênio atmosférico no solo. Plantas como as leguminosas constitui uma importante maneira de adicionar N e reciclar outros nutrientes para outras culturas devido a liberação lenta e em sincronia com as necessidades das mesmas (ARAÚJO *et al.*, 2005).

O uso de diferentes espécies principalmente de leguminosas para adubação verde tem sido de grande importância por viabilizar o processo de conservação da qualidade nutricional do solo e melhorar o perfil de matéria orgânica (PACHECO *et al.*, 2021). É sempre de maior preferência aquelas variedades que produzam maior volume de matéria seca, e que auxiliam para redução da infestação de pragas e doenças e que possuam sementes relativamente uniformes e fáceis de semear (CALEGARI, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2017).

As culturas de coberturas utilizadas para criar palhada para o sistema de semeadura direta, também possuem um importante papel na ciclagem dos nutrientes, tanto dos adicionados através de fertilizantes minerais quanto dos originários da mineralização da matéria orgânica do solo, além disso, para Calegari (2010) o uso de diversas espécies auxiliam para a redução da infestação de pragas.

Para cultura do milho é fundamental a disponibilidade do N por ser o nutriente de maior absorção pela cultivar e o que mais influencia na produtividade de grãos (SOUZA & LOBATO, 2004). A utilização de espécies antecessoras a cultura do milho, capazes de fornecer nitrogênio pela fixação simbiótica ou reciclagem de nutrientes, é importante para a manutenção da produtividade (LÁZARO *et al.*, 2013). Assim, os objetivos deste estudo foram demonstrar através de uma revisão integrativa da literatura as variedades de maior potencial utilizadas na adubação verde e demonstrar a eficiência da utilização de adubos verdes na cultura do milho.

2. Metodologia

Este estudo foi realizado através de uma revisão integrativa da literatura. As fases desta revisão foram: definição do tema e desenho do estudo, critérios para a seleção dos estudos, pesquisa e avaliação dos dados, interpretação dos resultados e produção da revisão. O levantamento dos artigos foi realizado nos principais periódicos indexados na base de dados SciELO, Orgprints.org, Google Acadêmico e página da EMBRAPA, utilizando-se os descritores: adubação verde, conservação do solo, cultura do milho, correspondentes ao idioma do banco de dados consultado. Os critérios de inclusão para a seleção do estudo foram: artigos científicos,

incluindo pesquisas originais e revisões, disponíveis eletronicamente, divulgados nas línguas portuguesa, inglesa ou espanhola, em periódicos nacionais e internacionais, publicados a partir do ano de 2000. Os critérios de exclusão foram artigos em duplicidade, dissertação, teses, resumos, e qualquer um destes que não respondesse à problemática desta pesquisa.

3. Desenvolvimento

Por meio das buscas realizadas, foram encontrados 81 artigos que estavam de acordo os critérios de inclusão e possuíam os descritores selecionados, no entanto, após a leitura dos resumos (Figura 1), desse total, 65 artigos não possuíam relação direta com o estudo em pauta, estavam indexados em mais de uma base de dados ou estavam duplicados.

Deste modo, restaram 17 artigos, dentre estes, 9 publicações estavam indexadas na base de dados Scielo, 2 Google acadêmico, 2 ORGPRINTS e 3 nas publicações da EMBRAPA.

A cultura do milho no Brasil, vem passando por importantes mudanças tecnológica nos últimos anos, resultando em aumentos significativos da produtividade e produção. Dentre o que pode ser feito destaca-se a necessidade da melhoria na qualidade dos solos que está relacionado ao manejo adequado incluindo práticas como rotação de culturas, plantio direto, manejo da fertilidade através da calagem, adubação de macro e micronutrientes utilizando fertilizantes químicos e principalmente orgânicos como adubação verde (LAZARO *et al.*, 2013).

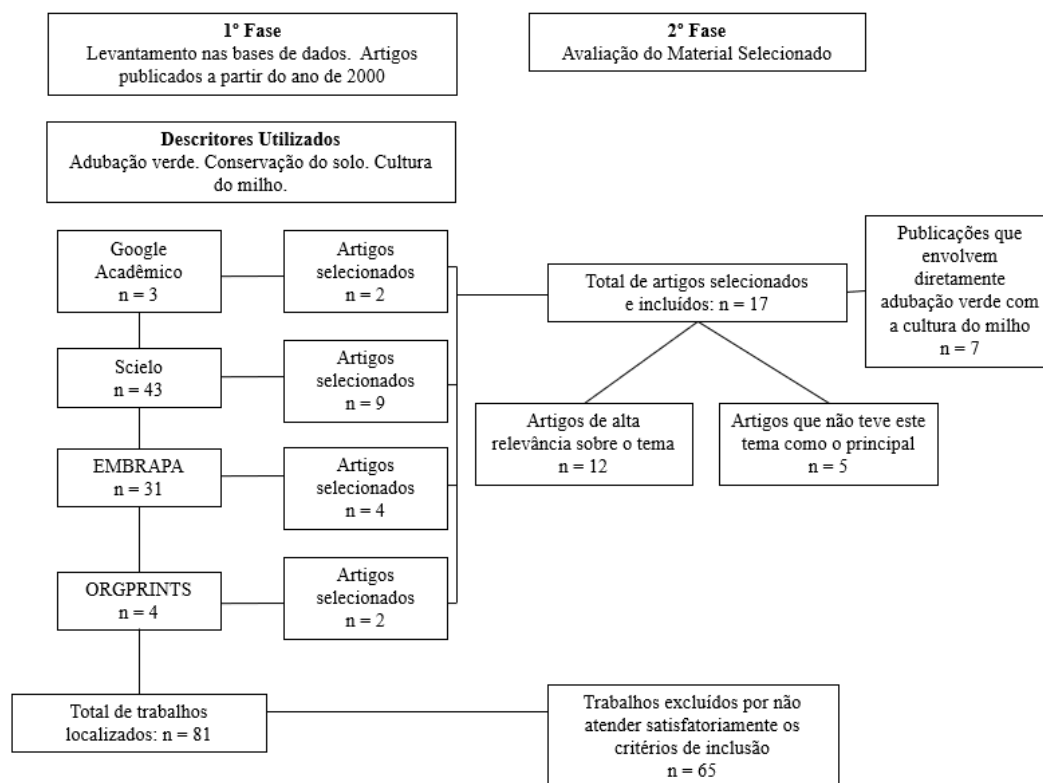


Figura 1: Esquema representativo seleção dos artigos.

O aumento da produtividade do milho está relacionada a disponibilidade de N, P, K, Ca e Mg sendo sua maior exigência por N, K, Ca, Mg e P que pode ser de origem orgânica a partir da adubação verde (CHIEZA *et al.*, 2013). De acordo com essa revisão, dentre as variedades de maior potencial utilizadas na adubação verde a *Crotalaria juncea* apresenta por ser capaz de extrair os nutrientes N, P, K, Mg, B, Mn e Zn do solo (FONTANÉTTI *et al.*, 2006). Variedades como ervilhaça peluda, tremoço branco, nabo forrageiro, azevém, aveia preta, centeio e pousio invernal, também possuem efeito significativo quando usados isoladamente, isto é, responderam significativamente as produtividades de

fitomassa e são diferentes entre as espécies. O guandu, leguminosa que também pode ser utilizada como adubação verde, demonstra ter potencial de desenvolvimento em solo pobre em P, apresentando capacidade de solubilizar P de fontes pouco solúveis (POTT *et al.*, 2007).

Espindola *et al.*, (2006), listam algumas variedades de leguminosas também relevantes que podem ser usadas como na adubação verde e suas características edafoclimáticas. De acordo com os autores, ao determinar as variedades de leguminosas para uso na adubação verde deve-se considerar suas devidas características fitotécnicas (Tabela 1).

Tabela 1: Leguminosas empregadas como adubo verde e suas exigências edafoclimáticas (ESPINDOLA *et al.*, 2006 - ADAPTADA).

Nome popular	Nome específico	Exigências edafoclimáticas
Centrosema Cudzu-tropical Sesbânia	<i>Centrosema pubescens</i> <i>Pueraria phaseoloides</i> <i>Sesbania sesban</i>	Adaptadas às baixadas úmidas
Chícharo Ervilhaca-comum Tremoço-branco Trevo-branco Trevo-vermelho	<i>Lathyrus sativus</i> <i>Vicia sativa</i> <i>Lupinus albus</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Trifolium pratense</i>	Adaptadas às condições de frio
Caupi Cunhã Estilosantes Feijão-bravo-do-ceará Feijão-mungo Galáxia Guandu	<i>Vigna unguiculata</i> <i>Clitoria ternatea</i> <i>Stylosanthes guianensis</i> <i>Canavalia brasiliensis</i> <i>Vigna radiata</i> <i>Galactia striata</i> <i>Cajanus cajan</i>	Adaptadas às condições de déficit hídrico
Cudzu-tropical Feijão-de-porco	<i>Pueraria phaseoloides</i> <i>Canavalia ensiformis</i>	Adaptadas às condições de sombreamento
Amendoim-forrageiro Crotalaria Cudzu-tropical Feijão-bravo-do-ceará Feijão-de-porco Guandu Indigófera Mucuna-preta	<i>Arachis pintoi</i> <i>Crotalaria juncea</i> <i>Pueraria phaseoloides</i> <i>Canavalia brasiliensis</i> <i>Canavalia ensiformis</i> <i>Cajanus cajan</i> <i>Indigofera spp.</i> <i>Mucuna aterrima</i>	Adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo

Siratro

*Macrottilium
atropurpureum*

O uso da adubação verde tem se tornado uma alternativa viável e se caracteriza por ser uma prática conservacionista que pode ser inserida no sistema de produção do milho. Apesar da importância da adubação verde nas culturas, é fundamental analisar quais espécies de fato são adequadas para este fim, e que realmente agregam vantagens ao sistema produtivo, considerando as condições da espécie bem como o seu potencial (AMADO *et al.*, 2002; PADOVAN *et al.*, 2013).

Sobre a eficiência da utilização de adubos verdes na cultura do milho, que em algumas regiões tem baixa produtividade, é fundamental analisar as condições da espécie, seu potencial para este fim e o custo benefício para o sistema produtivo. A baixa produtividade do milho em algumas regiões do Brasil está relacionada às condições edafoclimática, sendo necessário a adoção de tecnologias com o intenso uso de insumos que deixa oneroso o sistema produtivo (CHIEZA *et al.*, 2013). Neste contexto adotar manejo que melhore o custo benefício é de grande importância, prática que vem aumentando de maneira considerável nos últimos anos. O uso da adubação verde disponibiliza matéria orgânica rica em nutrientes, melhora as características físicas do solo (CHIEZA *et al.*, 2013), favorece a reciclagem de nutrientes podendo incorporar o N ao sistema por meio da fixação biológica de nitrogênio, uma ótima alternativa para melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo (CASTRO, 2004; SILVA *et al.*, 2011; LEAL *et al.*, 2012).

A variedade de leguminosas crotalária (*Crotalaria juncea*), descrita anteriormente, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e

mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), favorecem consideravelmente o aumento do número de propágulos infectivos dos fungos micorrízicos arbusculares MA nativos do solo (ESPINDOLA *et al.*, 2006), tornando importante a adoção de práticas de manejo do solo afim de favorecer o aumento da população de fungos MA nativos na rizosfera.

Além na melhora das características químicas, físicas e biológicas do solo, alguns estudos demonstram a eficiência de variedades usadas como adubo verde no controle de fitopatógenos. As leguminosas herbáceas empregadas como adubos verdes têm apresentado efeitos positivos no controle de doenças radiculares, sobre tudo no controle de nematóides. Estudo usando o consórcio entre quiabo e *C. juncea* mostra-se capaz de reduzir a incidência de nematóides, em comparação com o monocultivo (RIBAS *et al.*, 2002). Para cultura do milho a leguminosa *C. juncea* também apresenta um grande potencial para prover nitrogênio, quando cultivada no verão e manejada no tempo certo, proporcionando produção de grãos igual à do monocultivo do cereal com adubação nitrogenada de cobertura (CHIEZA *et al.*, 2017). Estes mesmos autores chamam atenção sobre os efeitos negativos do consórcio entre a cultura do milho e alguma outra variedade como adubo verde, à produção do milho, bem como à produção de massa vegetal, se as espécies que compõem o sistema não forem semeadas e manejadas no intervalo adequado à época e à região.

5. Considerações Finais

De acordo com esta revisão literária, percebe-se através da visão dos autores

consultados que a adubação verde como complemento a adubação convencional na cultura do milho se caracteriza por uma prática que possui capacidade satisfatória para a manutenção das características física, química e biológica do solo, contribuindo com sua fertilidade e aumento da produtividade de grãos da cultura. As leguminosas se destacam como variedades mais indicadas para esta prática sendo a *Crotalaria juncea* a espécie mais promissora por apresentar maior produção de matéria seca e os maiores acúmulos dos nutrientes N, P, K, Mg, B, Mn e Zn, necessários para cultura do milho.

Percebe-se ainda que a adubação verde se caracteriza por trazer resultados satisfatórios para a manutenção da fertilidade do solo a médio e longo prazo. Outro fator relevante observado nesta revisão e que deve ser levado em consideração pelos produtores, se relaciona à diversificação de espécies utilizadas como adubação verde. O uso de somente uma espécie vegetal pode ocasionar os mesmos problemas da monocultura, podendo potencializar a infestação de pragas.

6. Declaração de conflito de interesse

Nada a declarar.

7. Referências AMADO, T. J. C.;

MIELNICZUK, J.; AITA, C.

Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832002000100025>

ARAÚJO, A.S.F. DE; TEIXEIRA, G.M.; CAMPOS, A.X. DE; SILVA, F.C.; AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O. Utilização de nitrogênio pelo trigo cultivado

em solo fertilizado com adubo verde (*Crotalaria juncea*) e/ou uréia. **Ciência Rural**, v.35, p.284-289, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000200006>

CALEGARI, ADEMIR. Diversificação de sistemas produtivos através do uso adequado de plantas de cobertura, rotação de culturas no sistema plantio direto Londrina. **IAPAR**, Londrina-PR. 2010.

CASTRO, C. M. D., ALVES, B. J. R., ALMEIDA, D. L. D., RIBEIRO, R. D. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 779-785, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000800008>

CHIEZA, E. D., LOVATO, T., ARAÚJO, E. D. S., TONIN, J. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1393-1401, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000500028>

CHIEZA, E. D., GUERRA, J. G. M., ARAÚJO, E. D. S., ESPÍNDOLA, J. A., FERNANDES, R. C. Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, v. 64, p. 189-196, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201764020012>

ESPINDOLA, J. A., GUERRA, J. G., DE-POLLI, H., DE ALMEIDA, D. L., ABOUD, A. D. S. Adubação verde com

leguminosas. Brasília, DF: **Embrapa Infomação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, 2005.

FONTANÉTTI, A., CARVALHO, G. J. D., GOMES, L. A. A., ALMEIDA, K. D., DE MORAES, S. R. G., TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura brasileira**, v. 24, p. 146-150, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200004>

LÁZARO, R. D. L., COSTA, A. C. T. D., SILVA, K. D. F. D., SARTO, M. V. M., DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 10-17, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000100008>

LEAL, M. A. D. A., GUERRA, J. G. M., PEIXOTO, R. T. D. G., ALMEIDA, D. L. D. Desempenho de crotalária cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. **Revista Ceres**, v. 59, p. 386-391, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000300014>

NASCIMENTO, M. R., JAEGGI, M. E. P. C., SALUCI, J. C. G., GUIDINELLE, R. B., PEREIRA, I. M., ZACARIAS, A. J., SOUZA, M. N. Efeito da adubação verde na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 698, 2017.

PACHECO, E., BARROS, I. D., SOBRAL, L., BARRETO, A., FERNANDES, M. Manejo e conservação do solo em sistemas de produção de grãos no bioma Mata Atlântica do Nordeste brasileiro. **Embrapa**

Gado de Leite-Capítulo em livro científico (ALICE), 2021.

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I.S.; CARNEIRO, L.F.; MOITINHO, M.R.; SALOMÃO, G.B.; RECALDE, K.M.G. Pré-cultivos de adubos verdes ao milho em agroecossistemas submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato grosso do Sul. **Revista brasileira de Agroecologia**, n. 8, v. 3, p. 3-11, 2013.

POTT, C. A.; MÜLLER, M., M. L.; BERTELLI, P. B. Adubação verde como alternativa agroecológica para recuperação da fertilidade do solo Green manuring as an agroecological alternative for the recovery of soil fertility. **Ambiência**, v. 3, n. 1, p. 51-63, 2007.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D. Adubação verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, 2002. 4 p.

SILVA, A. G. D. B., GUERRA, J. G. M., GONÇALVES JUNIOR, M., COSTA, J. R., ESPÍNDOLA, J. A. A., ARAÚJO, E. D. S. Desempenho agrônômico de mucuna-verde em diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 603-608, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000600005>

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 129-144.