

**PRODUÇÃO DE MILHO NO VERÃO APÓS CULTIVO DE LEGUMINOSAS COMO**  
**ADUBOS VERDES**

**GISELE RABELO SALOMÃO**

**PRODUÇÃO DE MILHO NO VERÃO APÓS CULTIVO DE LEGUMINOSAS COMO  
ADUBOS VERDES**

**GISELE RABELO SALOMÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Carlos Sergio Tiritan

633.15  
S171p

Salomão, Gisele Rabelo.

Produção de milho no verão após cultivo de leguminosas como adubos verdes / Gisele Rabelo Salomão. – Presidente Prudente, 2015.  
(31)f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2015.

Bibliografia.

Orientador: Carlos Sergio Tiritan

1. Milho. 2. Sucessão de cultura. 3. Nitrogênio.  
I. Título.

**GISELE RABELO SALOMÃO**

**PRODUÇÃO DE MILHO NO VERÃO APÓS CULTIVO DE LEGUMINOSAS COMO  
ADUBOS VERDES**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Presidente Prudente, 30 de novembro de 2014.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Carlos Sergio Tiritan  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente - SP

---

Prof. Dr. Edeimar Moro  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente - SP

---

Prof. Dr. Diego Henrique Santos  
Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo-CODASP.  
Presidente Prudente - SP

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos que acreditaram em mim, em especial minha família.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus. Agradeço também a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a realizar esse trabalho, em especial ao meu orientador Dr. Carlos Sérgio Tiritan. Agradeço em especial também ao Paulinho e ao Eduardo Silas Dória.

## RESUMO

### **Produção de milho no verão após cultivo de leguminosas como adubos verdes**

A utilização da adubação verde para estabelecer a diversidade e o equilíbrio do sistema de produção é um dos paradigmas da agricultura moderna. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de milho, após o cultivo de leguminosas. As espécies utilizadas foram lab-lab (*Dolichos lablab*), estilosantes Campo Grande (*Stylosantes capitata* + *Stylosantes macrocephala*), mucuna preta (*Stylobium aterrimum*) e crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), o trabalho foi realizado entre setembro de 2013 a maio de 2014, conduzido a campo na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). O milho foi semeado no espaçamento de 0,90 m entrelinhas, perfazendo aproximadamente 50.000 plantas por hectare após o plantio das leguminosas. Os tratamentos constaram de uma testemunha, e quatro espécies de adubos verdes. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Avaliou-se parte aérea das leguminosas aos 90 dias, para avaliação de massa seca e determinação do N total da parte aérea. Para a produtividade do milho foi analisado o stand, altura da planta, número de espigas, grãos por espiga e peso de cem grãos. Verificou-se que todas as leguminosas contribuíram para um acréscimo de produtividade.

**Palavras chave:** Zea Mays; Produção de Massa Verde; Nitrogênio; Sucessão de Cultura.

## **ABSTRACT**

### **Corn production in the summer after cultivation of legumes as green manure**

The use of green manure to establish the diversity and balance of the production system is one of the paradigms of modern agriculture. The objective of this study was to evaluate the corn crop production after the legume crop. The species used were lab-lab (*Dolichos lablab*), estilosantes Campo Grande (*Stylosantes capitata* + *Stylosantes macrocephala*), velvet bean (*Stylobium aterrimum*) and juncea (*Crotalaria juncea*), the work was carried out between September 2013 and May 2014, led the field at the Faculty of Agricultural Sciences, University of West Paulista (UNOESTE). Corn was sown in 0.90 m spacing between lines, totaling approximately 50,000 plants per hectare after planting the legumes. The treatments consisted of a witness, and four species of green manure. The experimental design was a randomized block design with split plots and four replications. We evaluated the aerial part of pulses at 90 days for dry matter evaluation and determination of the N total part area. For corn yield was analyzed the stand, plant height, number of ears, grains per spike and weight of a hundred grains. It was found that all pulses contributed to an increase in productivity.

**Key-words:** Zea Mays; Green Mass Production; Nitrogen; Succession Culture.



## LISTA DE TABELA

TABELA 01	Resultados da produção massa seca e nitrogênio de lab-lab, mucuna, estilosantes e crotolária por hectare.....	22
TABELA 02	Número e plantas de milho, após cultivo de leguminosas.....	22
TABELA 03	Altura de plantas de milho (em metro) e altura da inserção de espiga, após cultivo de leguminosas.....	23
TABELA 04	Diâmetro do colmo de plantas de milho e diâmetro da espiga, após cultivo de leguminosas.....	24
TABELA 05	Peso de espigas de milho (em grama) e peso de cem sementes, após cultivo de leguminosas.....	25
TABELA 06	Produtividade de milho por hectare, cultivado após plantio de adubos verdes.....	25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>09</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>A cultura do milho (zea mays)</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>ADUBAÇÃO VERDE</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Eficiência dos métodos de adubação verde</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>leguminosas herbáceas utilizadas como adubo verde</b> .....	<b>18</b>
3.2.1	Lab–lab ( <i>dolichos lablab</i> ).....	18
3.2.2	Estilosantes campo grande ( <i>stylosanthes capitata e s. macrocephala</i> ) .....	18
3.2.3	Mucuna preta ( <i>styzolobium aterrimum</i> ) .....	19
3.2.4	Crotalaria juncea ( <i>crotalaria juncea</i> ).....	19
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>22</b>
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A adubação verde é uma técnica agrícola que está sendo muito utilizada pelos agricultores por ser uma das mais baratas fontes de matéria orgânica para o solo, visto que o esterco animal é uma ótima fonte de matéria orgânica, atualmente escassa.

Essa técnica consiste na produção de cobertura morta ou viva sobre o solo e pode ser realizado com diversas espécies vegetais, porém a preferência é pela utilização das leguminosas, por destacar a sua capacidade de fixar nitrogênio da atmosfera para as raízes. Esse processo é chamado de simbiose, onde ocorre pelas bactérias simbióticas.

O nitrogênio é um dos elementos mais importante para que a planta tenha altas produções. Na atmosfera encontra-se 80% desse elemento, mas a planta não consegue capturar esse nitrogênio devido estar na forma gasoso  $N_2$ , somente algumas bactérias que conseguem capturar. Uma delas é a bactéria do gênero *Rhizobium* que é chamada de fixadoras de  $N_2$ , ou seja, que consegue fazer fixação biológica de nitrogênio-FBN, elas conseguem transformar o  $N_2$  em  $NH_3$  ou em aminoácidos que a planta consegue utilizar (LESSA, 2007).

As leguminosas atuam na reciclagem de nutrientes, pois consegue buscar nutrientes nas camadas profundas do solo, e disponibilizar esses nutrientes para serem aproveitados nos cultivos subsequentes, podendo essas espécies ser semeadas também em rotação de culturas, sucessão ou consorciação. Essa cultura beneficia não só os cultivos, mas o meio ambiente e as propriedades físicas químicas e biológicas do solo.

A cultura do milho é considerada uma das mais importantes e antigas culturas agrícolas do mundo, devido ao seu alto potencial de produção e sua composição química e nutricional.

No Brasil este cereal é cultivado em quase todas as regiões, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, sendo essas regiões responsáveis pelo maior percentual de produção do País. A cultura do milho é dividida em duas safras, verão e inverno.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013) A produção total esperada de milho em 2014 foi de 76,3 milhões de toneladas, queda de 5,3% em relação a 2013.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do milho (*zea mays*)

Segundo dados da CONAB 2014/2015, há uma expectativa de um pequeno aumento na safra de milho em todo o Brasil, em relação ao ano passado, ou seja, passando de 78,69 milhões de toneladas para 79,90 milhões de toneladas. Com as exportações de 2014 já definidas em 20,65 milhões de toneladas, estima-se que para 2015 venham a ser de aproximadamente 20,00 milhões de toneladas; valor um pouco abaixo do ocorrido no ano anterior devido à redução de área e consecutiva diminuição de produção (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO, 2014).

A cultura do milho destaca-se por apresentar relevância na economia a nível mundial e pelo seu potencial de crescimento no Brasil. Isto porque o milho é o principal componente na alimentação de aves, suínos e bovinos, com cerca de 70% do volume utilizado nas rações (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO, 2014).

Além disso, de acordo com o conselho de informações sobre biotecnologia, o milho também é fundamental na viabilidade de outras culturas, como a soja e o algodão. Por meio da rotação de culturas, o milho minimiza possíveis problemas como nematoide de galha, nematoide do cisto e doenças, como o mofo branco, entre outras, dando sustentabilidade para diferentes sistemas de produção em muitas regiões agrícolas do Brasil e do mundo. O milho é a terceira cultura mais plantada no mundo. No Brasil, é colhido, em média, 13 milhões de hectares a cada safra, o que coloca o País como o terceiro no ranking mundial de área cultivada (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2007).

Portanto, o cultivo desse cereal, sem dúvidas, é e será muito significativo para o crescimento econômico do agronegócio brasileiro. Além da cultura se encontrar em ótimo período de comercialização devido, principalmente, a demanda do mercado externo. Para garantir bons resultados na produção de milho, alguns fatores devem ser bem analisados pelo produtor. Características da propriedade, tecnologia disponível, época de semeadura e controle de pragas e doenças fazem parte do conjunto para a boa produtividade. Aliada a esses fatores,

destaca-se a colaboração de assistência técnica disponibilizada por empresas regionais especializadas, que irá garantir dedicação e atenção necessária sobre cultivo, evitando perdas e garantindo bons resultados na produção de milho (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA, 2007).

O Brasil é o 3º maior produtor mundial de milho, 74,0 milhões de toneladas, enquanto os EUA e a China (1º e 2º lugares) apresentam 356,4 e 222,0 milhões de toneladas, respectivamente.

Apesar de o melhoramento genético ter colocado no mercado brasileiro híbridos de alta produtividade, o maior problema encontrado para alavancar a produção de milho é a falta de adubação, ou quando adubado, ela ocorre numa quantidade que não supre a necessidade da planta (OSUNA; MORO, 1995).

Anualmente, novas cultivares de milho são disponibilizadas no mercado, sendo que, na safra de 2004/05, 230 cultivares foram comercializadas no Brasil. Cerca de 32 novas cultivares foram lançadas, substituindo 35 que deixaram de ser comercializadas, demonstrando a dinâmica dos programas de melhoramento (CRUZ et al., 2007).

Normalmente, as novas cultivares disponibilizadas no mercado apresenta elevado potencial genético, além de outras vantagens relativas a aspectos fitossanitários, físicos e fisiológicos, capazes de proporcionar altas produtividades. Para isso, uma série de informações, como o seu comportamento em relação às principais doenças, tipo de híbrido, ciclo, região de adaptação cor e textura de grãos, época de semeadura e densidade de plantas recomendada é fornecida, para que os agricultores possam explorar ao máximo o potencial genético dessas cultivares (CRUZ et al., 2007).

Segundo Duarte Júnior e Coelho (2007) o desenvolvimento da produção e do mercado do milho devem ser analisados, preferencialmente, sob a ótica das cadeias produtivas ou dos sistemas agro-industriais (SAG). O milho é insumo para produção de uma centena de produtos, porém na cadeia produtiva de suínos e aves são consumidos aproximadamente 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil. Assim sendo, para uma melhor abordagem do que está ocorrendo no mercado do milho torna-se importante, além da análise de dados relativos ao produto milho "per si", também uma visão, ainda que superficial, do panorama mundial e nacional da produção e consumo da carne

de suíno e de frango e de como o Brasil se posiciona neste contexto, para que seja possível o melhor entendimento das possibilidades futuras do milho no Brasil.

Os principais consumidores são o Japão (16,5 milhões de t em 2005), Coréia do Sul (8,5 milhões de t em 2005), México (6,0 milhões de t em 2005) e Egito (5,2 milhões de t em 2005). Outros importadores relevantes são os países da Sudeste de Ásia (2,9 milhões de t em 2005) e a Comunidade Europeia (2,5 milhões de t em 2005). Nestes dois últimos casos, além das importações ocorre um grande montante de trocas entre os países que compõem cada um destes blocos (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2007).

Em termos de suprimento mundial, a situação torna-se delicada diante do amplo potencial de crescimento da indústria de etanol, principalmente nos Estados Unidos, onde o milho é a matéria-prima básica do bicomcombustível. Os Estados Unidos são responsáveis por quase 70% das exportações mundiais do grão. Com boa parte do excedente de milho norte-americano direcionado à produção de etanol, no médio e longo prazo haverá uma menor participação dos Estados Unidos nas exportações mundiais, abrindo-se um imenso espaço para o Brasil ocupar parte deste mercado. Estima-se que em 2017 as exportações mundiais de milho atingirão 105,8 milhões de toneladas e a participação dos Estados Unidos será restrita a 50% (SOLOGUREM, 2013).

Pelo fato de o Brasil ter uma das produtividades mais baixas entre os exportadores de milho, o preço do produto brasileiro é mais alto do que o do mercado internacional. Choques de produtividade serão, assim, necessários para reduzir o custo de produção. No contexto atual, a introdução da biotecnologia é fundamental ao Brasil. É importante lembrar que o milho ainda é, em parte, uma cultura de subsistência no País, e não tem um foco comercial tão elevado quanto nos Estados Unidos e na Argentina. O foco comercial ganha importância justamente quando a produtividade é alta e precisa-se escoar o excedente produzido, utilizando geralmente a exportação (SOLUGUREN, 2013).

A baixa produtividade média de milho no Brasil (3.175 kg por hectare) não reflete o bom nível tecnológico já alcançado por boa parte dos produtores voltados para lavouras comerciais, uma vez que as médias são obtidas nas mais diferentes regiões, em lavouras com diferentes sistemas de cultivos e finalidades (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2007).

O milho é cultivado em praticamente todo o território, sendo que 90 % da produção concentraram-se nas regiões Sul (43 % da produção), Sudeste (25 % da produção) e Centro - Oeste (22% da produção). A participação dessas regiões em área plantada e produção vêm se alterando ao longo dos anos (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2007).

### 3 ADUBAÇÃO VERDE

Para Melo Filho, Richetti e Parizoto (1996) os solos em que o milho é cultivado normalmente apresentam alta capacidade de fixação de fósforo (P) e isto, aliado à alta exigência dessa cultura por esse nutriente, torna o estabelecimento de formas e fontes de adubação fundamental.

De acordo com Silva et al. (2009) a adubação verde com proporciona vantagens, como a economia com fertilizantes nitrogenados, grande rendimento por área, sistema radicular profundo, que ajuda a descompactar o solo, sendo que associada a rotação de culturas pode ser citada como benéfica à melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, ao controle de plantas daninhas, bem como ao de doenças e pragas, à reposição de restos orgânicos, e à proteção do solo contra a ação dos agentes climáticos; é recomendável usar espécies das plantas fixadoras de nitrogênio com sistema radicular profundo ou abundante, espécies capazes de aproveitar os fertilizantes residuais das culturas comerciais.

Segundo Deladermina et al. (2010) a adubação verde consiste numa prática capaz de manter a fertilidade do solo, colaborando para o aumento da produtividade agrícola. No entanto, não se devem esperar respostas imediatas uma vez que os benefícios oriundos da adição de matéria orgânica ao solo são mais significativos a médio e longo prazo. A adição regular de resíduos de adubos verdes aos vários solos e ambientes agroecológicos dos trópicos contribui para a conservação do solo e da água, promovendo, principalmente, a melhoria da estrutura que favorece a aeração e a infiltração de água no solo, permitindo uma maior penetração das raízes, proteção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. As leguminosas são as plantas preferidas para a formação da matéria orgânica do solo em virtude da grande massa produzida por unidade de área, da sua riqueza em elementos minerais, do seu sistema radicular bastante ramificado e profundo, da capacidade de mobilização dos nutrientes do solo e, principalmente, da possibilidade de aproveitamento do nitrogênio atmosférico.

A época de semeadura mais adequada é aquela que faz coincidir o período de floração com os dias mais longos do ano e a etapa de enchimento de grãos com o período de temperaturas mais elevadas e alta disponibilidade de radiação solar. Isto, considerando satisfeitas as necessidades de água pela planta.



Nas condições tropicais, devido à menor variação da temperatura e do comprimento do dia, a distribuição de chuvas é que geralmente determina a melhor época de semeadura. No Sul do Brasil, o milho geralmente é plantado de agosto a setembro e, à medida que se caminha para os estados do Centro Oeste e Sudeste, a época de semeadura varia de outubro a novembro. Resultados de pesquisa mostram que atraso na época de plantio além dos meses de setembro - outubro resulta em redução no ciclo da cultura e no rendimento de grãos (EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA, 2006).

No Brasil Central, mais especificamente na região dos Cerrados, embora o cultivo do milho seja feito em diversas condições climáticas, considerando a variabilidade temporal e espacial do clima, pode-se observar que, durante todo o ciclo da cultura, a temperatura é superior a 15 °C e não ocorrem geadas. A temperatura noturna, em alguns locais, é elevada (maior que 24 °C), o que afeta o desempenho das plantas, principalmente no período coincidente com aquele entre emborrachamento e grão leitoso, reduzindo a produtividade.

De forma geral, pode-se dizer que, nessa região, a melhor época de semeadura é entre setembro e novembro, dependendo do início das chuvas.

A produtividade, geralmente, é mais alta quando as condições do tempo permitem o plantio em outubro. Depois disso há uma redução no ciclo da cultura e queda no rendimento por área. Trabalhos de pesquisa no Brasil Central mostram que, dependendo da cultivar, atraso do plantio a partir da época mais adequada (geralmente em outubro) pode resultar em redução no rendimento em até 30 kg de milho por hectare por dia. Obviamente, muitas vezes esse atraso não depende do produtor, por razões diversas. Cabe a ele elaborar seu planejamento de plantio de forma a não atrasá-lo por negligência ou por desconhecimento, pois assim estará perdendo dinheiro e comprometendo seu negócio.

Excetuando-se as elevadas altitudes, onde o que determina a época de plantio é a temperatura, no Brasil Central, o que define a época de plantio é a distribuição das chuvas. O uso consuntivo de água para o milho durante seu ciclo varia de 500 e 800mm, dependendo das condições climáticas dominantes. A água é absorvida diferencialmente com o estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura. Vale a pena ressaltar que o déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética, que está associada diretamente à produção de grãos e sua importância varia com o estágio fenológico em que se encontra a planta. Pesquisas

mostram que dois dias de estresse hídrico podem reduzir até 20% de produtividade e que estresse hídrico de quatro a oito dias diminui a produção em mais de 50%. Considera-se, ainda, que o período que vai da iniciação floral até o desenvolvimento da inflorescência e o período do pendramento até a maturação são as fases críticas do déficit hídrico. Em resumo, a época de semeadura é determinada em função das condições ambientais (temperatura, distribuição das chuvas e disponibilidade de água do solo) e da cultivar (ciclo, fases da cultura e necessidade térmicas das cultivares). Ainda com respeito ao clima, deve-se levar em consideração a radiação solar e a intensidade e frequência do veranico nas diferentes fases fenológicas da cultura (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2007).

Por ser plantado no final da época recomendada, o milho safrinha tem sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e por fortes limitações de radiação solar e temperatura, na fase final de seu ciclo. Além disso, como o milho safrinha é plantado após uma cultura de verão, a sua data de plantio depende da época do plantio dessa cultura e de seu ciclo. Assim, o planejamento do milho safrinha começa com a cultura do verão, visando liberar a área o mais cedo possível. Quanto mais tarde for o plantio, menor será o potencial e maior o risco de perdas por seca e/ou geadas (EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA, 2006).

O milho é a gramínea mais sensível à variação na densidade de plantas. Para cada sistema de produção, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos. A população ideal para maximizar o rendimento de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas  $\text{há}^{-1}$ , dependendo da disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, ciclo da cultivar, época de semeadura e espaçamento entre linhas (SANGOI, 2000). Vários pesquisadores consideram o próprio genótipo como principal determinante da densidade de plantas (SILVA et al., 1999 apud CRUZ et al., 2007). Ainda de acordo com esses autores, o aumento da densidade de plantas até determinado limite é uma técnica usada com a finalidade de elevar o rendimento de grãos da cultura do milho. Porém, o número ideal de plantas por área é variável, uma vez que a planta de milho altera o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intraespecífica proporcionado pelas diferentes densidades de planta.

Atualmente, a redução no espaçamento entre linhas e o aumento da densidade de plantio é uma realidade na cultura de milho, no Brasil, encontrando-se

no mercado, inclusive, plataformas adaptáveis às colhedoras, que realizam a colheita em espaçamentos de até 0,45 m (CRUZ et al., 2007).

As vantagens do uso de menores espaçamentos entre fileiras estão relacionadas com maior rendimento, cobertura mais rápida do solo, favorecendo uma maior supressão das plantas daninhas e conseqüente redução de reinfestação, maior absorção de luz solar e menor perda de água por evaporação, maior eficiência das plantas na absorção de água e nutrientes, melhor qualidade de plantio, mediante menor velocidade de rotação dos sistemas de distribuição de sementes e maximização da utilização de plantadoras, uma vez que diferentes culturas poderão ser plantadas com o mesmo espaçamento, permitindo maior praticidade em menor tempo (EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA, 2006).

### **3.1 Eficiência dos Métodos de Adubação Verde**

Segundo Torres, Pereira e Fabian (2008) geralmente as plantas de adubos verdes ou de culturas de cobertura, usadas para formar palhada para o sistema de semeadura direta (SSD), desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes, tanto daqueles adicionados por meio dos fertilizantes minerais e não aproveitados pelas culturas comerciais, quanto daqueles provenientes da mineralização da matéria orgânica do solo.

Atualmente, as culturas de cobertura e a cultura antecessora constituem-se um dos critérios para a recomendação de N para o milho em SSD no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (AMADO; MILNICZUK; AITA, 2002). Sousa e Lobato (2004) recomendam, entre os critérios para determinação da dose de N a ser recomendada para o milho, que se utilize um fator específico para gramíneas ou leguminosa, para estimar a contribuição do N proveniente de resíduos das três últimas culturas de verão, além do teor MOS. Estudos demonstraram que o aumento de 20% no aproveitamento do N dos fertilizantes minerais pelos cereais representaria, mundialmente, uma economia de mais de U\$ 4,7 bilhões por ano (RAUN; JOHNSON, 1999).

O uso da crotalária juncea é uma opção da adubação verde, sendo que em estudo realizado por Castro, Almeida e Ribeiro (2004) obteve-se os seguintes resultados: A crotalaria apresentou o maior acúmulo de N quando comparada ao milheto e a vegetação espontânea. Para Santos et al. (2010) a cobertura viva com

leguminosas perenes como no caso da *Macrotyloma axillare* e *Mucuna aterrina*, proporciona melhorias das condições do solo e controle da infestação de plantas daninhas com redução dos custos de produção por diminuição de aplicação de fertilizantes nitrogenados e de herbicidas.

### 3.2 Leguminosas herbáceas utilizadas como adubo verde

#### 3.2.1 Lab–lab (*dolichos lablab*)

Segundo Formentini (2008) a leguminosa lab-lab é originária da África e é anual ou bianual, tem em seu hábito o crescimento trepador (cipó), seu ciclo do plantio ao pleno florescimento é de 120 a 150 dias. Tem em seu ciclo de produtividade 15 a 30 toneladas de massa verde e de 3 a 6 toneladas de massa seca, fixa entre 120 a 240 kg de N ha<sup>-1</sup>. A leguminosa lab-lab se desenvolve melhor em solos drenados e férteis, mas ela é empregada com êxito como adubação verde para restauração de terras pobres. Ela é utilizada também como forragem nos meses de inverno. Não tolera o fogo e o frio excessivo e por ser uma leguminosa não muito agressiva, é boa para consórcio com culturas plantadas em espaçamento menores, cujo crescimento inicial é um tanto lento e por isto exige uma capina inicial. É suscetível às vaquinhas (*Cerotoma sp.*, *Diabrotica speciosa*), percevejos, carunchos e é boa hospedeira de nematoides formadores de galhas.

#### 3.2.2 Estilosantes campo grande (*stylosanthes capitata* e *s. macrocephala*)

Para Formentini et al. (2008) o estilosantes Campo Grande é uma planta anual ou bianual, ela é uma mistura de duas espécies de leguminosas, ***Stylosanthes capitata*** e ***S. macrocephala***, foram coletadas em solos de areia quartzosa e de fertilidade baixa. São remanescentes de alguns experimentos anteriores e que após muitos estudos e vários multicruzamentos, enfim teve sua seleção definida. Sendo ela um composto de duas espécies forrageiro podemos dizer que a ***Stylosanthes macrocephala*** possui o seu crescimento mais na horizontal com folhas pontiagudas e flores na sua maioria amarelas. Já o ***Stylosanthes capitata***, possui hábito de crescimento vertical.

O Estilosantes Campo Grande produz anualmente algo em torno de 12 a 13 toneladas de matéria seca e fixa ao redor de 180 kg de nitrogênio por ano, sendo usado para consórcio com gramíneas para pastejo, mas pode usado para adubação verde em consórcio com culturas perenes (FORMENTINI et al., 2008).

### 3.2.3 *Mucuna* preta (*styzolobium aterrimum*)

Entre as várias espécies de mucuna as principais são mucuna anã (*Mucuna Deeringiana*), mucuna cinza (*Styzolobium cinereum*) e mucuna preta (*Styzolobium aterrimum*). A mucuna preta é uma planta anual que vegeta bem nas regiões tropicais e subtropicais, necessita de climas quentes, de invernos suaves, sem ocorrência de geadas, sendo bastante resistentes à seca. Desenvolve tanto nos solos arenosos como nos argilosos e intermediários, podendo ainda tolerar solos ácidos, sombreamento, tempera turas elevadas e encharcamento por períodos curtos (CALEGARI et al., 1993).

Spagnollo et al. (2001) em análise econômica sobre a utilização de leguminosas na cultura do milho, concluíram que o cultivo de leguminosas para a cobertura do solo demonstrou-se uma alternativa viável para aumentar significativamente a receita líquida da cultura do milho.

### 3.2.4 *Crotalaria juncea* (*crotalaria juncea*)

Por fim temos a *crotalaria juncea* (*Crotalaria juncea* L.) originária da Índia, com ampla adaptação às regiões tropicais do mundo, mesmo em solos arenosos, soltos e com fertilidade diminuída, embora seja muito sensível ao alumínio do solo. Ela destaca-se entre as espécies da família das leguminosas que têm sido utilizadas para a finalidade de adubação verde, sendo planta de ciclo anual, arbustiva, de porte ereto e crescimento determinado, a qual atinge 2 a 3 metros de altura, alcança uma produtividade entre 40 a 60 toneladas de massa verde e 6 a 8 toneladas de massa seca por ciclo e fixa entre 180 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, dos quais 60% ficam no solo, 30% vão para as plantas semeadas após a adubação verde e 10% se perdem do sistema solo-planta (GUERRA DE-POLLI; ALMEIDA, 2004).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da UNOESTE- Universidade do Oeste Paulista, Campus II, localizada na Rodovia Raposo Tavares, Km 572, Presidente Prudente SP. O clima pela classificação de Köppen Aw é mesotérmico com verões quentes e período chuvoso bem definido nos meses de setembro a março e invernos secos com temperaturas mais amenas nos meses de abril a setembro. A precipitação média na época experimental foi de 2157,7 mm.

Primeiramente foi realizada a medição do terreno, e retirada amostra de solo na profundidade de 0-20 cm, para posterior análise no Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal de Faculdade de Ciências Agrárias da Unoeste. O solo classificado como Argissolo Vermelho distroférico. O experimento foi realizado em faixas com 05 tratamentos e 04 repetições. Os tratamentos avaliados nas faixas foram: lab-lab (*Dolichos lablab*), estilosantes Campo Grande, (*Macrotyloma axillare cv.*), Mucuna preta (*Stylobium aterrimum*), crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*) e a testemunha.

O experimento foi conduzido de 24 de setembro de 2013 a 07 de maio de 2014. A área vinha sendo manejada com rotação de culturas há três anos e a cultura anterior era tremoço. No início do experimento foram implantadas faixas de 3,5m x 70m, onde foram semeadas espécies leguminosas, sendo elas: mucuna preta, lab-lab, crotalaria e estilosantes campo grande e deixada uma área em pousio, para constituir a área da testemunha. Com auxílio de semeadora de sete linhas e o espaçamento de 0,45m entre linhas foi realizada a semeadura.

Após 45 dias a semeadura das leguminosas, foi realizada uma contagem média da população em 02 metros lineares em 4 pontos da parcela e realizada uma amostragem cortando as plantas rente ao solo e encaminhadas para o laboratório da universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, para avaliar o acúmulo de nitrogênio a partir da metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Com 72 dias após o plantio foi realizada amostra de produção de massa seca por ha, e também para avaliação de produção de N por ha.

As leguminosas foram dessecadas utilizando-se 4 litros por ha do herbicida Glifosato.

No dia 16 de dezembro foi realizado o plantio do milho (var. Agroeste® 1596), com a semeadora de quatro linhas, com espaçamento de 0,90m entre linhas,

semeando 5 sementes por metro linear, tratadas com inseticida imidacloprido + tiodicarbe, na dose de 0,30 l/ha. Para a adubação de plantio foi utilizado 220 Kg ha<sup>-1</sup> de NPK 08-28-16, de acordo com a recomendação de adubação.

O controle de plantas daninhas foi realizado logo após o plantio com um inseticida de pré-emergência a base de atrazina + s- metolachlor, utilizando a dose recomendada de 4,5 l/ha. Para controle de pragas foi utilizado 01 (uma) aplicação de deltametrina na fase vegetativa da cultura.

Ao final do ciclo do produtivo do milho, foram determinadas, nos componentes de produção, considerando apenas as duas linhas centrais e desprezando 3m de bordadura no início e no final destas linhas, manualmente, com o auxílio de uma trena de 5m, coletando dois pontos aleatórios em cada linha: a) Número de plantas em 2m lineares; b) Altura de plantas (cm); c) altura da inserção da espiga (cm); d) diâmetro do colmo (cm); e) diâmetro da espiga (cm); f) peso da espiga sem palha (g); g) peso de 100 grãos (g). Sendo as amostras realizadas em quatro pontos por tratamento.

O delineamento experimental foi em faixas inteiramente casualizado com quatro repetições e as variáveis analisadas para o milho em cada tratamento e as medidas das espécies leguminosas em relação ao nitrogênio foram submetidas ao programa estatístico SISVAR, e utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os resultados da produção de massa seca e nitrogênio das leguminosas lab-lab, mucuna, estilosantes e crotalaria por hectare. Pode-se observar que as leguminosas lab-lab, mucuna e crotalaria tiveram um maior acúmulo de massa seca, disponibilizando assim maior quantidade de nitrogênio para o solo e utilizado pela cultura do milho. A leguminosa estilosantes não apresentou resultado satisfatório em relação às outras leguminosas.

**TABELA 01** – Resultados da produção massa seca e nitrogênio de lab-lab, mucuna, estilosantes e crotalaria por hectare

	N (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa Seca (kg ha <sup>-1</sup> )
Lab-lab	66.18	9823,20
Mucuna	97.76	10681,50
Estilosantes	7.41	1235,60
Crotalária	104.06	10988,60
	C.V. (%)	19,48

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

Na tabela 2, podemos visualizar que o número de plantas de milho nas diferentes faixas experimentais de espécies leguminosas, e a área testemunha não apresentou diferença significativa entre si. Mas observa-se um aumento crescente no número de plantas de milho nas faixas de lab-lab, mucuna preta e crotalaria, respectivamente.

**TABELA 02** - Número e plantas de milho em 2 m lineares, após cultivo de leguminosas

Tratamentos	Num. de plantas
Estilosantes	7,50 a
Lab-lab	8,00 a
Mucuna	9,00 a
Crotalária	9,75 a
Testemunha	8,00 a
	C.V. (%)
	14,81

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).



Para a avaliação altura de plantas e inserção de espiga de milho, conforme tabela 03, observa-se que um incremento da inserção da espiga e da altura da planta de milho, quando cultivada sobre a área de crotalária juncea, mucuna, lab-lab e após estilosantes campo grande, que não diferenciou estatisticamente das demais leguminosas e da testemunha que ficou com a menor altura média de 1,28 metros e inserção de espiga com 0,65 metros, ocorrendo uma diferença estatística somente entre testemunha e as faixas de crotalária juncea, mucuna, lab-lab, que não se diferenciaram entre si.

Dados semelhantes ao de Santos et al. (2010), observaram que a altura de inserção da espiga não é influenciada pelo uso de adubos verdes.

**TABELA 03** - Altura de plantas de milho (em metro) e altura da inserção de espiga (em metro), após cultivo de leguminosas

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Altura de inserção da espiga (cm)
Estilosantes	1,62 ab	0,92 ab
Lab-lab	1,85 a	1,08 a
Mucuna	1,87 a	1,00 a
Crotalária	1,83 a	1,04 a
Testemunha	1,28 b	0,65 b
C.V. (%)	13,70	13,51

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

Na tabela 4 para a avaliação de diâmetro do colmo das plantas de milho após o cultivo das espécies leguminosas, as plantas de milho provenientes das faixas cultivadas com a crotalária juncea proporcionaram maior diâmetro de colmo, diferenciando-se estatisticamente do estilosantes e da testemunha. Em seguida estão os tratamentos com o lab-lab e a mucuna preta, sendo que estes dois tratamentos não diferiram de todos os tratamentos para esta avaliação.

Para o diâmetro de espigas de milho, cultivadas em áreas após o cultivo de leguminosas. As espigas de milho com maior diâmetro foram encontradas nas áreas cujo cultivo antecessor foi de crotalária e de mucuna, nas duas áreas o milho apresentou o mesmo diâmetro de espiga. Nas áreas onde foram cultivadas o lab-lab e o estilosantes campo grande, o diâmetro da espiga e do caule não apresentaram diferença estatisticamente significativa (Tabela 4).

Resultados estes próximos ao de Lourente et al. (2007) e Santos et al. (2010), constataram que a adubação verde influenciou de forma significativa o diâmetro e o comprimento de espigas.

**TABELA 04** – Diâmetro do colmo de plantas de milho (em centímetro) e diâmetro da espiga (em centímetro), após cultivo de leguminosas

Tratamentos	Diâmetro do colmo (cm)	Diâmetro da espiga (cm)
Estilosantes	2,65 b	3,98 ab
Lab-lab	2,85 ab	4,14 ab
Mucuna	2,75 ab	4,32 a
Crotalária	2,96 a	4,32 a
Testemunha	2,60 b	3,57 b
C.V. (%)	4,28	7,95

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

O peso de espigas de milho, provenientes das áreas previamente cultivadas com leguminosas é apresentado na tabela 5. Pode-se acompanhar que as espigas com maior peso fresco, sem a palha foram na área manejada com mucuna preta, com cerca de 122,87g, representando um acréscimo de aproximadamente 147% no peso da espiga em relação à testemunha.

Nas demais áreas manejadas com leguminosas, não diferiram entre os tratamentos, pertencendo às áreas de lab-lab, crotalária e estilosantes campo grande. Ocorrendo diferença estatística apenas entre a faixa de mucuna preta e a testemunha para a avaliação de peso da espiga.

Referente ao peso de 100 grãos de milho observa-se que no tratamento onde o milho foi cultivado após o cultivo de mucuna preta houve o maior peso de espiga e com diferença estatística, em relação aos demais tratamentos (Tabela 5).

**TABELA 05** - Peso de espigas de milho (em grama) e peso de cem sementes (em grama), após cultivo de leguminosas

Tratamentos	Peso da espiga (g)	Peso 100 sementes (g)
Estilosantes	96,63 ab	32,00 c
Lab-lab	120,08 ab	35,00 b
Mucuna	122,87 a	38,00 a
Crotalária	105,85 ab	35,00 b
Testemunha	49,75 b	30,00 d
C.V. (%)	32,70	12,34

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

Dados estes semelhantes à de Carvalho et al. (2004) que avaliou a influência de três diferentes leguminosas, crotalária, guandu e mucuna preta, usadas como plantas de cobertura sobre os componentes morfológicos da produção do milho cultivado em sucessão sob sistema de plantio direto, na ausência e na presença de adubação nitrogenada mineral (80 kg ha<sup>-1</sup> de N). Concluíram que os componentes de produção do milho apresentaram melhores resultados em sucessão à cultura da *Crotalária spectabilis*. Constatou-se efeito da interação entre adubação verde e adubação nitrogenada resultando em maior produtividade de grãos para a cultura do milho.

Conforme se observa na tabela 06, os valores médios de produção de sacas de milho por ha no referido trabalho ficaram abaixo do que relata Scivittaro et al. (2000) observaram que o rendimento de grãos do milho obtido pela utilização de mucuna preta associado a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N-uréia foi superior em 82% ao verificado para a testemunha sem adubação verde e química.

De acordo com os resultados obtidos nas médias de produções de milho após sucessão de cultura crotalária+milho, destacou-se dentre as demais cultivares avaliados, mas diferenciando-se estatisticamente apenas da sucessão estilosa e testemunha. Nas demais sucessões quando comparadas estatisticamente não se diferenciaram entre si, somente a testemunha quando comparada com a mucuna+milho. Observa-se que as sucessões beneficiaram a produtividade de milho.

Conforme Carvalho et al. (2004), a crotalária cultivada na primavera proporcionou maior produtividade do milho em sucessão comparada à área de

pousio, em ano com precipitação normal, tanto em plantio direto, quanto no sistema de preparo convencional do solo.

**TABELA 06** - Produtividade de milho por hectare, cultivado após plantio de adubos verdes

Tratamentos	Produtividade Kg/ha <sup>-1</sup>
Testemunha	3696c
Estilosantes	3954bc
Lab-lab	4242abc
Mucuna	4746ab
Crotalaria	4860a
C.V.%:	09

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (5%).

## **CONCLUSÃO**

A sucessão de milho após a cultura da crotalaria mostrou-se mais eficiente para produção por área.

O maior crescimento e desenvolvimento da cultura do milho após o cultivo de espécies e manejo de adubação verde com leguminosas deu-se nas áreas manejadas com mucuna preta e crotalaria.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que a sucessão de milho com leguminosas é uma alternativa para produção de grãos.

## REFERÊNCIAS

- AMADO, T.J.C.; MILNICZUK, 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.241-248, 2002.
- CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.
- CARVALHO, M. A. et al. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, Brasília, v.39, n.1, jan. 2004.
- CASTRO, C.M.; ALMEIDA, D.J.; RIBEIRO, R. L. D. **Plantio direto e adubação verde**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroecologia, 2004. (Comunicado técnico; 67).
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011- Sétimo Levantamento**. 2014. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_04\\_07\\_11\\_02\\_42\\_boletim\\_abril-2014..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_04_07_11_02_42_boletim_abril-2014..pdf)>. Acesso em: 07 out. 2014.
- CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **CTNBio aprova mais uma variedade de milho transgênico, a terceira liberada no Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://cib.org.br/em-dia-com-a-ciencia/noticias/ctnbio-aprova-mais-uma-variedade-de-milho-transgenico-a-terceira-liberada-no-brasil-2/>>. Acesso em: 20 out. 2015.
- CRUZ, J. C. et al. Semente certa. **Cultivar**, Pelotas, v.6, n.65, p.26-35, set. 2007.
- DELARMELINDA, E. A. et al. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.3, p.625–628, 2010.
- DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v.67, p.723-732, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CMPMS, 2006.
- FORMENTINI, E. A. et al. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: Incaper, 2008, 27p.
- GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. In: ADETOLA BADEJO, M.; TOGUN, A. O. (Eds.). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics**. Ibadan: College Press, 2004. p.125-140.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **LSPA Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil**. 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Agricola/Levantamento\_Sistematico\_da\_Producao\_Agricola\_%5Bmensal%5D/Fasciculo/lspa\_201501.pdf>. Acesso em 20 ago. 2015.

LESSA, R. N. T. **Ciclo do nitrogênio**. 2007. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/iqg/livrovirtual/estanteamb.../nitrogenio.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2007.

LOURENTE, E. R. P. et al. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.1, p.55-61, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p.115-230.

MELO FILHO, G. A.; RICHETTI, A.; PARIZOTO, A. M. Aspectos socioeconômicos da cultura da soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: EMBRAPA/Agropecuária do Oeste, 1996. p.9-33. (Circular Técnica, 3).

OSUNA, J. A.; MORO, J. R. **Produção e melhoramento do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 176p.

RAUN, W.R.; JOHNSON, G.V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, v.91, p.357-363, 1999.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: unimportant issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.159-168, 2000.

SANTOS, P. A. et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.2, p.123-134, 2010.

SCIVITTARO, W.B. et al. Utilização de nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.24, p.917-926, 2000.

SILVA, A. H. et al. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, Crotalaria juncea. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.31, n.1, p.39-49, 2009.

SOLOGUREN, L. **Produtividade do milho no Brasil: o novo desafio para consolidar as exportações**. 2013. Disponível em: <http://www.cib.org.br/pdf/sologuren.pdf.> Acesso em: 10 abr. 2015.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SPAGNOLLO, E. et al. Análise econômica do uso de leguminosas estivais intercalares a cultura do milho, na ausência e na presença de adubação nitrogenada, no oeste de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, p.709-715, 2001.

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**, v.43, p.421-428, mar. 2008.