



“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira

Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Especialidade: Sistemas de Produção

**Marcelo Valentini Arf**

Engenheiro Agrônomo M.Sc.

**SISTEMAS DE CULTIVO PARA O MILHO DE PRIMEIRA SAFRA  
E DOSES DE NITROGÊNIO EM FEJJOEIRO E TRIGO EM  
SUCESSÃO**

**Ilha Solteira**

**2013**

**Marcelo Valentini Arf**

Engenheiro Agrônomo M.Sc

**SISTEMAS DE CULTIVO PARA O MILHO DE PRIMEIRA SAFRA  
E DOSES DE NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO E TRIGO EM  
SUCESSÃO**

**Prof. Dr. Salatiér Buzetti**

Orientador

Tese apresentada à Unesp – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção.

**Ilha Solteira**

**2013**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

A685s Arf, Marcelo Valentini.  
Sistemas de cultivo para o milho de primeira safra e doses de nitrogênio em feijoeiro e trigo em sucessão / Marcelo Valentini Arf. – Ilha Solteira : [s.n.], 2013  
120 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2013

Orientador: Salatiér Buzetti  
Inclui bibliografia

1. Milho. 2. Feijão. 3. Trigo. 4. Plantio direto. 5. Nitrogênio. 6. Coberturas vegetais.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

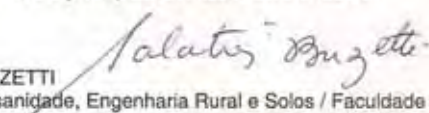
### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

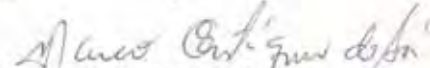
**TÍTULO:** Sistemas de cultivo para o milho de primeira safra e doses de nitrogênio em feijoeiro e trigo em sucessão

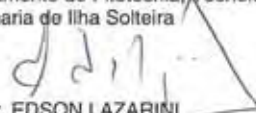
**AUTOR:** MARCELO VALENTINI ARF

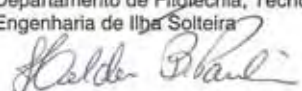
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA ,  
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. SALATIER BUZETTI  
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. EDSON LAZARINI  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. HELDER BARBOSA PAULINO  
Departamento de Agricultura / Universidade Federal de Goiás

  
Prof. Dr. AGUINALDO JOSÉ FREITAS LEAL  
Campus Universitário de Chapadão do Sul / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Data da realização: 22 de fevereiro de 2013.

## ***Dedico,***

*Aos meus pais, **Aparecido Arf e Maria Angela Valentini Arf**, pela vida, educação, dedicação e apoio durante esta caminhada, onde sem eles nada disso teria acontecido.*

*Aos meus irmãos **Leonardo Valentini Arf e Marina Valentini Arf**, e a toda minha família, pelo carinho, amor, apoio e oportunidade que me concederam em todos esses anos.*

*A minha noiva **Denise Lima Lucio** pelo companheirismo, amor e paciência a mim concedido.*

*E principalmente a **Deus** que sempre esteve presente em meu coração nos momentos de alegrias ou de tristezas me dando forças para seguir em frente e lutar pelos meus objetivos.*

***Muito Obrigado, Amo vocês!***

## *Agradeço,*

*Aos meus avós paternos Libério Arf e Lúcia Ronchi Arf, aos meus avós maternos Valdir Valentini e Oglides Gilda Borghi Valentini (in memorian). Aos meus tios: João Élio e Eogleide, Moisés e Darlene, Orivaldo e Sandra. Aos meus primos: Vitória, Fabiane, Gabriel e Gustavo....**Muito Obrigado!!!***

*Aos professores do programa de pós graduação em agronomia que sempre nos foram muito atenciosos e prestativos e que além do conhecimento técnico, nos passaram experiência de vida e nos deram a prazerosa oportunidade de desfrutar de suas amizades.*

*Ao professor Dr. Salatiér Buzetti, pela amizade e valorosa orientação durante todos esses anos.*

*Ao professor Dr. Orivaldo Arf, pela amizade, auxílio, incentivo e orientações durante toda a minha vida.*

*Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unesp de Ilha Solteira pelo apoio no trabalho em campo.*

*Aos companheiros de república: João Paulo Ferreira, Claudinei Kappes, Enzo Biazotto, André Campos do Val, Guilherme Amarante, Carlos Augusto Alécio, Humberto Campus do Val, Cainã Besse Pereira, Bruno Crepaldi Alves, Rafael Teruo Takeishi, Sérgio Yassuo Oda, pela amizade e apoio concedido durante todos esses anos de convivência, onde juntos, não nos tornamos apenas amigos e sim uma grande família.*

*Aos amigos Douglas de Castilho Gitti, Flávio Hiroshi Kaneko, pela amizade e apoio durante esses anos.*

*Em especial à Diego Araújo Lemos, Flávio Afonso e Evandro Afonso Nakao que chegaram em nossas vidas como simples amigos e hoje somos grandes irmãos.*

*Aos amigos da Fundação Chapadão: Rafael Gonçalves Vilela, Denízio Cardoso da Silva, Juliano Antonio Rodrigues de Oliveira, Jefferson Luis Anselmo, Germison Vital Tomquelski, Alfredo Ricieri Dias, André Bartolomeu Piesanti, Edson Pereira Borges, Alexandre Botelho Lima Abreu, Bruna Prachum Ricieri, Eliene Francisco de Souza, Bartolomeu Geraldo Andrade, Gesse Carlos Ferreira, José Aparecido de Souza, Alex Damião Menezes de Oliveira, Severino Manoel dos Santos, Claudinei Viana Pereira Alcenir Felisberto, Lennis Afraire Rodrigues, Murilo Assis Leal, Raphael Calcanho, Dailson Bottari, Mariana Silveira Batista, Fábio Reis entre outros que por lá passaram.*

*Ao apoio financeiro da FAPESP processo n° 2009/14101-8 e à bolsa de estudo concedida, para que o trabalho fosse realizado.*

*A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de mais esta etapa vencida, o meu*  
**Muito Obrigado.**

***“Se você pode sonhar....***

***Você pode fazer....”***

*Walt Disney*

## RESUMO

A produtividade média das culturas de milho, feijão e trigo no Brasil é considerada atualmente baixa, uma vez que, utilizando técnicas mais adequadas de cultivo, existe possibilidade, de em curto prazo, aumentar a produtividade dessas culturas. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do consórcio de *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* no desenvolvimento e produtividade do milho cultivado na primeira safra e, restos culturais dessas culturas e doses de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro “de inverno” e trigo em sistema plantio direto. Os experimentos foram conduzidos no município de Selvíria – MS, durante os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12 em Latossolo Vermelho distrófico álico típico argiloso (20° 20’ S e 51° 24’ W, com altitude de 340 m). Foram estabelecidos 40 tratamentos com quatro repetições em blocos casualizados resultantes da combinação entre coberturas vegetais (milho, milho em consórcio com *Brachiaria ruziziensis*, milho em consórcio com *Crotalaria spectabilis*, *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis*) e doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> – fonte Ureia) nas culturas de feijão e trigo de inverno. Os efeitos de cobertura vegetal foram analisados pelo teste de Tukey e de dose pela análise de regressão. Os consórcios não interferiram no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho; tanto o feijão quanto o trigo apresentaram resposta linear à adubação nitrogenada em ambos os anos agrícolas; o feijoeiro quando semeado sobre restos culturais de *B. ruziziensis* e *C. spectabilis* e o trigo sobre restos culturais de *B. ruziziensis* e milho, apresentaram maiores produtividades.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L. *Phaseolus vulgaris* L. *Triticum aestivum* L. Sistema plantio direto. Nitrogênio. Coberturas vegetais.



## ABSTRACT

The average productivity of maize, common bean and wheat in Brazil is currently considered low, since using more appropriate cultivation techniques, there is possibility of short-term, increase the productivity of these crops. The aim of this work was to study the effect of the consortium *Brachiaria ruziziensis* and *Crotalaria spectabilis* in the development and productivity of maize grown in the first crop and crop residues of these crops and nitrogen levels in the development and productivity of winter common bean and wheat in no tillage. The experiments were conducted in Selvíria - MS, during the years 2010/11 and 2011/12 in an allic typical clayey Oxisol (20 ° 20 'S and 51 ° 24' W, with an altitude of 340 m). We established 40 treatments with four replications in a randomized block design resulting from the combination of cover crops (corn, corn consorptium with *Brachiaria ruziziensis*, maize intercropped with *Crotalaria spectabilis* and *Crotalaria spectabilis* and *Brachiaria ruziziensis*) and N rates (0, 40, 80 and 120 kg ha<sup>-1</sup> - source Urea) in crops of winter common bean and wheat. The effects of vegetation were analyzed by Tukey test and N doses by regression analysis. Consortia not interfere with the development and productivity of maize, both the corn and the wheat showed linear response to nitrogen fertilization in both years; the common corn when sown over residue of *B. ruziziensis* and *C. spectabilis* and wheat crop over *B. ruziziensis* and maize, showed greater productivity.

**Keywords:** *Zea mays* L. *Phaseolus vulgaris* L. *Triticum aestivum* L. No-tillage system. Nitrogen. Cover crops.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b> Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de milho na safra 2010/11. Selvíria, MS, Brasil .....	39
<b>Figura 2 -</b> Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de milho na safra 2011/12. Selvíria, MS, Brasil.....	39
<b>Figura 3 –</b> Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de feijão cultivado no inverno na safra 2010/11. Selvíria, MS, Brasil .....	43
<b>Figura 4 -</b> Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de feijão cultivado no inverno na safra 2011/12. Selvíria, MS, Brasil .....	43
<b>Figura 5 -</b> Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de trigo cultivado no inverno na safra 2010/11. Selvíria, MS, Brasil .....	47
<b>Figura 6 -</b> Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de trigo cultivado no inverno na safra 2011/12. Selvíria, MS, Brasil .....	48
<b>Figura 7 –</b> 1ª leitura clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11) .....	60
<b>Figura 8 -</b> 2ª leitura clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	61
<b>Figura 9 -</b> Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação da 2ª leitura clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11) .....	63
<b>Figura 10 –</b> Teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	65

<b>Figura 11</b> - Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	66
<b>Figura 12</b> - Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/12).....	68
<b>Figura 13</b> – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do número de grãos planta <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	70
<b>Figura 14</b> - Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do número de vagem planta <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	73
<b>Figura 15</b> - Número de grãos vagem <sup>-1</sup> de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11) .....	75
<b>Figura 16</b> - Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do número de grãos vagem <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	77
<b>Figura 17</b> – Produtividade de grãos de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	80
<b>Figura 18</b> – Altura de plantas de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12).....	82
<b>Figura 19</b> - 1ª leitura clorofilômetro em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	84
<b>Figura 20</b> - 2ª leitura clorofilômetro em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	84

<b>Figura 21</b> – Teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12).....	86
<b>Figura 22</b> - Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	88
<b>Figura 23</b> - Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/12).....	89
<b>Figura 24</b> – Produtividade de grãos de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12).....	92
<b>Figura 25</b> - Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação da produtividade de grãos de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/12) .....	94

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Análise química do solo da área experimental na camada de 0,0 a 0,2 m. Selvíria, MS, Brasil (2010/11) <sup>(1)</sup> .....	37
<b>Tabela 2</b> - População final de plantas de milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	51
<b>Tabela 3</b> – Altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo em milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12). .....	52
<b>Tabela 4</b> - Teor de nitrogênio foliar, comprimento de espiga e número de fileiras de grãos de milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	53
<b>Tabela 5</b> - Diâmetro da espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	54
<b>Tabela 6</b> - Massa seca de plantas de milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	56
<b>Tabela 7</b> – População inicial e final de plantas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	58
<b>Tabela 8</b> - 1ª leitura de clorofilômetro, 2ª leitura de clorofilômetro e teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	59
<b>Tabela 9</b> - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação da 2ª leitura do clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11) .....	62
<b>Tabela 10</b> – Teor de nitrogênio foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	64
<b>Tabela 11</b> - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/2012) .....	66

<b>Tabela 12</b> - Número de grãos planta <sup>-1</sup> e vagem planta <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio.Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	69
<b>Tabela 13</b> - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de grãos planta <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	70
<b>Tabela 14</b> – Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de vagem planta <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	72
<b>Tabela 15</b> – Número de grãos vagem <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	74
<b>Tabela 16</b> - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de grãos vagem <sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).....	76
<b>Tabela 17</b> - Massa de 100 grãos e produtividade de grãos de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio.Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	78
<b>Tabela 18</b> - Altura de plantas de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12).....	81
<b>Tabela 19</b> – 1ª leitura de clorofilômetro, 2ª leitura de clorofilômetro e teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio.Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	83
<b>Tabela 20</b> – Teor de nitrogênio foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	85
<b>Tabela 21</b> - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/2012) .....	87

<b>Tabela 22</b> - Massa de 100 grãos e massa hectolétrica de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	90
<b>Tabela 23</b> – Produtividade de grãos de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12) .....	91
<b>Tabela 24</b> - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação da produtividade de grãos de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/2012).....	93

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
2.1	IMPORTÂNCIA DAS COBERTURAS VEGETAIS NA RELAÇÃO SOLO/PLANTA .....	18
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO .....	20
2.3	CULTURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO EM CULTIVO SOLTEIRO E EM CONSÓRCIO .....	23
2.4	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO FEIJÃO .....	27
2.5	ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO FEIJÃO .....	29
2.6	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TRIGO .....	32
2.7	ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO TRIGO .....	34
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
3.1	ÁREA EXPERIMENTAL .....	37
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO .....	37
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA E DADOS CLIMÁTICOS .....	38
3.4	SUBPROJETOS DESENVOLVIDOS .....	38
<b>3.4.1</b>	<b>Desempenho do milho em consórcio com brachiária e crotalária nas entrelinhas em sistema plantio direto .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Efeito residual de coberturas vegetais e doses de nitrogênio em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto.....</b>	<b>42</b>
<i>3.4.2.1</i>	<i>Delimitação experimental.....</i>	<i>42</i>
<i>3.4.2.2</i>	<i>Dados climáticos.....</i>	<i>42</i>
<i>3.4.2.3</i>	<i>Instalação e condução do experimento.....</i>	<i>43</i>
<i>3.4.2.4</i>	<i>Avaliações realizadas.....</i>	<i>45</i>
<i>3.4.2.5</i>	<i>Análises estatísticas .....</i>	<i>46</i>
<b>3.4.3</b>	<b>Efeito residual de coberturas vegetais e doses de nitrogênio na cultura do trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto.....</b>	<b>46</b>
<i>3.4.3.1</i>	<i>Delimitação experimental.....</i>	<i>46</i>
<i>3.4.3.2</i>	<i>Dados climáticos.....</i>	<i>47</i>
<i>3.4.3.3</i>	<i>Instalação e condução do experimento.....</i>	<i>48</i>
<i>3.4.3.4</i>	<i>Avaliações realizadas.....</i>	<i>49</i>
<i>3.4.3.5</i>	<i>Análises estatísticas .....</i>	<i>50</i>



<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
4.1	DESEMPENHO DO MILHO EM CONSÓRCIO COM BRACHIÁRIA E CROTALÁRIA NAS ENTRELINHAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO .....	51
4.2	EFEITO RESIDUAL DE COBERTURAS VEGETAIS E DOSES DE NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO DE INVERNO CULTIVADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	56
4.3	EFEITO RESIDUAL DE COBERTURAS VEGETAIS E DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO TRIGO DE INVERNO CULTIVADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	81
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>95</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE A - FOTOS DOS EXPERIMENTOS.....</b>	<b>111</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A visão global do sistema agrícola é imprescindível para o pleno entendimento do processo produtivo, visando o sucesso da intervenção, de maneira a contribuir para a minimização dos níveis de estresse impostos pelo ambiente bem como para assegurar a manutenção do estado de equilíbrio. Portanto, em meio a todas essas limitações, a experiência do interventor, aliada aos conhecimentos básicos de agronomia, ecologia e fisiologia, assume acentuada importância para a proposição de eficientes programas de adubação e manejo, em sistemas agrícolas de produção (YAMADA et al., 2007).

A aplicação de práticas conservacionistas visa não só a manutenção e/ou melhoria da qualidade do solo, como também a organização e a ocupação dos espaços produtivos da paisagem de maneira a garantir o estabelecimento dos principais processos ecológicos e hidrológicos e minimizar significativos impactos ocasionados ao ambiente (CALEGARI, 2006).

Neste contexto, as plantas de cobertura desempenham um conjunto de ações integradas que proporcionam aos sistemas agrícolas, benefícios de alta significância ao longo do tempo, especificamente na proteção do solo contra erosão hídrica, impedindo o impacto direto das gotas de chuva no solo e quebrando a energia cinética da chuva e, portanto, evita o desencadeamento do processo erosivo; melhora a permeabilidade, a infiltração e retenção de água no solo, evita o selamento superficial, diminui o escoamento superficial e as perdas de água, solo e nutrientes, devido ao efeito da cobertura e do sistema radicular, melhorando a estrutura do solo e favorecendo o crescimento das raízes dos cultivos posteriores (AMABILE et al., 2006).

O sistema plantio direto constitui-se numa prática eficiente para o controle de erosão, propicia maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas do solo com o aumento da matéria orgânica, bem como também melhora as condições químicas do mesmo (BALBINO et al., 1996). O sucesso desse sistema de cultivo depende da rotação de culturas e, principalmente, da produção de palhada para proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva e redução do escoamento superficial de água.

O estudo da dinâmica do nitrogênio em ecossistemas agrícolas e naturais despertou um crescente interesse devido ao aumento na demanda por alimentos e fibras, determinado pela rápida expansão da população mundial (YAMADA; ABDALLA, 2000).

Diante disto alguns questionamentos surgem, como: é possível cultivar leguminosas nas entrelinhas do milho, aumentando a produção e a qualidade da massa seca produzida, beneficiando cultivos posteriores em sistema plantio direto, sem afetar a produção de grãos; a quantidade de massa seca produzida de milho e das demais coberturas vegetais pode interferir na resposta do feijoeiro cultivado com diferentes doses de N em cobertura, em sistema plantio direto; A quantidade de massa seca produzida de milho e das demais coberturas vegetais pode interferir na resposta do trigo cultivado com diferentes doses de N em cobertura, em sistema plantio direto;

Assim, o objetivo do trabalho foi estudar o efeito do consórcio de *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* no desenvolvimento e produtividade do milho cultivado na primeira safra e restos culturais dessas culturas e doses de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro e trigo “de inverno” em sistema plantio direto.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 IMPORTÂNCIA DAS COBERTURAS VEGETAIS NA RELAÇÃO SOLO/PLANTA

O atual sistema de exploração agrícola tem induzido a um processo acelerado de degradação dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e a um perigoso desequilíbrio de todo o sistema ambiental. Nesse sentido, torna-se urgente e imprescindível a adoção de medidas que visem conservar e/ou melhorar o solo e, conseqüentemente, o próprio meio ambiente. O manejo correto dos resíduos culturais é de grande importância, inclusive para o controle das perdas do solo por erosão. Dessa forma, a queima de restevras ou de vegetação de cobertura do solo deve ser definitivamente eliminada. Isto porque ela reduz a infiltração de água e aumenta a suscetibilidade do solo à erosão. Além disso, contribui para diminuição do teor de material orgânico e, desse modo, influencia negativamente vários atributos do solo, dentre os quais, a capacidade de retenção de cátions e água. Durante a combustão, o nitrogênio e o enxofre são perdidos por volatilização e os demais nutrientes contidos na matéria orgânica, após rápida conversão para formas inorgânicas, são perdidos mais facilmente por lixiviação ou na enxurrada (DOTTO et al., 2005).

Espécies forrageiras perenes apresentam maiores condições para manter o solo coberto, com maior produtividade de massa seca, formando uma camada de resíduos vegetais que protege a superfície do solo, facilitando o sistema plantio direto (MELLO et al., 2004), deixando ainda uma considerável massa de raízes (MACHADO et al., 2007), formadoras de canais para a melhoria do solo para cultivos de espécies em sucessão.

Com a prática da adubação verde, é possível recuperar a fertilidade do solo proporcionando aumentar o teor de matéria orgânica, a capacidade de troca de cátions e a disponibilidade de macro e micronutrientes; favorecem a formação e estabilização de agregados; melhoria da infiltração de água e aeração; diminuição da amplitude de variação térmica; controle dos nematóides e, no caso das leguminosas, incorporação ao solo do nitrogênio (N), efetuada através da fixação biológica (ALMEIDA et al., 2007).

Segundo a Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha - FEBRAPDP (2007), o sistema plantio direto é largamente utilizado em diversas regiões do Brasil, abrangendo na safra de 2003/04 uma área de aproximadamente 22 milhões de hectares, tendo contribuído para tal

expansão a introdução do sistema na região dos cerrados no início da década de 1990. A principal dificuldade encontrada em tais áreas se refere à manutenção da palhada sobre a superfície do solo, dadas às estações bem definidas, com precipitação concentrada na primavera/verão, dificultando a produção de fitomassa na entressafra, e com altas temperaturas acelerando a decomposição da palhada (CASSIA et al., 2008).

Em pesquisa realizada por Bayer et al. (2003), avaliando o efeito da introdução de leguminosas estivais em sistemas de produção de milho nos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total de um Latossolo Vermelho sob preparo reduzido, degradado pelo cultivo anterior durante 23 anos sob preparo convencional, concluíram que o cultivo do solo sob sistema convencional, durante esse período, resultou numa diminuição em aproximadamente 50% no estoque original de matéria orgânica do solo; com a inclusão de plantas de cobertura, nos sistemas de cultura, houve uma recuperação parcial dos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total no solo sob preparo reduzido, destacando-se a mucuna cinza e o feijão de porco; a recuperação dos estoques de matéria orgânica do solo refletiu positivamente na capacidade de troca de cátions do solo.

De acordo com Voltam (2008), a consequência do uso do sistema plantio direto reflete na busca por plantas de cobertura. Portanto, para que haja o alcance de altas produtividades, a escolha das espécies a serem usadas como cobertura vegetal que melhores respostas derem à determinada cultura é imprescindível; e para que a aplicação dessa técnica não onere a produção da cultura é interessante que tenham algumas características como: rápido crescimento; relação C/N compatível com a região (FRAGA JÚNIOR et al., 2008); grande produção de massa; disponibilidade de sementes no mercado; ciclo curto; não ser hospedeiras de nematóides; não possuir dormência; sendo que o maior desafio é a manutenção da palhada até o final do ciclo da principal cultura (FRAGA JÚNIOR et al., 2008).

Torres et al. (2005), estudando a produtividade de massa seca e a taxa de decomposição e de liberação de N de resíduos culturais provenientes de plantas de cobertura em solos de cerrado em Uberaba (MG), concluíram que o milheto foi a cobertura que apresentou a maior produção de massa seca; dentre as leguminosas, a maior produção de massa seca foi verificada pela crotalária; as leguminosas (crotalária e guandu) apresentaram maior velocidade de decomposição quando comparadas às gramíneas; a maior taxa de liberação de N, para todas as coberturas, ocorreu 42

dias após a dessecação; a velocidade de decomposição dos resíduos culturais ocorreu mais rapidamente nas parcelas em que foi cultivado o milho.

Rodrigues et al. (2008) complementaram afirmando que o emprego de leguminosas se destaca devido a associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio, o que resulta em economia de fertilizantes nitrogenados, grande produção por área, sistema radicular profundo, que ajuda descompactar o solo, além disso, apresentam baixa relação C/N, quando comparadas a plantas de outras famílias; este aspecto aliado a grande presença de compostos solúveis, favorece sua decomposição e mineralização por microrganismos do solo e a reciclagem de nutrientes; com o uso de gramíneas, considerando uma relação C/N mais ampla, a sua taxa de decomposição é mais lenta o que permite manutenção de palha na superfície do solo por um maior espaço de tempo; por outro lado o aporte de nutrientes e a taxa de mineralização mais rápida das leguminosas, tornam a palhada dessas plantas mais atrativas para a composição de um sistema de rotação de culturas, porém é importante considerar que em condições tropicais é interessante manter ou aumentar os níveis de matéria orgânica do solo; isto somente pode ser conseguido com uma produção adequada de palha e que tenha uma boa reciclagem de nutrientes.

Portanto, sistemas de cultivo que adotam consórcio de gramíneas e leguminosas, buscam explorar as qualidades e características favoráveis dos dois grupos de plantas.

## 2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO

O milho, originário da América, mais provavelmente na região onde se situa o México, representa um dos principais cereais cultivados e consumidos no mundo, em virtude do seu alto potencial produtivo, composição química e valor nutritivo. Este cereal assume grande importância social e econômica, principalmente pela geração de empregos na zona rural e urbana, e por fornecer produtos largamente utilizados na alimentação humana, tanto na forma “in natura” como processado e para alimentação animal, representando o principal insumo para a produção de rações. Além disso, o milho e seus derivados constituem-se em matéria-prima para vários segmentos da indústria, como por exemplo, farmacêutica, têxtil, bebidas, cosméticos, papéis, curtumes, colas dentre outras (SILVA, 2005).

A importância econômica da cultura é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, sendo que o uso do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do

consumo desse cereal (cerca de 70% no mundo). Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a este fim, enquanto que, no Brasil, varia de 60 a 80% (DUARTE et al., 2010; FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). No mundo, as principais utilizações do milho são na criação de aves e de suínos. Existem previsões de que a demanda mundial de carnes continue crescendo e estimativas apontam um consumo superior a 110 milhões de toneladas de carne suína e quase 70 milhões de toneladas de carne de frango até o ano de 2015 (DUARTE et al., 2010; GARCIA et al., 2008). Em termos gerais, apenas 15% de toda a produção mundial de milho destina-se ao consumo humano.

O milho é uma das plantas mais eficientes na conversão de energia radianete em massa seca, visto que uma semente de 260 mg pode resultar, em um período de 140 dias, em até 250 g de grãos por planta (FANCELLI; DOURADO NETO, 1996). Isto é importante para o Brasil, que está situado em uma região tropical, fato que facilita o aproveitamento da luz solar. Outro ponto relevante é aproveitar o grande potencial que a espécie tem para a alimentação, já que uma parcela representativa da população brasileira vive em condições de desnutrição.

O mercado mundial de milho é abastecido basicamente por três Países: os Estados Unidos (54 milhões de toneladas, no ano agrícola 2010/11) e, mais recentemente o Brasil (11 milhões de toneladas, no ano agrícola 2010/11) (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA, 2011). A principal vantagem dos Estados Unidos e da Argentina, em relação ao Brasil, é de terem logística favorável, que no caso dos Estados Unidos é decorrente das excelentes estruturas de transporte e da Argentina pela proximidade das áreas de produção dos portos. O Brasil participa deste mercado, porém, a instabilidade cambial e as deficiências da estrutura de transporte até os pontos têm prejudicado o País no comércio internacional de milho (GARCIA et al., 2008).

Os principais importadores de milho, no ano agrícola 2010/11, foram o Japão (16 milhões de toneladas), a Coréia do Sul (8 milhões de toneladas), o México (8 milhões de toneladas) e o Egito (6 milhões de toneladas) (USDA, 2011). Outros importadores relevantes são os Países do Sudeste da Ásia e a comunidade Européia. Nesses dois últimos casos, além das importações, ocorre um grande montante de trocas entre os Países que compõem cada um desses blocos (GARCIA et al., 2008).

O milho foi inicialmente cultivado intensivamente em pequenas propriedades, com utilização “*in situ*” dos grãos para alimentação animal. Com a criação intensiva de aves e suínos

em grandes lotes, fora das propriedades agrícolas que produzem milho, a expansão da cultura ocorreu em propriedades de porte médio que se dedicavam ao cultivo do cereal para o comércio de grãos. Nestas, além da importância como fonte de renda, a cultura do milho foi essencial para viabilização do sistema plantio direto, devido à sua elevada produção de massa (MUNDSTOCK; SILVA, 2005). Atualmente é cultivado em praticamente todo o território brasileiro, sendo que somente no ano agrícola 2010/11, 38% da produção total se concentrou nas regiões Sul, 29% no Centro Oeste e 19% no Sudeste (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2011). Segundo Maltoso et al. (2006), dado ao baixo preço de mercado do milho, os custos de transporte influenciam a remuneração da produção obtida, principalmente em regiões distantes dos pontos de consumo e de portos, reduzindo o interesse no deslocamento da produção as maiores distâncias ou em condições que a logística de transporte é desfavorável.

A produção de milho no Brasil tem-se caracterizado pela divisão em duas épocas de semeadura. A semeadura de verão ou primeira safra é realizada na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul e até os meses de outubro a novembro no Sudeste e no Centro Oeste. A segunda safra, que inclui a “safrinha”, é caracterizada pela semeadura entre os meses de janeiro, fevereiro, março e posteriormente em sistemas irrigados, com produtividades semelhantes à primeira época. Essa semeadura ocorre sempre após a colheita da safra normal (quase sempre depois da soja precoce), visando o aproveitamento das chuvas remanescentes antes do período da seca, com predomínio na região Centro Oeste. Verifica-se um decréscimo na área cultivada no período da primeira safra, em decorrência da concorrência com a soja, o que tem sido parcialmente compensado pelo aumento de área cultivada na segunda safra (GARCIA et al., 2008).

No Brasil, o milho destaca-se pela grande quantidade produzida, sendo superado apenas pela soja (SOUZA; BRAGA, 2004). O País é o terceiro maior produtor mundial de milho (57 milhões de toneladas produzidas, no ano agrícola 2010/11), depois dos Estados Unidos (primeiro lugar – 316 milhões de toneladas, no ano agrícola 2010/11) (USDA, 2011). Considerando a produção de 57 milhões de toneladas (milho total – primeira e segunda safra), obtida em 13,4 milhões de hectares no ano agrícola 2010/11 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2011; USDA, 2011), o Estado do Paraná liderou o ranking nacional com 12,6 milhões de toneladas, seguido de Mato Grosso com 7,4 milhões de toneladas,



de Minas Gerais com 6,3 milhões de toneladas, de Goiás com 5,3 milhões de toneladas e de São Paulo com 4,4 milhões de toneladas.

Por suas características fisiológicas, a cultura do milho tem alto potencial produtivo, já tendo sido obtida produtividade superior a  $16 \text{ t ha}^{-1}$  em concursos de produtividade de milho conduzidos por órgãos de assistência técnica e extensão rural e por empresas produtoras de sementes. No entanto, o nível médio nacional de produtividade é muito baixo, cerca de  $3.250 \text{ kg ha}^{-1}$ , demonstrando que os diferentes sistemas de produção de milho deverão ser ainda bastante aprimorados para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade que a cultura pode proporcionar (BARBOSA, 2007).

A produtividade média de milho nacional não reflete o bom nível tecnológico já alcançado por boa parte dos agricultores brasileiros voltados para lavouras comerciais, uma vez que as médias são obtidas nas mais diferentes regiões, em lavouras com diferentes sistemas de cultivos, finalidades e nível tecnológico (DEMÉTRIO, 2008; GARCIA et al., 2008). De modo geral, a baixa produtividade das lavouras de milho no Brasil ocorre em função de fatores ligados às condições de precipitação pluvial, temperatura do ar, radiação solar, arranjo espacial de plantas, fertilidade do solo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004) e dentre outras. Esse fato não se deve apenas aos baixos níveis de nutrientes presentes nos solos, mas também ao uso inadequado de calagem e adubações, principalmente com nitrogênio e potássio, e também à alta capacidade extrativa do milho colhido para produção de grãos e forragem.

### 2.3 CULTURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO EM CULTIVO SOLTEIRO E EM CONSÓRCIO

Em termos de modernização da agricultura brasileira, a utilização do sistema plantio direto é uma realidade inquestionável e a participação da cultura do milho em sistemas de rotação e sucessão (safrinha) de culturas, para assegurar a sustentabilidade do sistema plantio direto é fundamental. A área cultivada no sistema plantio direto tem aumentado rapidamente, no Brasil, principalmente nos últimos anos. Estima-se que, hoje, o sistema plantio direto cubra mais de 25 milhões de hectares, ou seja, cerca de 50% da área com culturas anuais no país. Este sistema consolidou-se como uma tecnologia conservacionista, largamente aceita entre os agricultores, havendo sistemas adaptados a diferentes regiões e aos diferentes níveis tecnológicos, do grande

ao pequeno agricultor que usa a tração animal. Requer cuidados na implantação, mas, depois de estabelecido, seus benefícios se estendem não apenas ao solo e, conseqüentemente, ao rendimento das culturas e à competitividade dos sistemas agropecuários, mas, também, devido à drástica redução da erosão, reduz o potencial de contaminação do meio ambiente e dá ao agricultor maior garantia de renda, pois a estabilidade da produção é ampliada, em comparação aos métodos tradicionais de manejo do solo (CRUZ et al., 2006).

A cultura do milho tem a vantagem de deixar uma grande quantidade de restos culturais que, uma vez bem manejados, podem contribuir para reduzir a erosão e melhorar o solo. Dessa forma, sua inclusão em um esquema de rotação é fundamental (CRUZ et al., 2006).

O sistema plantio direto consiste em manter os restos culturais do cultivo anterior, sejam eles de uma cultura comercial ou adubos verdes. Segundo Calegari (1995), adubação verde é a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciadas a outros cultivos, incorporando-as ao solo ou deixando-as em superfície. Esta cobertura do solo facilita o armazenamento de água, diminui a incidência de plantas daninhas, melhora a estrutura e a estrutura das partículas do solo e aumenta o teor de matéria orgânica do solo. A decomposição do material vegetal ocasiona a mineralização dos compostos orgânicos e liberação dos nutrientes minerais para as plantas cultivadas posteriormente. Dentre eles, destacam-se o nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre (AMBROSANO et al., 1997; ATALLAH; LOPEZ-REAL, 1991 citados por MARSOLA, 2008; CALEGARI, 1995; DERPSCH; CALEGARI, 1992).

O sistema de consórcio de culturas de grãos com plantas forrageiras possibilita o estabelecimento de pastagens e oferta de alimento para o gado na época seca do ano, além da melhora na qualidade física e química do solo. A cultura do milho possui características favoráveis para o cultivo consorciado, como alto porte das plantas e altura de inserção das espigas, permitindo que a colheita ocorra sem interferências das plantas forrageiras (ALVARENGA et al., 2006). Além disso, o sistema de produção de consórcio com a cultura do milho, em geral, reduz a infestação e suprime o acúmulo de matéria seca de plantas daninhas (SEVERINO et al., 2006).

Borghetti et al. (2008), ao estudar dois espaçamentos entrelinhas de milho (45 e 90 cm) e quatro modalidades de cultivo (milho solteiro, milho com *B. brizantha* na linha, milho com *B. brizantha* na entrelinha e milho com *B. brizantha* simultaneamente na linha e entrelinha), verificaram que no primeiro ano do trabalho a maior produção de matéria seca de *B. brizantha*

ocorreu no consórcio de milho com *B. brizantha* semeada na linha e na entrelinha, no espaçamento de 90 cm entrelinhas do milho. No entanto, no segundo ano não houve diferença entre os espaçamentos para cada modalidade de cultivo.

Trabalhos realizados com o cultivo consorciado de milho e *Brachiaria brizantha* demonstram a viabilidade deste sistema de produção. Cobucci et al. (2001) relatam que a presença da forrageira não afetou a produtividade de grãos de milho. Porém, em alguns casos, houve necessidade da aplicação de nicossulfuron, em subdoses, para reduzir o crescimento da forrageira e garantir pleno desenvolvimento do milho. No caso do cultivo consorciado, esta competitividade pode ser amenizada com adoção de práticas culturais como o arranjo espacial de plantas (OLIVEIRA et al., 1996), que retarda sobremaneira o acúmulo de biomassa por parte da forrageira, durante o período de competição interespecífica.

A redução do espaçamento de semeadura entre linhas propicia melhor distribuição espacial de plantas de milho (SANGOI et al., 2002) e melhor produção de forragem, aliada à maior coberutra do solo.

Além disso, a consorciação das forrageiras pode mover a supressão na emergência das plantas daninhas, em virtude da agressividade na formação dessas espécies forrageiras após a colheita da cultura produtora de grãos (JAKELAITIS et al., 2004; FREITAS et al., 2005).

Há trabalhos que evidenciam a vantagem do cultivo consorciado com as culturas da soja e do milho, em que foram utilizadas doses reduzidas de herbicidas aplicados no período de pós-emergência (FREITAS et al., 2005; JAKELAITIS et al., 2005; SILVA et al., 2004; SILVA; BENEZ, 2005), porém, Kluthcouski et al. (2000) relataram que a deposição do fertilizante de semeadura, misturado com as sementes da espécie forrageira, em maiores profundidades, permite o atraso da emergência, de maneira a diminuir a competição com a cultura produtora de grãos.

Outra prática que pode ser adotada é a adubação verde, sendo uma boa alternativa principalmente para os pequenos agricultores, por proporcionar a redução da utilização de composto orgânico (CASTRO et al., 2004; DINIZ et al., 2007), e conseqüentemente diminuir os custos de produção. Nas regiões tropicais e subtropicais, a diminuição do potencial produtivo dos solos tem sido atribuída à erosão e a não reposição da matéria orgânica (SILVA et al., 2006). A utilização da adubação verde, por sua vez, é uma promissora prática para a manutenção da fertilidade do solo visto que, o protege contra a erosão e ao final do cultivo fornece nutrientes para a cultura em sucessão (ALCÂNTARA et al., 2000). Além do papel de conservação e

fertilização dos solos, os adubos verdes produzem pólen e néctar, atraindo e abrigando inimigos naturais, com impactos positivos na proteção contra pragas e doenças (ALVES et al., 2004). Porém também, exercer importante controle de plantas espontâneas por modificar a dinâmica do banco de sementes e proporcionar diferentes modelos de competição, distúrbios do solo e ação alelopática (BUHLER et al., 1997; MONQUERO et al., 2009).

Vários autores estudaram os benefícios do uso da adubação verde em pré-cultivo para a cultura do milho (ARF et al., 1999; GIACOMINI et al., 2004). Porém, apesar das várias vantagens desse sistema, essa prática é pouco utilizada pelos agricultores, principalmente durante o verão, pois o cultivo do adubo verde não propicia retorno econômico imediato, ou seja, pode ocupar o espaço de outra cultura de renda (DOURADO et al., 2001).

Neste contexto, torna-se interessante o uso da consorciação, pois além da otimização da área de plantio, a cultura principal pode ser beneficiada pelo nitrogênio fixado pela leguminosa, seja pela excreção direta de compostos nitrogenados e pela decomposição dos nódulos e raízes, ou mais intensamente pelo corte da parte aérea da leguminosa que irá se decompor e liberar nutrientes durante o desenvolvimento da cultura principal (CASTRO et al., 2004).

A consorciação deve obedecer a critérios técnicos, evitando que os adubos verdes venham a competir com as culturas principais e o seu manejo proporcione melhoria no desempenho dessas (RIBAS et al., 2002). Dentre os diversos fatores que devem ser considerados na definição do consórcio, podem-se citar três: a cultivar de milho, a espécie do adubo verde e a época de corte do mesmo. Em relação à escolha do adubo verde, devem-se priorizar leguminosas que apresentem sistema radicular profundo e ramificado e elevada produção de fitomassa (ALVARENGA et al., 1995; CHAVES; CALEGARI, 2001; MIYASAKA et al., 1984).

Silva et al. (2006) concluíram que o cultivo do milho, em sucessão à crotalária, proporcionaram maior produtividade de grãos, quantidade de N na planta proveniente do fertilizante, absorção e recuperação do N em relação ao pousio e ao milheto. Silva (2008) avaliando as culturas crotalária e milheto em cultivo anterior ao milho encontrou produtividade superior no milho cultivado em sucessão à crotalária, em dois anos agrícolas, em relação às sucessões pousio-milho e milheto-milho, as quais diferiram entre si, com menor produtividade na sucessão milheto-milho no primeiro ano agrícola. Já Scivitaro et al. (2000) avaliando a contribuição de mucuna preta e uréia, marcados com  $^{15}\text{N}$ , no conteúdo de N em plantas de milho,

observaram que a maior parte do N nas plantas de milho provém do solo, seguida de uréia (26,84%) e da mucuna preta (7,99%).

Na mesma linha de pesquisa, Skora Neto (1993) estudando o efeito do consórcio de adubos verdes (feijão-de-porco, mucuna-anã, guandu-anão, calopogônio, mucuna-preta, crotalária e caupi) com o milho (na semeadura e aos 30 e 55 dias após a semeadura), sobre a infestação de plantas daninhas, verificou que a presença das leguminosas não diminuiu a infestação na fase inicial do ciclo da cultura, de forma a reduzir as operações de controle; ao contrário, dificultou as capinas, aumentando o tempo gasto nessas operações. Houve redução na infestação, pela influência do consórcio, no final do ciclo e no período pós-colheita do milho, variando conforme a espécie consorciada e a época de consorciação em relação ao ciclo do milho.

#### 2.4 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO FEIJÃO

Cultivado por pequenos, médios e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro comum reveste-se de grande importância econômica e social. Dependendo da cultivar e da temperatura ambiente, pode apresentar ciclos variando de 65 a 100 dias, o que o torna uma cultura apropriada para compor, desde sistemas agrícolas intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência (BARBOSA, 2007).

A cultura do feijão tem especial importância para a agricultura brasileira, por ser o Brasil um dos maiores produtores e consumidores do mundo, e também por ser uma das principais fontes protéicas da população (PIRES et al., 2002).

O feijoeiro é uma leguminosa de grande importância na economia brasileira, pois a população brasileira tem como parte de sua cultura, o consumo diário, visto que é um alimento rico em proteínas. A partir da década de 1980, passou a ser cultivado também na época de inverno (período seco), sob irrigação, atraindo médios e grandes produtores, geralmente usuários de maior nível de tecnologia. Em lavouras sob pivô central, com elevado nível tecnológico, a produtividade é de extrema importância, pois o uso de irrigação é onerosa, o que requer a adoção de outras práticas que, a ela combinadas, aumentam a produtividade dando sustentabilidade ao sistema de cultivo (BARBOSA FILHO; SILVA, 2001).

O feijão é importante na composição de sistemas agrícolas para a região dos cerrados. Ocasionalmente, na época “da seca” e, principalmente, no inverno, a cultura é totalmente dependente de irrigação, que na maioria dos casos é feita por aspersão. Outra prática que tem sido utilizada no cultivo do feijoeiro é o cultivo em sistema plantio direto e as primeiras pesquisas foram realizadas pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, onde os resultados obtidos mostraram a viabilidade da inclusão desta cultura no sistema de rotação em plantio direto. Trata-se de uma prática eficiente para o controle de erosão, propicia maior disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, além de melhorar as condições físicas e químicas do solo com o aumento do teor de matéria orgânica (BALBINO et al., 1996).

De acordo com Guimarães (1996), o feijoeiro é muito sensível ao déficit hídrico, isso devido à sua baixa capacidade de recuperação às estiagens e seu sistema radicular pouco profundo. A fase de maior sensibilidade da planta ao déficit hídrico é a floração, podendo ocasionar abortamento e queda prematura das flores. Na fase de formação das vagens, a falta de água propicia o chochamento dos grãos.

Del Peloso et al. (1996) consideram que um dos aspectos mais importantes em relação ao feijoeiro em sistema plantio direto é a possibilidade de conservação do solo e da água, pois a manutenção de uma palhada na superfície do terreno, oriunda de cultivos anteriores, reduz a evaporação de água e a perda de solo.

Tendo em vista a importância que o feijão tem no âmbito nacional, faz-se necessário o conhecimento sobre as práticas de adubação adotadas por produtores, já que além da fertilidade normal dos solos brasileiros, a adubação e a irrigação exercem papéis importantes, uma vez que podem contribuir para o aumento da produtividade e para o desenvolvimento da cultura (OLIVEIRA, 2004).

O cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto tem aumentado no Brasil, devido a inúmeros benefícios que esse sistema proporciona às características físicas, químicas e biológicas do solo. O sistema plantio direto, em razão da manutenção dos resíduos vegetais na superfície, promove maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, favorece a infiltração, reduz perda de água por escoamento superficial e perda de solo por erosão (HERMANI et al., 1999; STONE; SILVEIRA, 1999). Nesse sistema, porém, pelo fato de os restos culturais permanecerem na superfície do solo, a taxa de mineralização da matéria orgânica é mais lenta, quando comparada com sistema convencional (GONÇALVES; CERETTA, 1999), o que tem acarretado

menor disponibilidade de nitrogênio às plantas, principalmente, na fase da implantação até a estabilização do sistema (SORATTO et al., 2001, 2004; SILVA et al., 2002). Nessas condições procura-se antecipar a aplicação de N relativamente à semeadura visando compensar eventualmente a imobilização do N pela microbiota do solo, evitando, assim, a diminuição de disponibilidade de N mineral para a cultura.

De acordo com Stone e Moreira (2000), a palhada na superfície do solo altera a relação solo-água, pois previne a evaporação reduzindo, assim, a taxa de evapotranspiração das culturas, e propicia aumento do intervalo entre irrigações, o que diminui a frequência do uso desta tecnologia. De acordo com Perez et al. (2008) para a obtenção de altas produtividades de grãos, é importante o emprego de tecnologias apropriadas, atualmente, vem se destacando o sistema plantio direto como uma das formas mais eficientes para melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo. O sucesso na implantação e no estabelecimento do sistema plantio direto está fortemente relacionado com a alta produção de fitomassa nos sistemas de rotação, sem a qual os objetivos e vantagens dessa forma de cultivo não são alcançados (TEIXEIRA et al., 2008).

## 2.5 ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO FEIJÃO

O feijoeiro é uma planta exigente em fertilidade do solo e, por ser de ciclo curto, necessita que os nutrientes estejam prontamente disponíveis nos estádios de maior demanda, para que não haja limitação da produtividade (SILVA; SILVEIRA, 2000). O nitrogênio é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, produtividade de grãos e a biomassa seca da maioria das culturas (LOPES et al., 2004), sendo, ainda o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas pela maioria delas, incluindo as pastagens. Com isso, entre as deficiências nutricionais que ocorrem nas culturas, a de nitrogênio é a mais frequente. Além disso, em condições adversas, principalmente as relacionadas ao teor de matéria orgânica, umidade e textura do solo, época e método de aplicação do fertilizante, o nitrogênio é um nutriente que se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação no solo. Como decorrência disto, a eficiência de sua utilização pelas plantas é baixa, com média inferior a 50% (FAGERIA; BALIGAR, 2005).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes na nutrição da planta e é também um dos que mais respostas positivas em termos de produtividade (PIRES et al., 2002). Concordando com Malavolta (1979) que explicou tal fato dizendo que o nitrogênio é um dos nutrientes

absorvidos em maior quantidade pelo feijoeiro e quando aplicado na dose recomendada promove rápido crescimento, aumentando a folhagem, o teor de proteína nas sementes. Além disso, “alimenta” os microrganismos do solo que decompõem a matéria orgânica, além de aumentar o teor de massa seca, no entanto quando fornecido em desequilíbrio em relação aos outros elementos pode atrasar o florescimento e a maturação e predispõe as plantas ao ataque de doenças. Canechio Filho (1987) ressalta que alta exigência da cultura em relação ao nitrogênio se deve ao fato desta ser uma leguminosa produtora de grãos ricos em proteínas, fato este que a torna mais exigente em nitrogênio que outras plantas. De acordo com Oliveira et al. (1996) quando o nitrogênio está deficiente, as plantas são atrofiadas, o caule e o ramo são delgados e as folhas apresentam uma coloração entre verde-pálido e amarela, mas uma adubação nitrogenada em cobertura bem realizada supri toda a necessidade da cultura, bem como aumenta sua produtividade. Deficiências de nitrogênio são mais acentuadas em plantio direto em relação convencional.

Segundo Rosolem (1987), há resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada em todo o Brasil, embora sendo bem variáveis. Por ser um elemento afetado por uma dinâmica complexa e não deixar efeitos residuais diretos das adubações, o manejo da adubação nitrogenada é dos mais difíceis (RAIJ, 1991).

Segundo Malavolta (1979) deve-se aplicar nitrogênio quando a cultura tem necessidade e quando possui raízes já bem desenvolvidas; outro cuidado é com o solo, que não deve estar demasiadamente seco e nem muito encharcado, pois o adubo nitrogenado se dissolve completamente na água, e se adubarmos uma planta que ainda não tem muitas raízes, com a primeira chuva que cair, o material será arrastado para baixo e se perderá nas águas de drenagem; porém se a aplicação for feita mais tarde, a planta já tendo raízes suficientes conseguirá aproveitar o nutriente arrastado pela chuva, evitando assim sua perda. A aplicação de nitrogênio deve ser feita com cuidado, à ureia exige atenção especial, pela possibilidade de perdas por volatilização. Dessa forma, se a ureia não for enterrada ou levada para dentro do solo pode ocorrer grande perda (RAIJ,1991). Segundo Fox et al. (1986) citado por Barbosa Filho et al. (2005), dentre as formas de aplicação de nitrogênio, o de cobertura tem sido a mais eficiente (rendimento/unidade de nitrogênio aplicado) pois, além de fornecimento do nutriente em época de maior exigência, a absorção do  $\text{NH}_3$  pelas folhas inferiores das plantas pode reduzir as perdas por volatilização.



Alguns autores observaram que o feijoeiro responde muito bem à adubação nitrogenada, onde a cultura chegou a responder à doses acima de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio, especialmente em sistemas de cultivos irrigados (SILVA; SILVEIRA, 2000; STONE; MOREIRA, 2001).

Arf et al. (2009) estudando fontes de nitrogênio (Ureia, Sulfato de amônio e Entec<sup>®</sup>), doses (0, 50, 100, 150 e  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e épocas de aplicação (semeadura e cobertura) em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto obtiveram máxima produtividade ( $3264,71 \text{ kg ha}^{-1}$ ) quando aplicado  $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$ . Carvalho et al. (1992) constataram que para obtenção da máxima produtividade do feijoeiro de inverno foram necessários  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio. Entretanto, para Santos et al. (2003), a máxima produtividade econômica do feijoeiro de inverno, foi obtida com a aplicação de  $108 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio. Já Kikuti et al. (2002) estimaram que a resposta máxima do feijoeiro de inverno, sob irrigação, foi de  $2332 \text{ kg ha}^{-1}$ , com aplicação de  $170 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio. Vieira et al. (2000) observaram que quando se aumentou a quantidade de nitrogênio aplicado ao solo houve aumento na produtividade de grãos e aumento no número de vagens por planta.

Carvalho et al. (2001), estudando o parcelamento e fontes de nitrogênio no feijoeiro, observaram maior produtividade da cultura com a utilização de uréia. Os mesmos autores verificaram tendência da uréia em resultar em maior crescimento e desenvolvimento das plantas em relação ao sulfato de amônio, o que fez com que proporcionasse maior produtividade no feijoeiro. Arf et al. (2001), estudando três fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e sulfonitrato de amônio) e diferentes épocas de aplicação (testemunha sem N; semeadura; estágio de desenvolvimento  $V_3$  (1ª folha trifoliada aberta); estágio de desenvolvimento  $V_{4-5}$  (5ª folha trifoliada aberta);  $1/3$  semeadura +  $2/3$  estágio  $V_3$ ;  $1/3$  semeadura +  $2/3$  estágio  $V_{4-5}$ ) na dose de  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$ , em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto no cerrado, concluíram que as fontes e épocas de aplicação de nitrogênio não interferiram na produtividade do feijoeiro de inverno, embora tenha sido superior à testemunha (sem aplicação de N).

Romanini Junior e Arf (2003) concluíram que a adubação nitrogenada em cobertura aumenta linearmente a produtividade de grãos do feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto no período de inverno. Já Bordin et al. (2003) mencionaram que a quantidade de nitrogênio a ser empregada na adubação do feijoeiro pode estar condicionada ao tipo de planta de cobertura (gramínea ou leguminosa) de cultivo anterior na área, em sistema plantio direto.

Em sistema plantio direto sobre gramínea de alta quantidade de palha, os processos de mineralização e imobilização são muito importantes porque alteram as respostas das culturas ao manejo da adubação nitrogenada (CARDOSO et al., 2008). Neste sistema, talvez ocorra a necessidade de utilizar doses de N elevadas em função da velocidade na taxa de decomposição e da alta relação C/N da palha, refletindo no processo de imobilização do N, promovendo competição dos microrganismos com o feijoeiro, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento das plantas, sendo o N o nutriente mais absorvido e extraído, limitando assim a produtividade da cultura (LEMOS et al., 2008).

## 2.6 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TRIGO

A planta de trigo, como é conhecida hoje, originou-se do cruzamento de espécies silvestres de gramíneas que existiam nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates, na Ásia, por volta de 10.000 a 15.000 a.C., sendo uma das primeiras plantas cultivadas (SILVEIRA et al., 1999). Desde os primórdios da agricultura no Sudoeste da Ásia, numa região montanhosa, árida, com elevada amplitude térmica e pouca precipitação, a história da humanidade e do cultivo de trigo estão interligadas (CASTRO; KLUGE, 1999).

Os trigos primitivos tinham espigas muito frágeis, que quebravam com facilidade quando maduras e apresentavam sementes aderidas às pontas florais (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- IAPAR, 1999). Processos e mecanismos de hibridação e mutação naturais, além de seleções involuntárias ou não das civilizações primitivas, produziam variedades com inflorescências menos desagregáveis e aristas caducas, tendo sido essas mais fáceis de colher e disseminar tanto na natureza, como posteriormente, para o cultivo (FERNANDES, 1985).

Hoje, entre os principais produtos agrícolas brasileiros nenhum apresenta tantas nuances quanto o trigo, no aspecto tecnológico de produção, na inserção nos sistemas de produção regionais, na agregação de renda às propriedades agrícolas, no aspecto de abastecimento interno e no papel de produto relevante nas transações comerciais brasileiras com outros países. A oscilação da oferta (quantidade e qualidade) tem levado esse produto a ocupar o segundo lugar na pauta brasileira de importações e, recentemente, realçando essa complexidade, também a se fazer presente na relação dos produtos agrícolas exportados pelo país (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2009).

Segundo Silva et al. (1996), a área tritícola no Brasil é dividida em três regiões, conforme características climáticas, cultivares e sistemas de produção: Sul, Centro Sul e Brasil Central. Os Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, são responsáveis por cerca de 90% da produção brasileira de grãos de trigo. Embora a produção em outros estados ainda seja discreta quando comparada com os outros dois grandes produtores, observa-se acentuado crescimento da produção no Cerrado.

Na safra 2011/12 a área cultivada com a cultura foi de 2.075,7 mil hectares, sendo a maior área a do Rio Grande do Sul (1.025,6 mil hectares), seguido do Paraná (871,5 mil hectares). Os dois estados juntos representaram 91,4% da área nacional cultivada com trigo (CONAB, 2012).

A expansão do cultivo de trigo para a região do Brasil Central foi possível, principalmente, devido à implantação de lavouras irrigadas e ao desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região, com porte mais baixo e mais tolerantes às doenças. Reconhece-se todo o trabalho de pesquisa e hoje se produz trigo no Cerrado, com qualidade comparável ao canadense e produtividade similar ao cereal francês (AGRIANUAL, 2005).

A maior produtividade média entre os principais países e regiões produtoras de trigo no mundo é a União Européia (27 países) onde o rendimento médio na última década oscila entre 4,5 e 5,5 toneladas por hectare, quase o dobro do rendimento médio anual da cultura. A produtividade da China tem crescido acentuadamente chegando a superar 4,5 toneladas por hectare nos últimos anos (PASINATO et al., 2009).

O Brasil tem a menor produtividade dentre os países apresentados. No Brasil, assim como em outros países, a produtividade se mostra bastante variável ao longo dos anos já que o trigo é uma cultura frequentemente afetada por adversidades climáticas. Normalmente, a produtividade média Argentina não é muito melhor (em relação a outros países) do que a brasileira. Portanto a maior competitividade da produção argentina em relação à brasileira não vem da maior produtividade ou maior qualidade, mas sim do menor custo de produção, principalmente pelo menor uso de fungicidas e fertilizantes (PASINATO et al., 2009).

Diante disto, o estabelecimento de práticas de manejo que otimizem os insumos aplicados pode contribuir para o aumento da produtividade e competitividade das lavouras de trigo no Brasil. Dentre essas, a adubação nitrogenada é uma das mais importantes, pois afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas, influenciando no seu potencial produtivo.

Dos macronutrientes essenciais: nitrogênio, fósforo e potássio utilizados pelas plantas, o N é o que exerce efeitos mais rápidos e pronunciados sobre o desenvolvimento das plantas (BECKER et al., 2008). Segundo Kolchinski e Schuch (2002) o manejo do nitrogênio tem sido uma das práticas agrícolas mais estudadas no sentido de melhorar a sua eficiência de uso, pré-requisito para diminuir os custos de produção, para proteção ambiental e aumento na produtividade das culturas.

## 2.7 ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO TRIGO

As plantas deficientes em nitrogênio têm seu ciclo encurtado, entrando antes no período de maturidade fisiológica. O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura do trigo, pois está ligado à formação da proteína, constituindo um dos mais importantes elementos no enriquecimento dos grãos deste cereal, sendo que grãos com maiores teores de N, apresentam melhor qualidade industrial, produzindo farinha com maior teor de proteína (BECKER et al., 2008)

O manejo da adubação nitrogenada na cultura do trigo se baseia na aplicação de uma pequena dose de N na semeadura juntamente com fósforo e potássio e posteriormente uma aplicação em cobertura. A dose de nitrogênio a ser utilizada baseia-se na estatura das plantas e na fertilidade do solo. Em média são utilizados de 30 a 60 kg ha<sup>-1</sup> do elemento (COSTA; OLIVEIRA, 1998), sendo as menores doses recomendadas para os cultivares de porte alto e/ou para solos de alta fertilidade. Entretanto, alguns cultivares podem responder a até 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (FREITAS et al., 1995).

Trindade et al. (2006) avaliaram, em Santo Antônio de Goiás, efeitos de doses de nitrogênio em cobertura (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>), sob dois manejos de irrigação, na produtividade de trigo irrigado e seus componentes, e constataram que a produtividade do trigo foi afetada significativamente apenas pelas doses de nitrogênio, apresentando resposta quadrática ao aumento das doses aplicadas em cobertura, devido ao efeito positivo desse nutriente no número de grãos por m<sup>2</sup>. Observaram ainda que o teor de proteína bruta aumentou linearmente com o incremento da dose de nitrogênio em cobertura, e que o incremento da frequência de irrigação e da dose de nitrogênio em cobertura diminuiu a massa hectolitrica.

Em média, a cultura exporta em torno de 22 kg ha<sup>-1</sup> de N (CQFSRS/SC, 2004) por tonelada de grãos retirados da lavoura. Para que não ocorra redução do estoque de N no solo, é importante que essa quantidade seja reposta em alguma fase do sistema produtivo. O N, por ser absorvido em grande quantidade pelo trigo, comumente não é suprido na quantidade necessária e no estágio fisiológico requerido. O suprimento adequado do N no sistema plantio direto é mais complexo do que no sistema convencional de cultivo. A principal razão para isso está relacionada com a quantidade e qualidade de resíduos da cultura anterior remanescente sobre o solo, podendo disponibilizar ou imobilizar N para a cultura subsequente. O suprimento do N para as culturas não-leguminosas tem importância econômica e ambiental muito significativa, pela alta resposta à aplicação e facilidade de perda, ocasionando contaminação ambiental (WENDLING et al., 2007).

São relativamente recentes os estudos da influência dos resíduos culturais deixados na superfície do solo sobre a produtividade de culturas utilizadas em sucessão. Embora grande quantidade de N possa existir na parte aérea das culturas de cobertura, a quantidade real de N que será aproveitada pela cultura em sucessão irá depender do sincronismo entre a decomposição da biomassa e a taxa de demanda da cultura (BRAZ et al., 2006).

As inúmeras espécies de plantas de cobertura proporcionam efeito residual variável, sugerindo assim que sejam usadas aquelas com maiores potencialidades em relação ao aumento da produtividade das culturas econômicas em sucessão (MONEGAT, 1991). A produção de biomassa é uma característica reconhecida das leguminosas utilizadas como adubo verde, entretanto, existe uma grande variação nessas produções conforme as condições nas quais essas leguminosas crescem (ALVARENGA et al., 1995).

Segundo Silva et al. (1996), no uso da adubação verde em trigo, pode-se realizar o cultivo de algumas espécies de plantas na área da lavoura, para posterior corte ou incorporação da massa vegetal ao solo, ou manutenção na superfície como cobertura morta. Em geral, são utilizadas leguminosas, sendo mais utilizadas na região do Brasil Central, a mucuna, o guandu, a crotalária e o feijão-de-porco que, entre outros benefícios, enriquecem o solo em nitrogênio fixado do ar, contido, principalmente, nas folhas e ramos. Havendo chuvas ou irrigação, a decomposição da massa vegetal e a liberação do nitrogênio no solo são rápidas, sendo que o trigo deve ser semeado logo, para reaproveitá-lo. No uso da adubação verde em trigo, pode-se realizar o cultivo de algumas espécies de plantas na área da lavoura, para posterior corte ou incorporação da massa vegetal ao solo, ou manutenção na superfície como cobertura morta.

Em estudos realizados por Braz et al. (2006), a cultura anterior não exerceu efeito sobre a produtividade e componentes da produção do trigo, independente das doses de nitrogênio aplicadas. Entretanto, em valores absolutos, as duas maiores produtividades do trigo foram obtidas quando as culturas antecedentes foram leguminosas. Os autores também observaram que as coberturas sorgo, braquiária, milheto, e braquiária + milho, apresentaram um acréscimo de produção no trigo, na ordem de 72%, 70%, 60% e 45%, nas doses 60, 120, 120 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, em comparação a dose zero kg ha<sup>-1</sup>. Os incrementos obtidos foram superiores àqueles encontrados quando o trigo sucedeu guandu, estilosantes e mombaça.

Barbo e Fabrício (1981) observaram melhoria na fertilidade do solo com a incorporação de mucuna preta, guandu, crotalária e lablab, sem que a adubação verde influenciasse a produtividade de grãos na cultura do trigo. De acordo com Fageria (1983), a capacidade intrínseca de produção agrícola dos solos está íntima e diretamente relacionada com seus teores de matéria orgânica e de nitrogênio; entretanto, é difícil manter um nível satisfatório de ambos na maioria dos solos cultivados. Assim, os métodos de adição e de manutenção de matéria orgânica devem ser considerados com antecipação em todos os programas de manejo dos solos cultivados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa foi realizada na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP – Câmpus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, situada a 20° 20' de latitude Sul e 51° 24' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 340 m. O relevo é caracterizado como moderadamente plano e ondulado.

Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2010/11 e 2011/12 em área cultivada em sistema plantio direto instalado a 12 anos e anteriormente cultivado com a cultura do milho.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo predominante da área, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico e de textura argilosa, o qual foi originalmente ocupado por vegetação de Cerrado e vem sendo explorado por culturas anuais há mais de 26 anos.

Antes da instalação do experimento no ano agrícola de 2010/11, foram realizadas amostragens do solo da área na camada de 0,0 a 0,2 m para análise, conforme metodologia descrita por Raij et al. (1996), cujas características químicas constam na Tabela 1.

**Tabela 1** – Análise química do solo da área experimental na camada de 0,0 a 0,2 m. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)<sup>(1)</sup>

<b>Safra</b>	<b>P<sub>resina</sub></b>	<b>M.O.</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>S.B.</b>	<b>T</b>	<b>V</b>	<b>S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	
	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%	mg dm <sup>-3</sup>	
	31	25	5,5	4,3	32	15	25	51,3	76,3	67	7	
<b>2010/11</b>				<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>				
				-----mg dm <sup>-3</sup> -----								
				0,18	9,8	30	113,2	1,3				

<sup>(1)</sup> Método de análise segundo RAIJ et al. (1993). Laboratório de Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos (UNESP – Câmpus de Ilha Solteira).

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA E DADOS CLIMÁTICOS

O clima da região, segundo classificação de Kopen, é do tipo Aw, com precipitação média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25° C e umidade relativa do ar média anual de 66% (CENTURION, 1982). Os valores diários de precipitação pluvial e temperatura mínima e máxima do ar, registrados durante a condução dos experimentos nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12, constam abaixo dentro de cada subprojeto desenvolvido. A precipitação total registrada no ano agrícola 2010/11 foi de 1.744 mm e no ano agrícola 2011/12 foi de 1.145 mm. Os dados climáticos foram coletados na Estação Meteorológica da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, localizada a aproximadamente 1.000 m da área experimental.

### 3.4 SUBPROJETOS DESENVOLVIDOS

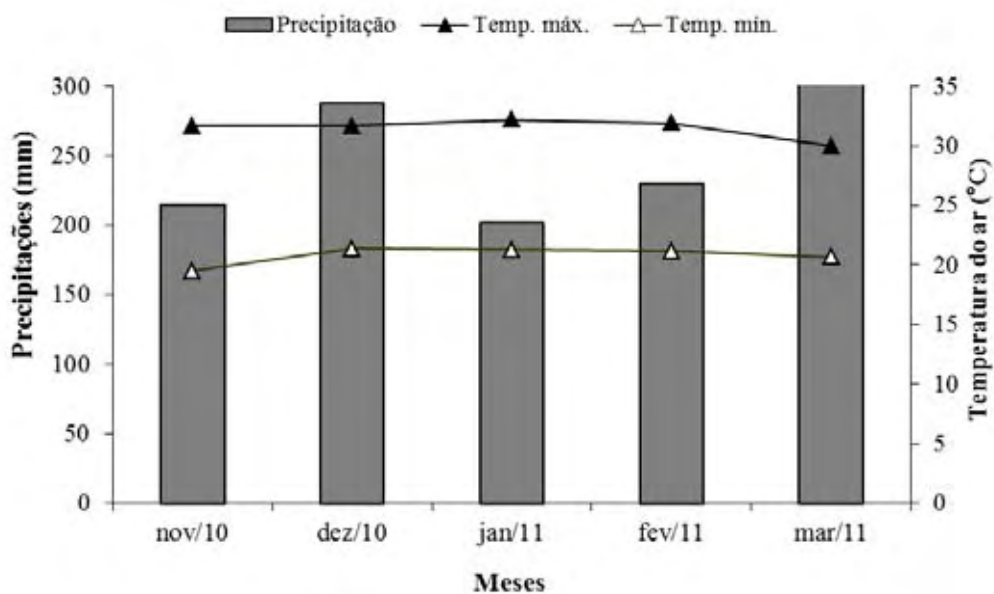
#### **3.4.1 Desempenho do milho em consórcio com brachiaria e crotalária nas entrelinhas em sistema plantio direto**

Foram estabelecidos cinco tratamentos com oito repetições, assim constituídos: 1- milho, 2- milho + *Brachiaria ruziziensis*, 3 - milho + *Crotalaria spectabilis*, 4 - *Brachiaria ruziziensis* e 5 - *Crotalaria spectabilis*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso.

Os dados de temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação durante a condução dos experimentos nas safras 2010/11 e 2011/12 estão apresentados na Figura 1 e 2.

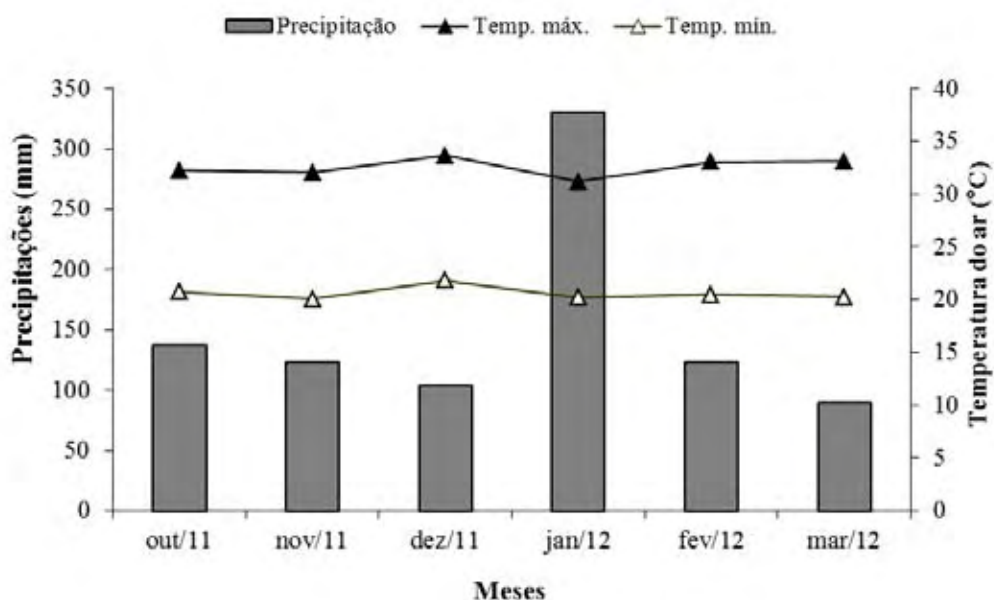


**Figura 1** – Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de milho na safra 2010/11. Selvíria, MS, Brasil



Fonte: Dados da pesquisa do próprio autor.

**Figura 2** – Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de milho na safra 2011/12. Selvíria, MS, Brasil



Fonte: Dados da pesquisa do próprio autor.

Previamente à semeadura, as plantas daninhas presentes na área, na qual predominavam a corda-de-viola [*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donell], a erva-de santa-luzia [*Chamaesyce hirta* (L.) Millsp], o leiteiro [*Euphorbia heterophylla* (L.)] e o picão-preto [*Bidens pilosa* (L.)], foram dessecadas com glifosato ( $1.560 \text{ g ha}^{-1}$  do i.a +  $0,5 \text{ L ha}^{-1}$  de 2,4-D). A aplicação do herbicida foi realizada com pulverizador de barras tratorizado e a vazão de  $220 \text{ L ha}^{-1}$  de calda.

O milho foi semeado mecanicamente, nos dias 12/11/2010 e 08/10/2011 utilizando-se os híbridos simples DKB 390 YG e 2B707 HX respectivamente, no espaçamento de 0,9 m entrelinhas e 6 sementes por metro, com o intuito de se obter uma população final de 66.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  de acordo com recomendações de Barbosa (2007). A emergência das plantas ocorreu nos dias 19/11/2010 e 15/10/2011, ambos aos 7 dias após a semeadura (DAS).

Nas safras 2010/11 e 2011/12 a adubação química básica nos sulcos de semeadura foi constituída de  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula (08-28-16), calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração a faixa de produtividade esperada ( $10 - 12 \text{ t ha}^{-1}$ ) e as recomendações de Raij et al. (1997). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada nos dias 01/12/2010 e 05/11/11, momento em que as plantas de milho apresentavam 5 folhas completamente expandidas, utilizando-se  $70 \text{ kg N ha}^{-1}$  e  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ , respectivamente, tendo-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% nitrogênio). A aplicação foi realizada manualmente, distribuindo-se o fertilizante sobre a superfície do solo (sem incorporação), ao lado e aproximadamente 5 cm das fileiras, a fim de se evitar o contato do fertilizante com as plantas, o que poderia provocar a desidratação e morte das células (OLIVEIRA, 1995). Após a adubação de cobertura a área foi irrigado por aspersão (lâmina de aproximadamente 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia, conforme ressaltado por Costa et al. (2004). A quantidade de nitrogênio aplicado em cobertura foi calculada levando-se em conta a faixa de produtividade esperada e a classe de resposta do solo à adubação nitrogenada.

As coberturas vegetais do consórcio (milho + *Brachiaria ruziziensis*, milho + *Crotalaria spectabilis*) foram semeadas mecanicamente em ambos os anos, entre as linhas do milho no momento da semeadura do mesmo. As coberturas vegetais (*Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis*) em cultivo solteiro também foram semeadas mecanicamente no espaçamento de 0,17 m e 0,34 m, respectivamente. Após a semeadura, em ambos os anos agrícolas, a área foi irrigada por aspersão por sistema de irrigação do tipo pivô central, com uma lâmina de água de

aproximadamente 13 mm para promover a germinação e emergência uniforme das plântulas, que ocorreu aos cinco dias após a semeadura.

Por ocasião do florescimento pleno das plantas de milho foram mensurados, em cinco plantas por parcela, as seguintes características: altura da planta (medição do colo até a inserção da folha “bandeira”) e da espiga (medição do colo até a inserção da primeira espiga), diâmetro de colmo (diâmetro do segundo internódio, a partir da base da planta) e teor de N foliar (sendo coletados os terços centrais dos limbos de dez folhas situadas opostamente e abaixo da espiga principal (MALAVOLTA, 1992; OLIVEIRA, 2004) de plantas presentes na área útil de cada parcela, para avaliação do estado nutricional da cultura. Em seguida, esse material foi submetido à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar à temperatura de  $60\pm 5$  °C, até atingir massa constante. Após a secagem, os limbos foliares foram moídos em moinho de facas do tipo Willey, com peneira de 1,0 mm. A determinação de N foi realizada conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), com os resultados expressos em  $\text{g kg}^{-1}$  de N.

As colheitas foram realizadas em 22/03/2011 e 15/03/12 (130 e 127 dias após a emergência, respectivamente), sendo avaliado: população final de plantas (contagem do número de plantas na área útil de cada parcela e os dados transformados para plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), comprimento e diâmetro de espiga (porção mediana da espiga), número de fileiras de grãos por espiga, massa de cem grãos (pesagem de uma subamostra de cem grãos por parcela, com a massa corrigida para  $130 \text{ g kg}^{-1}$  de teor de água – base úmida – “b.u.”). Foram utilizadas 10 espigas ao acaso em cada parcela.

A produtividade de grãos foi obtida a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos de todas as espigas colhidas na área útil das parcelas, o qual foi convertido para  $\text{kg ha}^{-1}$  e corrigido para  $130 \text{ g kg}^{-1}$  de teor de água (b.u). O teor de água dos grãos foi obtido pelo método elétrico não destrutivo indireto, mediante o uso do aparelho portátil *Multi-grain* (Dickey-John®), o qual propicia leitura direta.

Após a colheita do milho, tanto a cultura, quanto as coberturas vegetais foram manejadas com desintegrador mecânico horizontal, com altura de corte aproximada de 15 cm, objetivando fragmentar e distribuir de forma uniforme os resíduos das culturas na área de cultivo. Após esta operação foram realizadas amostragens ao acaso com quadrante de  $0,25 \text{ m}^2$  (0,5 x 0,5 m) em oito pontos representativos de cada cobertura de solo. O material coletado no quadrante foi submetido à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar à temperatura de  $60\pm 5$  °C, até

atingir massa constante. A produtividade de massa da parte aérea seca foi obtida, dessa maneira, pela média aritmética entre os dois pontos amostrados, com os valores médios extrapolados para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### **3.4.2 Efeito residual de coberturas vegetais e doses de nitrogênio em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto**

#### ***3.4.2.1 Delineamento experimental***

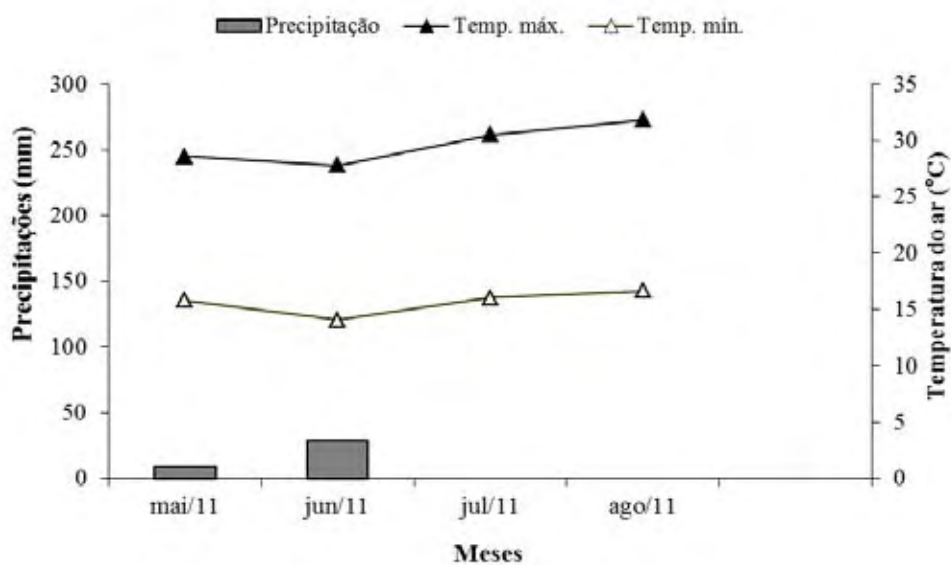
Foram estabelecidos 20 tratamentos com quatro repetições, os quais resultam da combinação dos fatores cobertura vegetal e doses de nitrogênio em cobertura. Como coberturas vegetais, foram utilizadas as seguintes: 1- milho, 2- milho + *Brachiaria ruziziensis*, 3 - milho + *Crotalaria spectabilis*, 4 - *Brachiaria ruziziensis* e 5 - *Crotalaria spectabilis*. As doses de nitrogênio em cobertura foram: 0 (tratamento sem aplicação de nitrogênio); 40, 80 e 120  $\text{kg ha}^{-1}$ . Como fonte nitrogenada foi utilizada a ureia (45% de nitrogênio), ajustando-se as doses do fertilizante para as respectivas doses. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso.

As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas de 6,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, perfazendo área total de 13,5  $\text{m}^2$  (2,25 x 6 m) e área útil de 8,1  $\text{m}^2$ , uma vez que para a coleta dos dados foram utilizadas as tres linhas centrais de cada parcela. Na avaliação de produtividade da cultura, foram utilizadas as duas linhas centrais, constituindo em área útil de 3,6  $\text{m}^2$ . A primeira e a quinta linha foram consideradas bordaduras.

#### ***3.4.2.2 Dados climáticos***

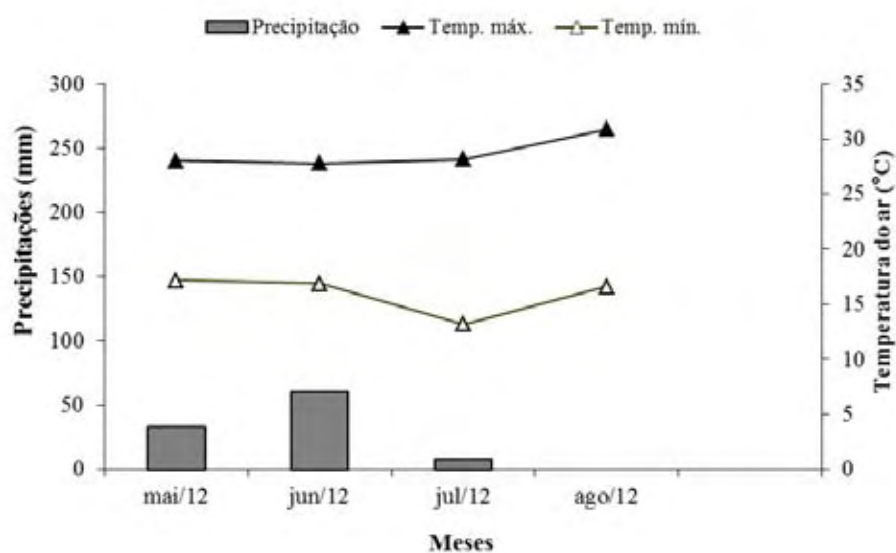
Os dados de temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação durante a condução dos experimentos nas safras 2010/11 e 2011/12 estão apresentados na Figura 3 e 4.

**Figura 3** – Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de feijão cultivado no inverno na safra 2010/11. Selvíria, MS, Brasil



Fonte: Dados da pesquisa do próprio autor.

**Figura 4** – Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de feijão cultivado no inverno na safra 2011/12. Selvíria, MS, Brasil



Fonte: Dados da pesquisa do próprio autor.

### 3.4.2.3 Instalação e condução do experimento

Antes da semeadura do feijoeiro em ambos os anos, a área recebeu aplicação de herbicida (glyphosate – 1560 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), com o objetivo de dessecar as plantas, para a implantação das parcelas do feijoeiro em sistema plantio direto.

A cultivar utilizado em ambos os anos foi o Pérola, originado na Embrapa Arroz e Feijão, da seleção da cultivar Aporé que apresenta crescimento indeterminado, hábito do tipo II/III (semi-ereto a prostrado), é resistente ao Mosaico comum, moderadamente resistente a Murcha de *Fusarium*, intermediário para Ferrugem, suscetível ao Mosaico Dourado, Crestamento Bacteriano Comum e Antracnose (EMBRAPA, 1997).

O feijão foi semeado mecanicamente nos dias 06/05/2011 e 08/05/2012 no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 12 sementes por metro, com o objetivo de obter uma população final de aproximadamente 240.000 plantas por hectare, de acordo com recomendação de Dourado Neto e Fancelli (2000). A emergência das plantas ocorreu nos dias 13/05/2011 e 15/05/2012, ambos aos 7 dias após a semeadura (DAS).

Nas safras 2010/11 e 2011/12 a adubação química básica nos sulcos de semeadura foi constituída de 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula (04-30-10) calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração a faixa de produtividade esperada e as recomendações de Ambrosano et al. (1996). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no dia 04/06/2011 e 06/06/2012 aos 22 dias após a emergência das plantas com as doses de acordo com cada tratamentos, utilizando como fonte de nitrogênio a ureia (45% nitrogênio). A aplicação foi realizada manualmente, distribuindo-se o fertilizante sobre a superfície do solo (sem incorporação), ao lado e aproximadamente 5 cm das fileiras, a fim de se evitar o contato do fertilizante com as plantas, o que poderia provocar a desidratação e morte das células (OLIVEIRA, 1995). Após a adubação de cobertura a área foi irrigada por aspersão (lâmina de aproximadamente 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia, conforme ressaltado por Costa et al. (2004).

Na safra 2010/11, o controle de plantas daninhas foi realizado quando as plantas do feijoeiro estavam com o 4º trifólio completamente desenvolvido, com a aplicação do herbicida fluazifop-p-butil + fomesafen (160 g + 200 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), em pós emergência, com o objetivo de controlar gramíneas e plantas de folhas largas e na safra 2011/12, quando as plantas do feijoeiro

estavam com o 2º triflório completamente desenvolvido, com a aplicação do herbicida fomesafen (225 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), em pós emergência. Os demais tratos culturais e fitossanitários empregados foram os normalmente recomendados ao feijoeiro de inverno para a região (VIEIRA et al., 2006).

A colheita foi realizada nos dias 15/08/2011 e 19/08/2012, aproximadamente aos 90 dias após a emergência das plantas, sendo colhidas as duas linhas centrais de 5 m de comprimento de cada parcela. No momento da colheita foram coletadas também 10 plantas por parcela para determinação dos componentes de produção.

#### **3.4.2.4 Avaliações realizadas**

##### **- População inicial de plantas**

Aos 10 dias após a emergência das plantas, em ambos os anos agrícolas, foram avaliados o número de plantas em duas linhas de cinco metros de comprimento, na área útil de cada parcela, com o objetivo de calcular a população inicial de plantas.

##### **- Medidas em clorofilômetro (Índice ICF)**

A estimativa do teor de clorofila foi determinada pelo clorofilômetro digital em ambos os anos agrícolas. Durante o ciclo do feijoeiro, foram realizadas leituras em 4 plantas, na área útil de cada parcela. As avaliações foram realizadas antes da adubação nitrogenada de cobertura e 15 dias após a adubação nitrogenada no folíolo central do último triflório totalmente expandido.

##### **- Teor de nitrogênio foliar**

Em ambos os anos agrícolas, foram coletadas 10 folhas na área útil de cada parcela, no florescimento de acordo com as recomendações de Raij et al. (1997). Em seguida, esse material foi submetido à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar à temperatura de 60±5 °C, até atingir massa constante. Após a secagem, as folhas foram moídas em moinho de facas do tipo Willey, com peneira de 1,0 mm para em seguida serem submetidas à digestão sulfúrica, de acordo com a metodologia proposta por Sarruge e Haag (1974).

##### **- Massa de 100 grãos**

Determinada pela avaliação de uma amostra de 100 grãos por tratamento, tendo sua massa devidamente corrigida para 130 g kg<sup>-1</sup> de teor de água (base úmida – “b.u.”).

#### **- Componentes da produção**

Foram coletadas 10 plantas em cada parcela, no momento da colheita para a avaliação de: número de vagens planta<sup>-1</sup>: determinada através da relação do número total de vagens/número de plantas; número de grãos planta<sup>-1</sup>: obtido através da relação número total de grãos/número de plantas; número médio de grãos vagem<sup>-1</sup>: calculado através da relação do número total de grãos/número total de vagens.

#### **- População final de plantas**

No momento da colheita em ambos os anos agrícolas, foram avaliados o número de plantas em duas linhas de cinco metros de comprimento, na área útil de cada parcela, com o objetivo de calcular a população final de plantas.

#### **- Produtividade de grãos**

As plantas da área útil de cada parcela foram colhidas manualmente e deixadas secar ao sol. Após secagem, as mesmas foram submetidas à trilhagem mecânica, posteriormente os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup> (13% de base úmida).

#### ***3.4.2.5 Análise estatística***

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das coberturas vegetais comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05), de acordo com Pimentel-Gomes e Garcia (2002), e as médias das doses de nitrogênio submetidas à análise de regressão.

### **3.4.3 Efeito residual de coberturas vegetais e doses de nitrogênio na cultura do trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto**

#### ***3.4.3.1 Delineamento experimental***

Foram estabelecidos 20 tratamentos com quatro repetições, os quais resultam da combinação dos fatores cobertura vegetal e doses de nitrogênio em cobertura. Como coberturas vegetais, foram utilizadas as seguintes: 1- milho, 2- milho + *Brachiaria ruziziensis*, 3 - milho +



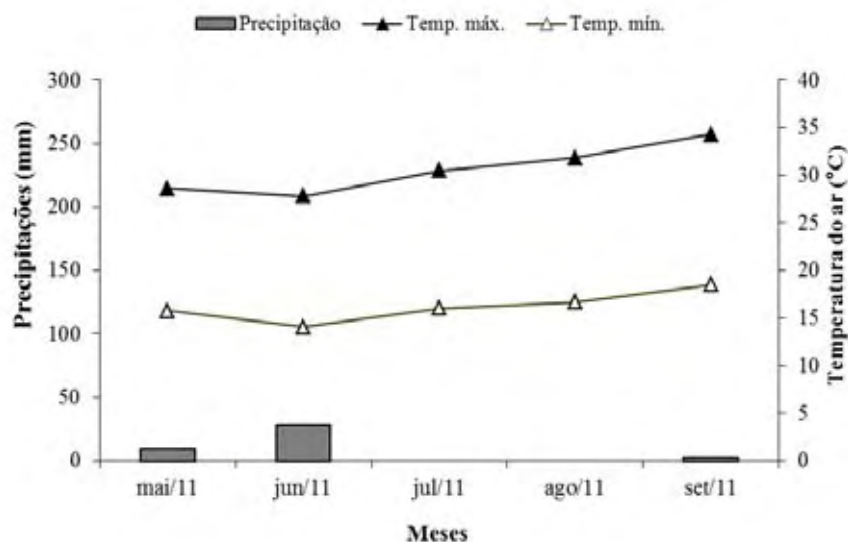
*Crotalaria spectabilis*, 4 - *Brachiaria ruziziensis* e 5 - *Crotalaria spectabilis*. As doses de nitrogênio em cobertura foram: 0 (tratamento sem aplicação de nitrogênio); 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup>. Como fonte nitrogenada foi utilizada a ureia (45% de nitrogênio), ajustando-se as doses do fertilizante para as respectivas doses. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso.

As parcelas experimentais foram constituídas por treze linhas de 6,0 m de comprimento, espaçadas de 0,17 m, perfazendo área total de 13,26 m<sup>2</sup> (2,21 x 6 m) e área útil de 9,18 m<sup>2</sup>, uma vez que para a coleta dos dados foram utilizadas as nove linhas centrais de cada parcela. Na avaliação de produtividade da cultura, foram utilizadas as duas linhas centrais, constituindo em área útil de 1,36 m<sup>2</sup>.

### 3.4.3.2 Dados climáticos

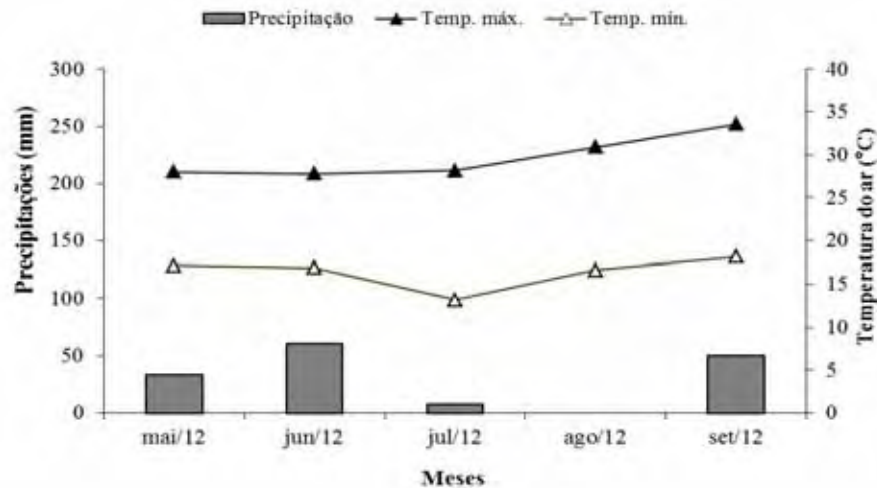
Os dados de temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação durante a condução dos experimentos nas safras 2010/11 e 2011/12 estão apresentados na Figura 5 e 6.

**Figura 5** – Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de trigo cultivado no inverno na safra 2010/11. Selvíria, MS, Brasil



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

**Figura 6** – Precipitação pluvial e temperatura máxima e mínima do ar, por mês, registradas durante a condução do experimento de trigo cultivado no inverno na safra 2011/12. Selvíria, MS, Brasil



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

### 3.4.3.3 Instalação e condução do experimento

Antes da semeadura do trigo em ambos os anos, a área recebeu aplicação de herbicida (glyphosate – 1560 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), com o objetivo de dessecar as plantas, para a implantação das parcelas do feijoeiro em sistema plantio direto.

O trigo foi semeado mecanicamente nos dias 06/05/2011 e 08/05/2012, utilizando-se as cultivares IAC 370 e IAC 373 respectivamente, recomendados para a região no espaçamento de 0,17 m entre linhas e 80 sementes por metro de acordo com recomendações de Dotto et al. (2005). A emergência das plantas ocorreu nos dias 13/05/2011 e 15/05/2012, ambas aos 7 dias após a semeadura (DAS).

Nas safras 2010/11 e 2011/12 a adubação química básica nos sulcos de semeadura foi constituída de 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-30-10 calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração a faixa de produtividade esperada e as recomendações de Camargo et al. (1997). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada nos dias 11/06/2011 e 20/06/2012, ambas aos 35 dias após a emergência das plantas, com as doses de acordo com cada tratamento, utilizando como fonte de nitrogênio a ureia (45% nitrogênio). A aplicação foi realizada manualmente, distribuindo-se o fertilizante sobre a superfície do solo (sem

incorporação) à lanço, dentro de cada parcela. Após a adubação de cobertura a área foi irrigada por aspersão (lâmina de aproximadamente 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia, conforme ressaltado por Costa et al. (2004). Esta operação é comum nos sistemas de produção de grãos irrigados, quando se utiliza a ureia como fonte de N.

O manejo de plantas daninhas foi efetuado com a aplicação do herbicida metsulfuron methyl (3,0 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) em pós-emergência, tanto nas safras 2010/11 e 2011/12.

A colheita do trigo foi realizada manualmente e individualmente por unidade experimental, na safra 2010/11 e 2011/12, aos 100 e 105 dias após a emergência das plantas, respectivamente, quando 90% das espigas apresentavam os grãos com coloração típica de maduros. O material colhido foi submetido à secagem a pleno sol e posteriormente trilhados. Foi feita abanação manual para a limpeza do material.

#### **3.4.3.4 Avaliações realizadas**

##### **- Medidas em clorofilômetro (Índice ICF)**

A estimativa do teor de clorofila foi determinada pelo clorofilômetro digital em ambos os anos agrícolas. Durante o ciclo do trigo, foram realizadas leituras em 4 plantas, na área útil de cada parcela. As avaliações foram realizadas antes da adubação nitrogenada de cobertura e 15 dias após a adubação nitrogenada.

##### **- Teor de nitrogênio foliar**

Em ambos os anos agrícolas, no estágio de florescimento pleno, foram coletadas os limbos foliares de 30 folhas bandeira (CANTARELLA et al., 1997) da área útil de cada parcela. Em seguida, esse material foi submetido à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar à temperatura de 60±5 °C, até atingir massa constante. Após a secagem, as folhas foram moídas em moinho de facas do tipo Wiley, com peneira de 1,0 mm para em seguida serem submetidas à digestão sulfúrica, de acordo com a metodologia proposta por Sarruge e Haag (1974).

**- Altura de plantas**

A altura de plantas foi medida no estágio de maturação das plantas com o auxílio de uma régua graduada, e foi definida como sendo a distância (cm) do nível do solo ao ápice das espigas, excluindo-se as aristas, medindo-se 5 plantas ao acaso e representativas da área útil de cada parcela.

**- Massa de 100 grãos**

Determinada pela avaliação de uma amostra de 100 grãos por tratamento, tendo sua massa devidamente corrigida para  $130 \text{ g kg}^{-1}$  de teor de água (base úmida – “b.u.”).

**- Massa hectolétrica**

Correspondente à massa de grãos ocupada em um volume de 100 L, determinada em balança de 0,25 L, com teor de água dos grãos corrigidos para  $130 \text{ g kg}^{-1}$  de teor de água (base úmida – “b.u.”). Esta avaliação é importante, pois serve como parâmetro para a comercialização de grãos, uma vez que, na prática, o valor recebido pelo produtor é menor quando a massa hectolétrica se apresenta abaixo de  $78 \text{ kg } 100 \text{ L}^{-1}$ .

**- Produtividade de grãos**

As plantas da área útil de cada parcela foram colhidas manualmente e deixadas secar ao sol. Após secagem, as mesmas foram submetidas à trilhagem mecânica, posteriormente os grãos foram pesados e os dados transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$  (13% de base úmida).

**3.4.3.5 Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das coberturas vegetais comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), de acordo com Pimentel-Gomes e Garcia (2002), e as médias das doses de nitrogênio submetidas à análise de regressão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DESEMPENHO DO MILHO EM CONSÓRCIO COM BRACHIARIA E CROTALÁRIA NAS ENTRELINHAS EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Na Tabela 2 está apresentado o resultado de população final de plantas de milho cultivado na primeira safra solteiro e em consórcio em dois anos de cultivo. Pelos resultados obtidos nota-se que não houve diferenças significativas para o parâmetro avaliado. Esses resultados corroboram com os obtidos por Mello et al. (2004), que trabalhando com consorciação de milho com braquiária, em dois espaçamentos e diferentes modalidades de semeadura, não observaram diferenças significativas nos valores de população de plantas de milho em função das modalidades de semeadura.

**Tabela 2** – População final de plantas de milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	População final (plantas ha <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12
Milho	60.555 a	62.500 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	63.611 a	60.000 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	63.194 a	60.833 a
F	1,35 ns	1,03 ns
DMS	5.280,16	4.649,33
CV (%)	6,46	5,81

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para a avaliação de altura de plantas (Tabela 3), na safra 2010/11, nota-se que quando o milho foi cultivado em consórcio com *Crotalaria spectabilis* apresentou maior altura de plantas. Este fato pode ter ocorrido provavelmente pelo fato da *Crotalaria spectabilis* competir em maior intensidade com a cultura do milho e com isso a planta de milho ter a necessidade de absorver maior quantidade de luz solar para a realização de fotossíntese e superar as condições adversas que estão sendo propostas, fazendo com que as plantas de milho cresçam com maior intensidade.

**Tabela 3** – Altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo em milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Altura de plantas (m)		Altura de inserção da espiga (m)		Diâmetro do colmo (mm)	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
Milho	2,33 ab	2,66 a	1,37 a	1,38 a	25,83 a	21,25 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	2,37 a	2,59 b	1,42 a	1,33 ab	24,08 a	21,25 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	2,30 b	2,65 a	1,38 a	1,30 b	23,80 a	17,00 b
F	3,75**	16,41**	3,15 ns	3,59*	2,89 ns	87,96**
DMS	0,07	0,04	0,06	0,07	2,40	1,00
CV (%)	2,38	1,05	2,03	4,20	7,46	3,73

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* Significativo a 5% de probabilidade; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Já na safra 2011/12 este fato não foi evidenciado. Nesta safra o milho cultivado solteiro e/ou em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* apresentaram maiores alturas de plantas quando comparado com o milho cultivado em consórcio com *Crotalaria spectabilis*. Os resultados encontrados diferem do relatado por Tsunanuma (2004), que, trabalhando com *B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruziziensis* semeadas entre as linhas no mesmo dia da semeadura do milho, entre as linhas na época de adubação de cobertura do milho e testemunha, não verificou diferenças estatísticas na altura de planta para os tratamentos estudados, mostrando a inexistência da influência da presença das braquiárias, mesmo daquelas semeadas junto com o milho no desenvolvimento do referido cereal. Segundo Cobucci e Portela (2003), não há competição devido a baixa taxa de desenvolvimento inicial das espécies de braquiárias estudadas, concordando também com os resultados verificados nesse trabalho.

Para a avaliação de inserção da espiga (Tabela 3), não houve diferenças significativas entre os tratamentos na safra 2010/11. Já na safra 2011/12, quando o milho foi cultivado solteiro apresentou maior altura de inserção de espiga, quando comparado com o mesmo cultivado em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis*.

Com relação ao diâmetro do colmo, não houve diferenças estatísticas significativas para a referida avaliação na safra 2010/11. Já na safra 2011/12, os tratamentos milho e milho em consórcio com *Crotalaria spectabilis* apresentaram maior diâmetro do colmo.

Dentre os parâmetros apresentados na Tabela 3, notou-se que o coeficiente de variação foi baixo, pois se encontra menor do que 10% (PIMENTEL-GOMES, 2000). Os baixos valores do coeficiente de variação (CV) podem ser explicados pelo fato de que as variáveis avaliadas são fortemente relacionadas com as características genéticas.

Para a avaliação do teor de N foliar (Tabela 4) na safra 2010/11 e 2011/12, quando o milho foi cultivado solteiro verificou-se maior teor do nutriente nas folhas, fato este pode ter ocorrido por não haver competição das plantas de milho com as plantas de cobertura, tendo um maior aproveitamento do N aplicado em cobertura. Quando o milho foi cultivado em consórcio com *Crotalaria spectabilis* e *Brachiaria ruziziensis*, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

**Tabela 4** – Teor de nitrogênio foliar, comprimento de espiga e número de fileiras de grãos de milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Teor de N foliar (g kg <sup>-1</sup> )		Comprimento de espiga (cm)		Número de fileiras de grãos	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
Milho	22,41 a	25,05 a	15,96 a	14,71 a	16,25 b	18,17 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	19,34 b	21,60 b	15,14 a	14,98 a	16,17 b	17,33 b
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	19,02 b	19,17 b	15,73 a	14,07 a	17,58 a	17,33 b
F	5,28**	10,66**	0,64 ns	2,55 ns	5,31**	6,54**
DMS	3,01	3,35	1,94	1,09	1,28	0,70
CV (%)	11,37	11,65	9,49	5,70	5,85	3,03

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na avaliação do comprimento da espiga (Tabela 4) não houve diferenças significativas entre os tratamentos para ambos os anos agrícolas. Já para a avaliação do número de fileiras de grãos por espiga, na safra 2010/11, verifica-se que quando o milho foi cultivado em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* apresentou maior número de fileiras de grãos por espiga e consequentemente maior produtividade de grão. Para o milho cultivado solteiro ou em consórcio com *Crotalaria spectabilis* não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Referente à safra 2011/12, o milho quando cultivado solteiro apresentou maior número de fileiras de grãos

por espiga, quando comparado com os consórcios, diferindo dos resultados encontrados na safra 2010/11.

Para a avaliação de diâmetro da espiga (Tabela 5), no ano agrícola de 2010/11, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Referente ao ano agrícola de 2011/12, o milho quando cultivado com *Crotalaria spectabilis* apresentou maior diâmetro de espigas. Para a avaliação da massa de 100 grãos e produtividade de grãos (Tabela 5), em ambos os anos agrícolas não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos solteiro ou consórcio.

**Tabela 5** – Diâmetro da espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho cultivado na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Diâmetro da espiga (mm)		Massa de 100 grãos (g)		Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
Milho	51,00 a	40,12 b	20,34 a	25,25 a	7.646 a	6.761 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	49,50 a	42,75 a	20,62 a	29,10 a	7.246 a	6.390 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	50,87 a	41,00 ab	20,67 a	24,20 a	7.775 a	5.315 a
F	2,11 ns	11,82**	0,11 ns	1,28 ns	1,39 ns	3,08 ns
DMS	2,12	1,44	2,04	8,45	866,74	1585,55
CV (%)	3,21	2,66	7,60	24,64	8,76	19,67

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), a massa de 100 grãos é um importante componente de produção de grãos, podendo ser afetada por qualquer tipo de estresse que a planta sofra após o florescimento e o potencial produtivo do milho é definido precocemente, ou seja, por ocasião da emissão da 4<sup>a</sup> folha, podendo se estender até a 6<sup>a</sup> folha principalmente em função da natureza protândrica dos principais genótipos utilizados. Portela e Cobucci (2002) afirmaram que independente da forrageira e da população utilizada, o consórcio compromete a produtividade de grãos de milho, discordando dos resultados obtidos neste trabalho. Nota-se que mesmo não havendo diferenças significativas para a produtividade de grãos, o milho quando cultivado em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* apresentou maior produtividade quando comparado com os



demais tratamentos, podendo ser uma boa opção na produção de grãos e formação de palhada para o sistema plantio direto.

Observou-se que no ano agrícola de 2011/12, o milho quando cultivado em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* apresentou a menor produtividade (Tabela 5). Isto pode ter ocorrido pelo fato de que mesmo tendo sido implantado novamente a *Brachiaria ruziziensis* entre as linhas do milho, a cobertura de solo do ano anterior rebrotou tornando-se mais agressivo no seu desenvolvimento, ocorrendo competição com a cultura do milho acarretando na menor produtividade de grãos. Esses resultados corroboraram os obtidos por Mello et al. (2004), que trabalhando com consórcio de *Brachiaria brizantha* e milho, na mesma região e tipo de solo, detectaram a competição exercida pela forrageira sobre o milho, quando consorciada na linha de semeadura e à lanço em área total, no mesmo dia da semeadura do milho, relatando que essas modalidades de consórcio afetaram o desenvolvimento do milho, reduzindo a produção de grãos, quando comparados com a produção obtida no tratamento de milho sem consorciação. Porém os resultados obtidos por Portela e Cobucci (2002) discordam dos obtidos no presente trabalho, pois os autores afirmam que, independente da espécie de forrageira e da população utilizada, o consórcio não compromete a produtividade do milho.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de massa de plantas secas, obtido após as coberturas vegetais terem sido manejadas. Observa-se que as coberturas *Brachiaria ruziziensis*, Milho + *Brachiaria ruziziensis* e Milho solteiro, apresentaram maiores quantidades de massa seca quando comparado com as demais coberturas em ambas as safras, sendo boas alternativas para os produtores para a formação de palhada para o sistema plantio direto, principalmente pela sua alta relação C/N.

A permanência de maior volume de palha das gramíneas, segundo Monegat (1991), está condicionada à taxa de decomposição do material no campo, ou seja, elas apresentam, na época do florescimento, relação C/N e teores de lignina maiores, o que pode resultar em lenta mineralização ou disponibilidade de nutrientes da palhada, com possibilidades de produzir efeitos benéficos a longo prazo.

De acordo com Alvarenga et al. (2001), o desafio do sistema plantio direto na região do Cerrado, onde imperam condições de clima seco no inverno, com fotoperíodo curto, e alta taxa de decomposição da palhada no verão, reside no fato de se obter o estabelecimento de cobertura do

solo em março ou abril, com quantidade e rusticidade suficientes para que haja fornecimento constante de material ao solo até o início do plantio da cultura subsequente.

Aita e Giacomini (2003) e Giacomini et al. (2003) propõem uma estratégia de manejo que consiste na mistura de leguminosas e gramíneas; além de proteger o solo e adicionar N, o consórcio proporciona produção de matéria seca com relação C/N intermediária, obtendo-se taxa de decomposição de resíduos culturais menor, e sincronia entre fornecimento e demanda de N pelas culturas comerciais.

**Tabela 6** – Massa seca de plantas cultivadas na primeira safra. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Massa seca (t ha <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12
Milho	10,56 bc	10,70 bc
Milho + <i>Crotalaria spectabilis</i>	8,51 bc	9,17 c
Milho + <i>Brachiaria ruziziensis</i>	12,48 b	13,80 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	18,65 a	22,12 a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	6,00 c	7,08 c
F	15,53**	27,49**
DMS	5,01	4,62
CV (%)	30,57	25,20

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

A média geral de produtividade de matéria seca foi 11,12 t ha<sup>-1</sup> e 12,57 t ha<sup>-1</sup> para as safras 2010/11 e 2011/12, superiores as 6,0 t ha<sup>-1</sup>, citadas por Denardin e Kochhann (1993) e por Darolt (1998), como sendo a quantidade mínima ideal de adição de matéria seca em um sistema de rotação de culturas de maneira que se mantenha adequada a cobertura do solo.

#### 4.2 EFEITO RESIDUAL DE COBERTURAS VEGETAIS E DOSES DE NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO DE INVERNO CULTIVADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de população inicial e final de plantas de feijoeiro cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de

nitrogênio. Na safra 2010/11, quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho e milho + *Crotalaria spectabilis* obtiveram maior população inicial de plantas, quando comparado aos demais tratamentos. Quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis* obteve menor população inicial de plantas. O mesmo fato pode ser observado na safra 2011/12. Isto ocorreu devido à alta quantidade de massa seca (18,65 t ha<sup>-1</sup> na safra 2010/11 e 22,12 t ha<sup>-1</sup> na safra (2011/12) obtidos nessa cobertura, onde parte das sementes não conseguiram germinar, pois o sistema de corte da semeadora não foi eficiente no corte da palhada presente na área deixando, assim, algumas sementes entre a palhada, sem contato com o solo e conseqüentemente não ocorrendo a embebição e nem a germinação das mesmas. O mesmo fato pode ser verificado para a população final de plantas em ambos os anos agrícolas. De acordo com Souza et al. (2002), populações de plantas entre 120 a 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> não alteram a produtividade de grãos do feijoeiro.

Populações finais por volta de 150, 170 e 220 mil plantas ha<sup>-1</sup> para a cultivar Pérola em sucessão braquiária, milho e milheto, respectivamente, foram obtidas por Gomes Junior (2006). O mesmo autor cita que a população final de plantas foi baixa, principalmente quando a semeadura ocorreu sobre restos culturais de braquiária e milho devido à problemas no momento da implantação da cultura.

**Tabela 7** – População inicial e final de plantas de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	População inicial (plantas ha <sup>-1</sup> )		População final (plantas ha <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Plantas de Cobertura (P.C.)</b>				
Milho	245.417 a	231.250 a	212.222 ab	207.639 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	192.222 c	207.986 a	181.667 cd	193.056 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	239.444 ab	220.833 a	219.444 a	197.222 a
<i>C. spectabilis</i>	217.500 b	209.028 a	191.805 bc	185.069 ab
<i>B. ruziziensis</i>	185.694 c	179.514 b	150.583 d	164.930 b
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
0	217.111	206.389	186.200	178.889
40	219.333	211.667	193.200	197.779
80	209.889	211.667	193.978	199.445
120	217.889	209.167	191.200	189.722
P.C.	22,49**	9,81**	19,94**	5,44**
F Doses (D)	0,69 ns	0,21 ns	0,41 ns	1,66 ns
P.C. x D	1,25 ns	1,03 ns	1,47 ns	1,13 ns
DMS	22.631	24.658	24.363	27.338
C.V. (%)	10,51	11,08	12,79	14,47

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para as doses de N, não houve ajustes as análises de regressão entre os tratamentos, tanto para a avaliação da população inicial de plantas, quanto para a avaliação da população final para ambos os anos agrícolas, devido o nitrogênio ter sido aplicado em cobertura, não ocorrendo problemas com a salinidade do fertilizante.

Na avaliação da 1ª e 2ª leitura do clorofilômetro (leitura ICF) (Tabela 8), não foram verificadas diferenças estatísticas significativas para as plantas de cobertura para a avaliação da 1ª leitura em ambos os anos agrícolas.

**Tabela 8** – 1ª leitura de clorofilômetro, 2ª leitura de clorofilômetro e teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

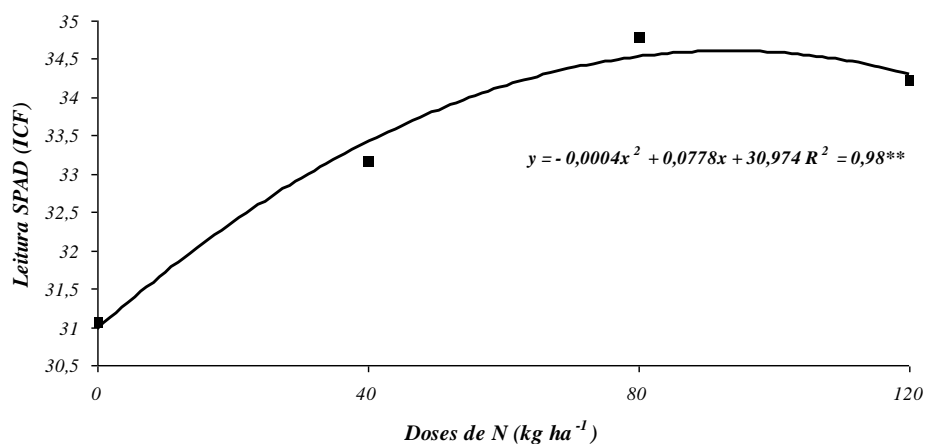
Tratamentos	1ª Leitura clorofilômetro (ICF)		2ª Leitura clorofilômetro (ICF)	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Plantas de Cobertura (P.C.)</b>				
Milho	30,14 a	31,24 a	35,92 a	39,87 bc
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	29,17 a	31,50 a	37,11 a	39,04 c
Milho + <i>C. spectabilis</i>	29,67 a	34,76 a	34,53 a	44,16 a
<i>C. spectabilis</i>	30,82 a	34,25 a	35,63 a	42,56 abc
<i>B. ruziziensis</i>	28,86 a	34,78 a	35,93 a	43,18 ab
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
0	30,26	31,06	31,42	38,90
40	29,76	33,16	35,90	41,71
80	29,58	34,79	37,51	41,71
120	29,32	34,22	38,46	44,72
P.C.	1,87 ns	2,85 ns	1,56 ns	4,60**
F Doses (D)	0,61 ns	3,03*	22,41**	6,70**
P.C. x D	1,73 ns	0,69 ns	2,34**	1,06 ns
DMS	2,27	4,20	2,93	4,09
C.V. (%)	7,65	12,66	8,22	9,83

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para as doses de N, no ano agrícola de 2010/11, não foram verificados ajustes, já no ano agrícola de 2011/12, houve ajuste a equação quadrática (Figura 7), onde a dose de 96 kg N ha<sup>-1</sup> apresentou maior índice de clorofila foliar (ICF).

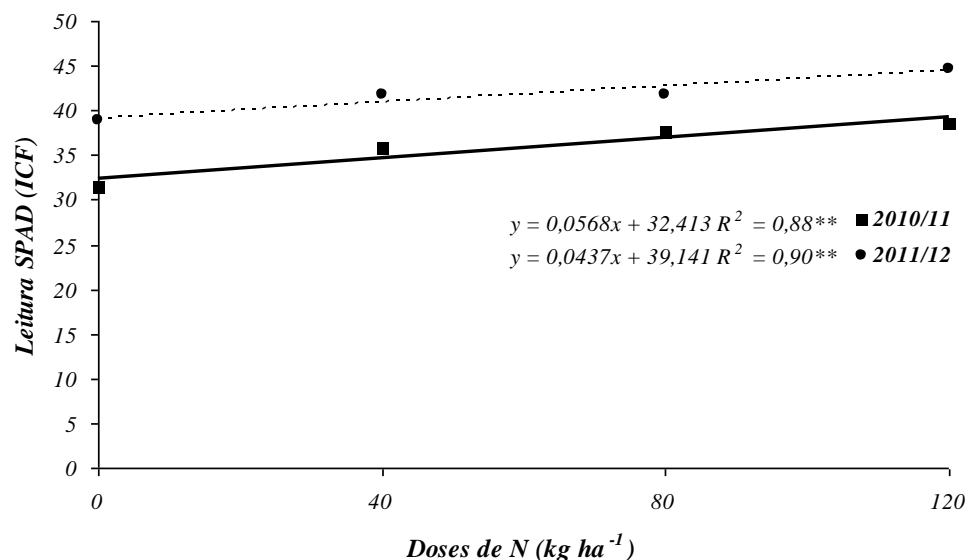
**Figura 7** – 1ª Leitura clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Com relação aos resultados da 2ª leitura (Tabela 8), não foram verificadas diferenças estatísticas significativas no ano agrícola de 2010/11 para as plantas de cobertura. Já no ano agrícola de 2011/12, nota-se que quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Crotalaria spectabilis*; *Crotalaria spectabilis* e *Brachiaria ruziziensis* apresentaram maior ICF, quando comparado aos demais tratamentos. Já para as doses de N, observa-se que em ambos os anos agrícolas, os valores ICF apresentaram resposta linear à medida com que se foram aumentando as doses de N aplicadas em cobertura (Figura 8).

**Figura 8** – 2ª Leitura clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Cabe salientar que a vantagem da medição do teor de clorofila é a de que não há consumo de luxo para constituição da molécula de clorofila (BLACKMER; SCHEPERS, 1985). A leitura pode ser realizada em poucos minutos, possibilitando rápido diagnóstico do estado nutricional da planta em relação ao N, o aparelho tem custos mínimos de manutenção (PIEKIELEK; FOX, 1992), não existe a necessidade de envio das amostras para o laboratório, com economia de tempo e dinheiro, e o agricultor pode realizar quantas amostragens desejar, sem destruição de folhas (MALAVOLTA et al., 1997).

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados do desdobramento significativo entre plantas de cobertura dentro de cada nível de doses de N para a 2ª leitura do clorofilômetro no ano agrícola de 2010/11.

**Tabela 9** - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação da 2ª leitura do clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)

<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	29,79 ab	35,91 a	37,75 ab	40,24 a
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	33,98 a	35,88 a	40,81 a	37,77 a
Milho + <i>C.spectabilis</i>	27,51 b	34,96 a	38,83 ab	36,81 a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	31,93 ab	35,60 a	34,21 b	40,78 a
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	33,91 a	37,16 a	35,96 ab	36,68 a
DMS	5,87			

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa

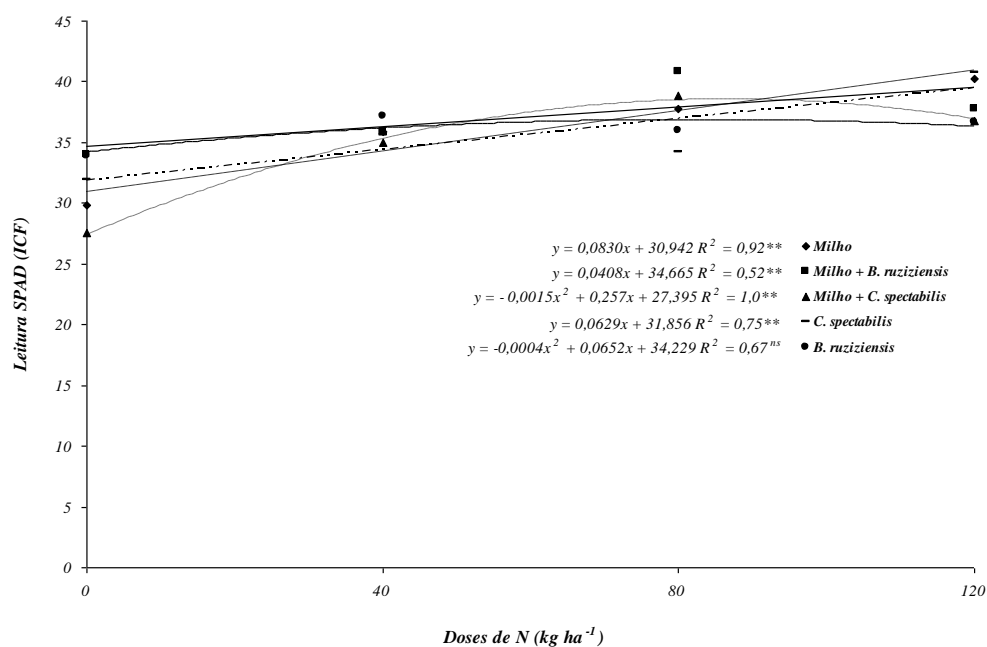
**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para o tratamento testemunha (0 kg N ha<sup>-1</sup>), nota-se que onde o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Brachiaria ruzizienis* e *Brachiaria ruziziensis* em cultivo solteiro, apresentaram maiores valores de ICF, quando comparados aos demais tratamentos. Já para a dose de 80 kg N ha<sup>-1</sup>, o maior valor de ICF foi observado quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Brachiaria ruziziensis*. Possivelmente, este fato ocorreu devido nesses tratamentos por apresentarem menores quantidades de plantas resultante do consórcio milho + *Brachiaria ruziziensis* e do cultivo solteiro de *Brachiaria ruziziensis* o mesmo ter ocorrido menor competição pelo N e conseqüentemente maior acúmulo de clorofila foliar. Para as doses de 40 e 120 kg N ha<sup>-1</sup>, não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos utilizados.

Para o desdobramento das interações entre doses de N dentro de cada nível de plantas de cobertura (Figura 9), na avaliação da 2ª leitura do clorofilômetro (leitura ICF), observa-se que quando o feijoeiro foi semeado sobre a palhada de milho, as doses de N apresentaram resposta linear à adubação ( $y = 0,0830 x + 30,9425$ ). O mesmo pode ser observado para as coberturas de *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0629 x + 31,8582$ ) e milho + *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0407 x + 34,677$ ). Já para a cobertura de milho + *Crotalaria spectabilis*, a mesma se ajustou a uma equação quadrática ( $y = 0,0014 x^2 + 0,2571 x + 27,3916$ ), onde o maior teor de clorofila foliar (ICF) foi encontrado quando aplicado 87 kg N ha<sup>-1</sup>. Para a cobertura de *Brachiaria ruziziensis* em cultivo solteiro, não foi verificada diferença estatística significativa.



**Figura 9** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação da 2ª leitura clorofilômetro em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Referente aos resultados do teor de N foliar (Tabela 10), no ano agrícola de 2010/11, quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis* apresentou maior teor de N foliar, quando comparado com as demais plantas de cobertura. Já no ano agrícola 2011/12, nota-se que o maior teor de N foliar foi obtido quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Crotalaria spectabilis*, possivelmente, devido fixação biológica da leguminosa. Arf et al. (1999) também verificaram maior teor de N na parte aérea do feijoeiro quando cultivado após leguminosa (mucuna-preta e lab-lab).

**Tabela 10** – Teor de nitrogênio foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Teor de N foliar (g kg <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12
<b>Plantas de Cobertura (P.C.)</b>		
Milho	38,57 c	34,10 b
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	43,15 b	33,99 b
Milho + <i>C. spectabilis</i>	38,38 c	32,77 b
<i>C. spectabilis</i>	40,98 bc	37,29 a
<i>B. ruziziensis</i>	48,33 a	34,49 b
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>		
0	36,25	32,07
40	41,91	33,47
80	43,95	33,90
120	45,42	38,67
F		
P.C.	20,63**	13,58**
Doses (D)	24,79**	50,11**
P.C. x D	2,60**	2,43**
DMS	3,60	1,81
C.V. (%)	8,62	5,25

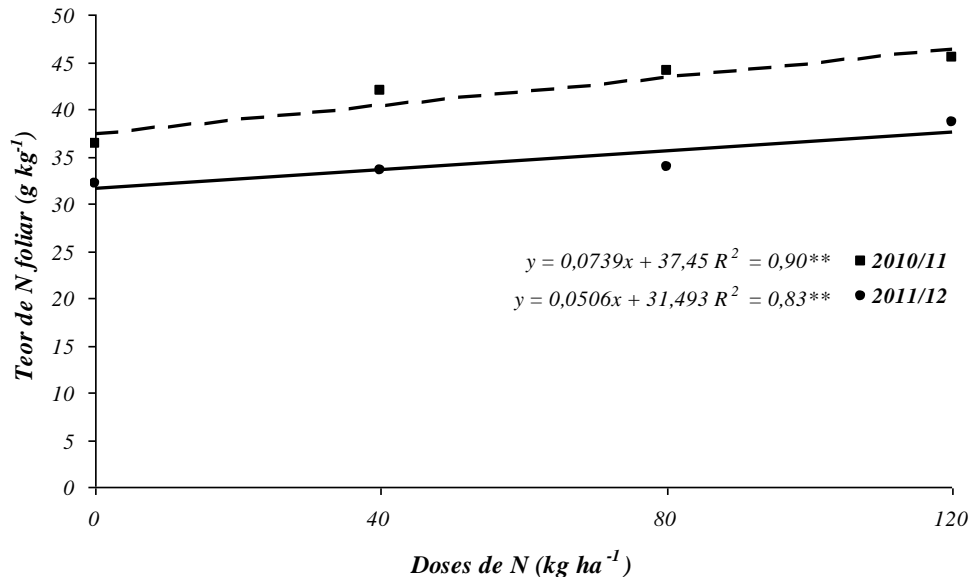
Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para as doses de N (Figura 10) no ano agrícola 2010/11, observa-se resposta linear à adubação ( $y = 0,0738 x + 37,4535$ ), apresentando aumento significativo no teor de N foliar à medida com que se foram aumentando as doses de N aplicadas em cobertura. O mesmo fato pode ser verificado para o ano agrícola 2011/12 ( $y = 0,0506 x + 31,4930$ ).

Cabe ressaltar que os valores do teor de N foliar nos dois anos agrícolas, estiveram entre 32,07 a 48,33 g de N kg<sup>-1</sup> de massa seca, valores estes considerados adequados segundo Malavolta et al. (1997) e Raij et al. (1997), os quais citam valores entre 30 e 50 g de N kg<sup>-1</sup> de massa seca.

**Figura 10** – Teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Comparando os resultados de coeficientes de variação (CV) obtidos em diferentes avaliações realizadas anteriormente (população inicial e final de plantas – Tabela 7), (1° e 2° leitura do clorofilômetro – Tabela 8) e (Teor de N foliar – Tabela 10), com os resultados obtidos por Oliveira et al. (2009), para avaliar a precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão, verificou-se que os valores dos coeficientes de variação estão entre médios e baixos, resultando assim em uma boa precisão experimental.

Na Tabela 11 estão apresentados os resultados do desdobramento das interações significativas entre plantas de cobertura dentro de doses de N para a avaliação do teor de N foliar nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12.

No ano agrícola de 2010/11, os maiores teores de N foliar foram verificados quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis* independente da dose de N utilizada, mostrando melhor eficiência e necessidade da adubação nitrogenada sobre a gramínea. Já no ano agrícola de 2011/12, as melhores respostas foram obtidas quando o feijoeiro foi semeado sobre *Crotalaria spectabilis*, pelo fato da fixação biológica do N realizado pela leguminosa.

**Tabela 11** - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/2012)

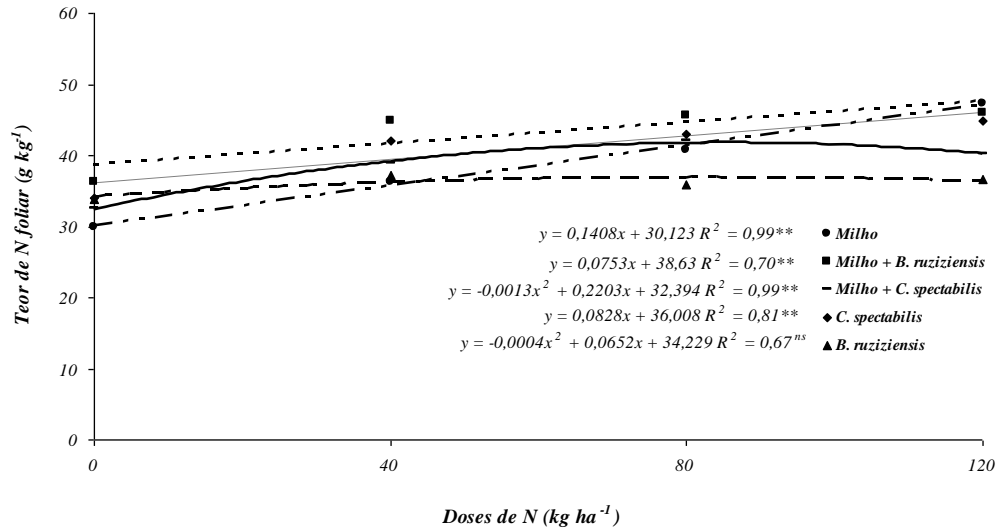
<i>Ano agrícola de 2010/11</i>				
<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	29,95 b	36,30 c	40,82 b	47,22 ab
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	36,22 b	44,82 ab	45,52 ab	46,02 ab
Milho + <i>C.spectabilis</i>	32,50 b	38,82 bc	42,07 ab	40,12 b
<i>Crotalaria spectabilis</i>	34,07 b	42,02 abc	43,05 ab	44,77 ab
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	48,52 a	47,57 a	48,27 a	48,95 a
F	16,05**	6,26**	2,71*	3,42**
DMS	7,19			
<i>Ano Agrícola de 2011/12</i>				
<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	31,10 bc	31,40 b	34,50 ab	39,40 ab
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	33,25 ab	33,25 ab	32,65 b	36,80 b
Milho + <i>C.spectabilis</i>	27,95 c	33,75 ab	31,85 b	37,55 ab
<i>Crotalaria spectabilis</i>	35,00 a	36,10 a	37,35 a	40,70 a
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	33,05 ab	32,85 ab	33,15 b	38,90 ab
F	8,78**	3,56**	5,65**	2,88**
DMS	3,61			

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; DMS = diferença mínima significativa

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na Figura 11 estão apresentados os resultados da interação significativa de doses de N dentro de plantas de cobertura no ano agrícola de 2010/11. As coberturas de milho ( $y = 0,1408 x + 30,123$ ), milho + *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0753 x + 38,63$ ) e *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0828 x + 36,008$ ) as respostas da adubação nitrogenada apresentaram ajuste linear. Quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Crotalaria spectabilis* a adubação nitrogenada se ajustou a equação quadrática ( $y = - 0,0013 x^2 + 0,2203 x + 32,394$ ), onde o maior teor de N foliar foi obtido com a aplicação de 85 kg N ha<sup>-1</sup>. Essa menor resposta à adubação possivelmente ocorreu devido à fixação biológica da *Crotalaria spectabilis*.

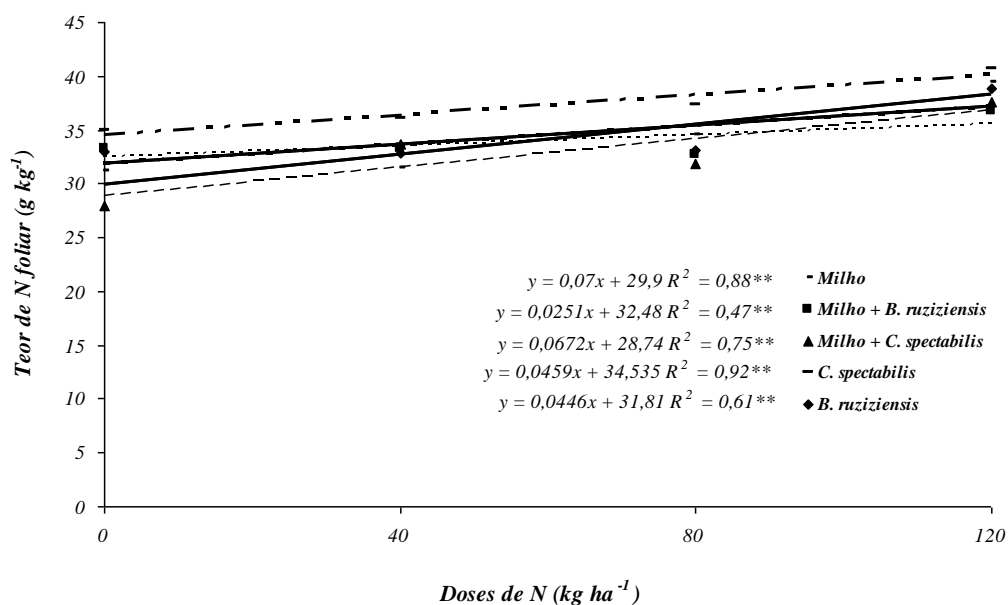
**Figura 11** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para o ano agrícola de 2011/12 (Figura 12), a adubação nitrogenada apresentou resposta linear para o teor de N foliar em todas as plantas de cobertura utilizadas (milho ( $y = 0,07\ x + 29,9$ ); milho + *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0251\ x + 32,48$ ); milho + *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0672\ x + 28,74$ ); *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0459\ x + 34,535$ ); *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0446\ x + 31,81$ )). Os resultados reforçam a hipótese de que, no sistema plantio direto, para o adequado suprimento do feijoeiro é necessária a aplicação de maiores doses de N, devido a imobilização do nutriente, principalmente quando os resíduos culturais presentes na superfície do solo possuem alta relação C/N (AITA et al., 2001; SORATTO et al., 2004).

**Figura 12** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados do número de grãos planta<sup>-1</sup> e número de vagem planta<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Em todas as avaliações, em ambos os anos agrícolas, o feijoeiro quando foi semeado sobre palhada de *Crotalaria spectabilis*, apresentou maior número de grãos planta<sup>-1</sup> e número de vagem planta<sup>-1</sup>, quando comparado aos demais tratamentos.

**Tabela 12** – Número de grãos planta<sup>-1</sup> e vagem planta<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Número de grãos planta <sup>-1</sup>		Número de vagem planta <sup>-1</sup>	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<i>Plantas de Cobertura (P.C.)</i>				
Milho	27,33 d	54,17 c	6,45 c	10,62 b
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	46,02 b	59,04 bc	8,57 b	11,24 b
Milho + <i>C. spectabilis</i>	39,65 c	60,53 bc	7,75 bc	11,58 b
<i>C. spectabilis</i>	55,61 a	80,56 a	11,12 a	14,79 a
<i>B. ruziziensis</i>	51,22 ab	71,44 ab	10,50 a	14,37 a
<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>				
0	29,71	62,20	6,47	11,91
40	47,17	63,01	8,43	12,28
80	47,06	61,33	9,97	11,87
120	51,92	74,06	10,65	14,02
P.C.	54,03**	7,52**	28,92**	8,59**
F Doses (D)	52,87**	2,95*	33,31**	3,04**
P.C. x D	17,03**	1,11 ns	4,46**	0,80 ns
DMS	5,99	15,52	1,43	2,60
C.V. (%)	13,67	23,91	16,19	20,87

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na Tabela 13 estão apresentados os resultados do desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de doses de N para avaliação do número de grãos planta<sup>-1</sup> no ano agrícola de 2010/11. Verifica-se que dentro do tratamento testemunha (0 kg N ha<sup>-1</sup>) os tratamentos que tinham como planta de cobertura a *Crotalaria spectabilis* apresentaram maior número de grãos

planta<sup>-1</sup>. Estes resultados foram evidenciados possivelmente pelo fato de que mesmo não realizando adubação nitrogenada de cobertura, o feijoeiro conseguiu absorver o nitrogênio fixado pela leguminosa, havendo um incremento no número de grãos planta<sup>-1</sup>. Os tratamentos que receberam a aplicação de 40 kg N ha<sup>-1</sup> onde o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Brachiaria ruziziensis* apresentaram maior número de grãos planta<sup>-1</sup>, quando comparado com as demais coberturas de solo.

Para a dose de 80 kg N ha<sup>-1</sup>, este mesmo incremento no número de grãos planta<sup>-1</sup> foi verificado quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Crotalaria spectabilis*. O mesmo pode ser verificado para os tratamentos que receberam a aplicação de 120 kg N ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 13** - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de grãos planta<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)

<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	16,23 c	20,12 d	40,18 c	32,76 c
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	20,84 c	80,42 a	35,36 c	47,45 b
Milho + <i>C. spectabilis</i>	26,47 bc	32,12 c	45,02 bc	54,99 ab
<i>Crotalaria spectabilis</i>	48,24 a	50,55 b	60,33 a	63,30 a
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	36,75 ab	52,62 b	54,42 ab	61,10 a
DMS	11,97			

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa

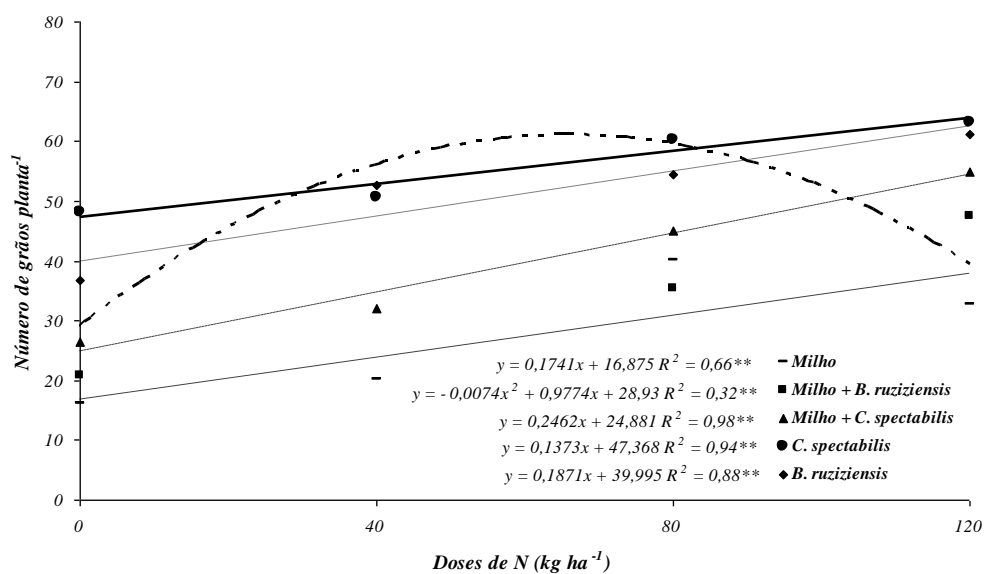
**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

No desdobramento de doses de N dentro de cada nível de plantas de cobertura para a avaliação do número de grãos planta<sup>-1</sup> (Figura 15), observa-se que quando o feijoeiro foi semeado sobre as coberturas de milho ( $y = 0,1741 x + 16,975$ ), milho + *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,2462 x + 24,881$ ), *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,1373 x + 47,368$ ) e *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,1871 x + 39,995$ ) a resposta a adubação nitrogenada foi linear, apresentando ótimo incremento no



número de grãos planta<sup>-1</sup> a medida com que se foi aumentando as doses de N em cobertura. Já quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Brachiaria ruziziensis*, a adubação nitrogenada apresentou ajuste quadrático ( $y = - 0,0074 x^2 + 0,9771 x + 28,9342$ ), sendo que o máximo número de grãos planta<sup>-1</sup> foi obtido com a aplicação de 66 kg N ha<sup>-1</sup>.

**Figura 13** – Desdobramento da interação entre doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do número de grãos planta<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

No desdobramento da interação entre plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de vagem planta<sup>-1</sup> (Tabela 14), observa-se que dentro do tratamento testemunha (0 kg N ha<sup>-1</sup>) os tratamentos que tinham como plantas de cobertura a *Crotalaria spectabilis* apresentaram maior número de vagem planta<sup>-1</sup>. Os tratamentos que receberam a aplicação de 40 kg N ha<sup>-1</sup> onde o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Brachiaria ruziziensis* apresentaram maior número de vagem planta<sup>-1</sup>. Para a dose de 80 kg N ha<sup>-1</sup>, o incremento no número de vagem planta<sup>-1</sup> foi obtido quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Crotalaria spectabilis*. Já para a dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup>, o maior número de vagem planta<sup>-1</sup> foi obtido quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis*.

**Tabela 14** - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de vagem planta<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)

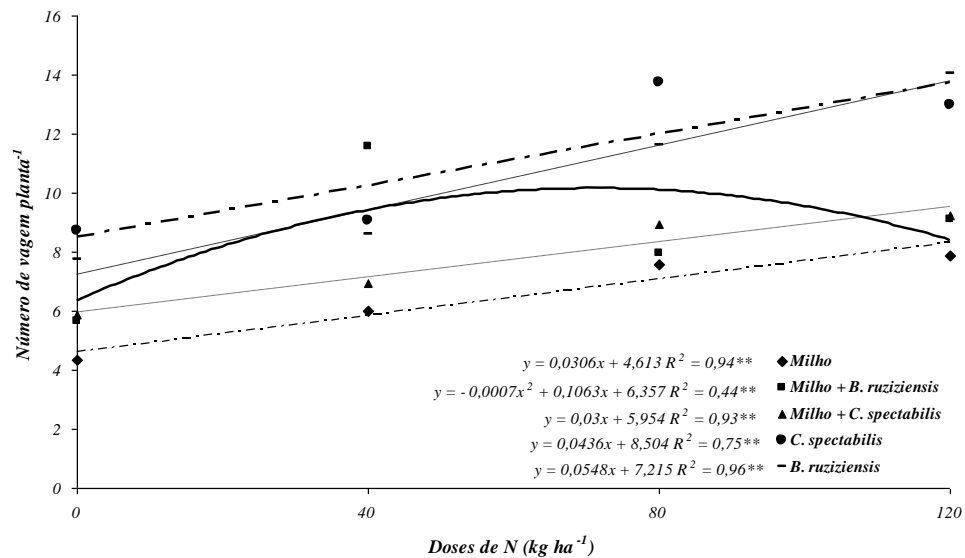
<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	4,34 c	5,99 c	7,57 c	7,89 b
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	5,64 bc	11,57 a	7,95 c	9,12 b
Milho + <i>C.spectabilis</i>	5,89 abc	6,95 bc	8,95 bc	9,22 b
<i>Crotalaria spectabilis</i>	8,72 a	9,05 ab	13,74 a	12,97 a
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	7,75 ab	8,59 bc	11,62 ab	14,04 a
DMS	2,86			

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.  
DMS = diferença mínima significativa

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Referente o desdobramento de doses de N dentro de cada nível de plantas de cobertura para a avaliação do número de vagem planta<sup>-1</sup> (Figura 16), nota-se que quando o feijoeiro foi semeado sobre as coberturas de milho ( $y = 0,0306 x + 4,613$ ), milho + *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,03 x + 5,954$ ), *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0436 x + 8,504$ ) e *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0548 x + 7,215$ ) a resposta da adubação nitrogenada foi linear, no número de vagem planta<sup>-1</sup> a medida com que houve o aumento das doses de N aplicadas em cobertura. Quando o feijoeiro foi semeado sobre milho + *Brachiaria ruziziensis* a adubação nitrogenada de cobertura apresentou ajuste quadrático ( $y = 0,007 x^2 + 0,1063 x + 6,357$ ), sendo que o maior número de vagem planta<sup>-1</sup> foi obtido com a aplicação de 71 kg N ha<sup>-1</sup>.

**Figura 14** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do número de vagem planta<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para os resultados do número de grãos vagem<sup>-1</sup> (Tabela 15), no ano agrícola de 2010/11, verifica-se que quando o feijoeiro foi cultivado sobre palhada de milho + *Brachiaria ruziziensis*, milho + *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria spectabilis* e *Brachiaria ruziziensis* obtiveram melhores respostas no número de grãos vagem<sup>-1</sup> quando comparado com o milho em cultivo solteiro como planta de cobertura. Já no ano agrícola de 2011/12 não foram verificadas diferenças estatísticas para a referida avaliação para as plantas de cobertura.

**Tabela 15** – Número de grãos vagem<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

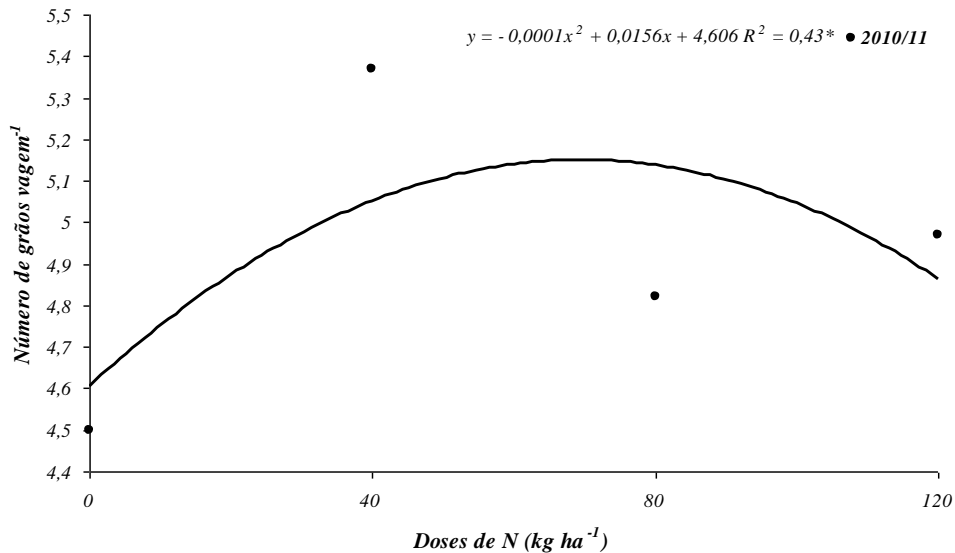
Tratamentos	Número grãos vagem <sup>-1</sup>		
	2010/11	2011/12	
<b>Plantas de Cobertura (P.C.)</b>			
Milho	4,20 b	5,03 a	
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	5,12 a	5,20 a	
Milho + <i>C. spectabilis</i>	5,02 a	5,19 a	
<i>C. spectabilis</i>	5,18 a	5,44 a	
<i>B. ruziziensis</i>	5,06 a	4,96 a	
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
0	4,50	5,17	
40	5,37	5,07	
80	4,82	5,16	
120	4,97	5,27	
F	P.C.	4,19**	2,36 ns
	Doses (D)	4,24**	0,53 ns
	P.C. x D	5,74**	0,82 ns
DMS		0,79	0,48
C.V. (%)		16,06	9,37

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na Figura 15 estão apresentados os resultados do número de grãos vagem<sup>-1</sup> de feijoeiro de inverno em função das doses de N. Para o ano agrícola de 2010/11 a mesma apresentou ajuste quadrático à adubação ( $y = - 0,0001 x^2 + 0,0156 x + 4,606$ ), sendo que o maior número de grãos vagem<sup>-1</sup> foi observado quando aplicado 70 kg N ha<sup>-1</sup>. Já para o ano agrícola de 2011/12 não foram verificados ajustes para as doses de N utilizadas.

**Figura 15** – Número de grãos vagem<sup>-1</sup> de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para o desdobramento da interação plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de grãos vagem<sup>-1</sup> no ano agrícola de 2010/11 (Tabela 16), verifica-se que dentro do tratamento testemunha (0 kg N ha<sup>-1</sup>), os tratamentos onde o feijoeiro foi semeado sobre *Crotalaria spectabilis* apresentaram maior número de grãos vagem<sup>-1</sup> quando comparado com as demais coberturas de solo, mostrando o suprimento do feijoeiro pelo N, através da fixação biológica da leguminosa como planta de cobertura. Referente aos tratamentos que receberam a aplicação de 40 kg N ha<sup>-1</sup> onde o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Brachiaria ruziziensis* apresentaram maior número de grãos vagem<sup>-1</sup>. Para a dose de 80 kg N ha<sup>-1</sup>, o maior incremento no número de grãos vagem<sup>-1</sup> foi obtido quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho em cultivo solteiro. Já para a dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup>, este maior incremento foi verificado quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de milho + *Crotalaria spectabilis*.

**Tabela 16** - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do número de grãos vagem<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)

<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	3,76 b	3,42 c	5,48 a	4,15 b
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	3,74 b	7,00 a	4,45 a	5,28 ab
Milho + <i>C.spectabilis</i>	4,51 ab	4,60 bc	4,97 a	5,99 a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	5,68 a	5,62 ab	4,39 a	5,04 ab
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	4,79 ab	6,21 a	4,81 a	4,41 b
DMS	1,57			

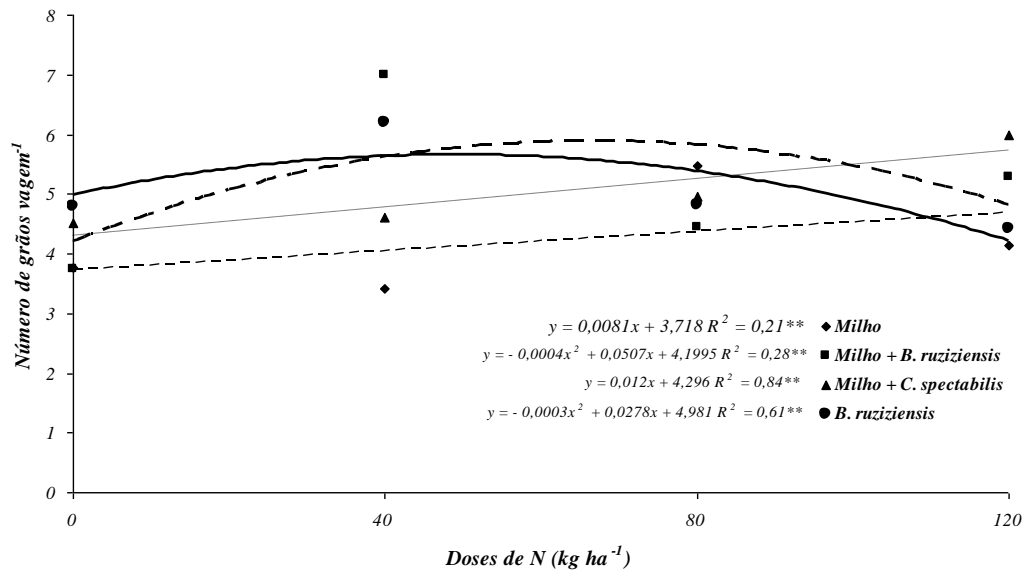
Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

DMS = diferença mínima significativa

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na Figura 16 estão apresentados os resultados do desdobramento de doses de N dentro de cada nível de plantas de cobertura para a avaliação do número de grãos vagem<sup>-1</sup> no ano agrícola de 2010/11. Quando o feijoeiro foi semeado sobre as coberturas de milho ( $y = 0,0081 x + 3,718$ ) e milho + *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,012 x + 4,296$ ) a resposta à adubação nitrogenada foi linear. Já quando o feijoeiro foi semeado sobre as coberturas de milho + *Brachiaria ruziziensis* ( $y = - 0,0004 x^2 + 0,0507 x + 4,1995$ ) e *Brachiaria ruziziensis* ( $y = - 0,0003 x^2 + 0,0278 x + 4,981$ ) a adubação nitrogenada apresentou ajuste quadrático, sendo que o máximo número de grãos vagem<sup>-1</sup> foi encontrado quando utilizada a dose de 67 kg N ha<sup>-1</sup> e 50 kg N ha<sup>-1</sup> respectivamente. Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas quando o feijoeiro foi semeado sobre *Crotalaria spectabilis*.

**Figura 16** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do número de grãos vagem<sup>-1</sup> em feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na avaliação da massa de 100 grãos e produtividade de grãos (Tabela 17), observa-se que em ambos os anos agrícolas, quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis*, o mesmo apresentou maior massa de 100 grãos quando comparado com as demais plantas de cobertura.

Para as doses de N na mesma avaliação, não foram verificados ajustes em ambos os anos agrícolas, diferindo dos resultados obtidos por Rapassi et al. (2003), Silva (2005) e Teixeira et al. (2000), que constataram aumento na massa de 100 grãos com a aplicação de nitrogênio.

**Tabela 17** – Massa de 100 grãos e produtividade de grãos de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)		Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b>Plantas de Cobertura (P.C.)</b>				
Milho	22,2 b	27,2 c	1328 c	2273 c
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	22,4 b	28,7 abc	1607 b	3070 ab
Milho + <i>C. spectabilis</i>	21,9 b	27,3 bc	1576 bc	2660 bc
<i>C. spectabilis</i>	22,0 b	29,2 ab	1686 b	3516 a
<i>B. ruziziensis</i>	25,8 a	29,5 a	2224 a	3091 ab
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
0	22,8	28,1	1302	2393
40	22,6	28,5	1686	2904
80	23,0	27,8	1777	3130
120	23,0	29,0	1972	3262
P.C.	24,82**	4,71**	22,93**	10,75**
F Doses (D)	0,41 ns	1,32 ns	20,83**	8,81**
P.C. x D	0,93 ns	0,99 ns	1,52 ns	1,65 ns
DMS	1,32	1,98	274,74	574,50
C.V. (%)	5,79	7,02	16,37	19,73

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Em relação à produtividade de grãos do feijoeiro, observa-se que no ano agrícola de 2010/11, quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis*, houve maior produtividade de grãos. Neste ano, mesmo com baixa população de plantas devido a dificuldade de corte da palhada pelo disco da semeadora, acarretando na baixa germinação de sementes, isto não interferiu diretamente na produtividade de grãos, pois a cultivar Pérola, por apresentar crescimento prostrado, teve capacidade de compensar essa menor população de plantas, conseguindo o fechamento das entre linhas no período de florescimento, obtendo produtividades superiores a 2 t ha<sup>-1</sup>. Isto evidencia a existência de uma grande capacidade de compensação dos componentes primários da produtividade do feijoeiro, resultando na prática, na obtenção de produtividades equivalentes com diferentes populações. Já no ano agrícola de 2011/12, a maior

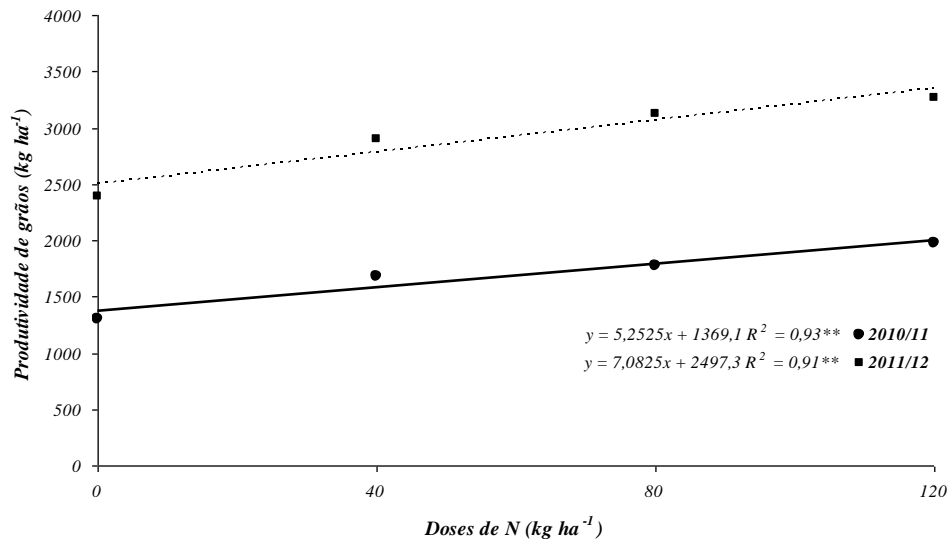


produtividade de grãos foi observada quando o feijoeiro foi semeado sobre palhada de *Crotalaria spectabilis*.

Arf et al. (1996) e Silva (2005), trabalhando no mesmo tipo de solo, não verificaram efeitos dos tratamentos com plantas de cobertura nas características agronômicas e produtividade do feijoeiro. Wutke et al. (1998) e Arf et al. (1999) verificaram maior produtividade do feijoeiro de inverno cultivado em sucessão a plantas de cobertura, especialmente a mucuna-preta. Contudo, é importante mencionar que nos trabalhos citados, o feijoeiro foi cultivado logo após as plantas de cobertura, diferentemente ao que ocorreu no presente trabalho, onde as espécies de plantas de cobertura foram cultivadas na primavera (outubro-novembro) e o feijoeiro foi semeado após as culturas de verão, ou seja, em maio do ano seguinte. Segundo Miyasawa et al. (1993), os efeitos dos resíduos vegetais das leguminosas na melhoria da fertilidade dos solos ácidos são de curta duração, tendo grande importância na fase inicial da cultura subsequente.

Para as doses de N na mesma avaliação (Figura 17), observou-se em ambos os anos agrícolas resposta linear a adubação ( $y = 5,2525 x + 1369,1$ ) e ( $y = 7,0825 x + 2497,3$ ),. Resultados semelhantes foram obtidos por Kikuti et al. (2002), onde os autores estimaram que a resposta máxima do feijoeiro de inverno sob irrigação foi de  $2332 \text{ kg ha}^{-1}$ , com a aplicação de  $170 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Rodrigues et al. (2002), estudando feijoeiro cultivado no inverno-primavera, obtiveram resposta linear às doses crescentes de nitrogênio, até a dose máxima utilizada de  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

**Figura 17** – Produtividade de grãos de feijoeiro de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

No ano agrícola de 2010/11 houve aumento de 5,58 kg de grãos para cada quilo de nitrogênio aplicado e no ano agrícola de 2011/12 este aumento foi na ordem de 7,24 kg de grãos para cada quilo de nitrogênio aplicado, concordando com os dados obtidos por Buzetti et al. (1992) e Arf et al. (2009), onde os autores constataram que a produtividade de grãos aumentou linearmente, onde para cada quilo de nitrogênio aplicado houve um aumento de 4,33 kg de grãos e 4,16 kg de grãos respectivamente.

Santos et al. (2003) obtiveram produtividade de 5,8 e 6,3 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de feijão por quilo de N aplicado, com aplicação de todo o nutriente na semeadura e 50% na semeadura mais 50% em cobertura. Isto mostra o potencial de resposta da cultura, e que o incremento na produtividade está associado aos cultivares utilizados, manejo do solo e da cultura, fixação biológica e o manejo das próprias fontes e doses de nitrogênio.

Esse aumento na produtividade com o aumento da dose de N pode ser influência direta do aumento dos números de vagens e de grãos planta<sup>-1</sup>, além da massa de 100 grãos, pois esses componentes de produção são considerados os de maior influência na determinação da produtividade do feijoeiro.

#### 4.3 EFEITO RESIDUAL DE COBERTURAS VEGETAIS E DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO TRIGO DE INVERNO CULTIVADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Na Tabela 18 estão apresentados os resultados de altura de plantas de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Não houve diferenças significativas tanto para as plantas de cobertura na safra 2010/11. Já na safra 2011/12 quando o trigo foi cultivado sobre restos culturais de *Brachiaria ruziziensis* apresentou menor altura de plantas quando comparado com as demais plantas de cobertura.

**Tabela 18** – Altura de plantas de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	
	2010/11	2011/12
<b><i>Plantas de Cobertura (P.C.)</i></b>		
Milho	78,06 a	78,33 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	75,56 a	76,58 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	77,00 a	79,81 a
<i>C. spectabilis</i>	76,37 a	78,27 a
<i>B. ruziziensis</i>	74,12 a	70,35 b
<b><i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i></b>		
0	71,35	70,78
40	76,65	76,56
80	77,90	78,35
120	79,60	80,97
F		
P.C.	1,53 ns	13,50**
Doses (D)	10,97**	22,84**
P.C. x D	1,60 ns	1,24 ns
DMS	4,79	4,03
C.V. (%)	6,30	5,27

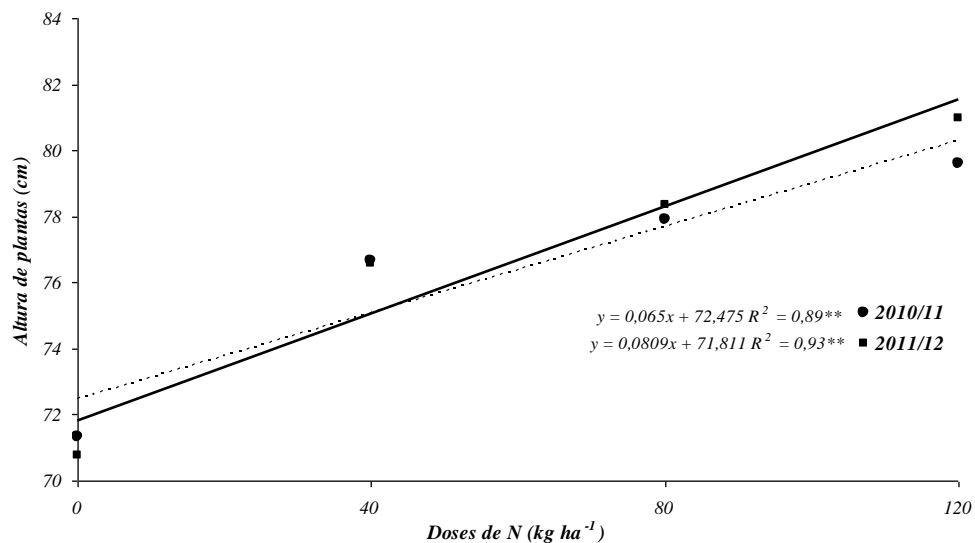
Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Referente às doses de N, observa-se que houve resposta linear crescente nos anos agrícolas 2010/11 ( $y = 0,065x + 72,47$ ) e 2011/12 ( $y = 0,0809x + 71,811$ ) (Figura 18). Resultados semelhantes foram obtidos por Zagonel et al., 2002, onde os autores trabalhando com

doses de N (0, 45, 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup>) em cobertura e diferentes densidades de plantas com e sem regulador de crescimento, verificaram que com o aumento da dose de nitrogênio, ocorreu aumento significativo na estatura das plantas.

**Figura 18** – Altura de plantas de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na avaliação da 1ª e 2ª leitura do clorofilômetro (leitura ICF) (Tabela 19) não houve diferenças estatísticas significativas para as plantas de cobertura tanto para a 1ª como para a 2ª leitura em ambos os anos agrícolas. Para as doses de N nas mesmas avaliações, no ano agrícola de 2010/11, não houve ajuste em relação às doses de N. Já no ano agrícola de 2011/12, verificou-se aumento linear para a 1ª leitura (Figura 21) e 2ª leitura (Figura 22) no ano agrícola de 2011/12, comprovando a relação nitrogênio e clorofila. Follett et al. (1992), estudando o uso do medidor de clorofila para avaliar os níveis de nitrogênio da planta de trigo de sequeiro, também constataram uma associação positiva quando compararam as leituras da folha do medidor de clorofila com a concentração de nitrogênio foliar. Segundo Abreu e Monteiro (1999), essa concentração de clorofila está diretamente correlacionada com a concentração de nitrogênio nas folhas e, por conseguinte, com a nutrição e produção vegetal.

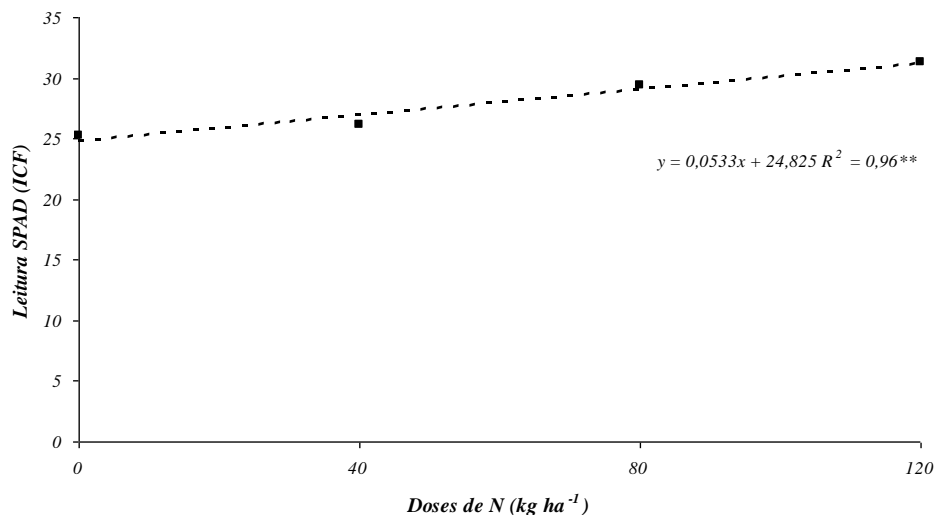
**Tabela 19** – 1ª leitura de clorofilômetro, 2ª leitura de clorofilômetro e teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	1ª Leitura clorofilômetro (ICF)		2ª Leitura clorofilômetro (ICF)	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<b><i>Plantas de Cobertura (P.C.)</i></b>				
Milho	25,34 a	27,40 a	26,37 a	28,58 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	22,78 a	28,54 a	24,63 a	28,30 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	24,97 a	25,83 a	25,31 a	27,00 a
<i>C. spectabilis</i>	25,89 a	28,46 a	27,00 a	29,70 a
<i>B. ruziziensis</i>	23,00 a	29,88 a	24,76 a	31,00 a
<b><i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i></b>				
0	23,15	25,27	24,32	26,54
40	22,48	26,15	25,45	27,33
80	24,45	29,36	27,73	30,49
120	25,00	31,30	29,87	32,45
P.C.	2,31 ns	1,53 ns	1,12 ns	1,51 ns
F Doses (D)	1,34 ns	6,59**	0,98 ns	6,26**
P.C. x D	0,46 ns	0,68 ns	0,39 ns	0,57 ns
DMS	3,76	4,87	3,54	4,91
C.V. (%)	13,25	17,45	14,38	16,87

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

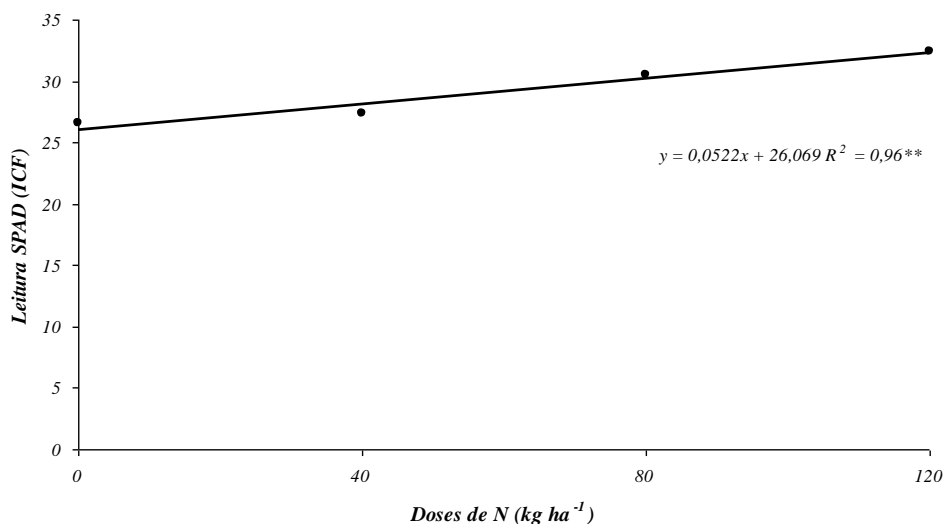
**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

**Figura 19** – 1ª Leitura clorofilômetro em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

**Figura 20** – 2ª Leitura clorofilômetro em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Segundo Abreu e Monteiro (1999), a relação entre valor SPAD e concentração de nitrogênio pode ser linear até que o nitrogênio não seja mais assimilado e acumulado na forma de nitrato, tendendo formar uma estabilização da intensidade de verde, de forma a refletir o acúmulo

de nitrato. Nesta forma, o N não se associa à molécula de clorofila e, portanto, não pode ser quantificado pelo medidor de clorofila (DWYER et al., 1995).

Para a avaliação do teor de N foliar (Tabela 20), observa-se no ano agrícola de 2010/11, que quando o trigo foi semeado sobre palhada de *Brachiária ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* as plantas apresentaram maior teor de N foliar. Já quando a cultura foi semeada sobre palhada de Milho + *Crotalaria spectabilis* as mesmas apresentaram o menor teor de N foliar (34,13 g kg<sup>-1</sup>), isto ocorreu possivelmente pelo fato de que todo N fixado pela leguminosa ser aproveitado pela cultura do milho, diminuindo o teor de N na cultura subsequente. Já no ano agrícola de 2011/12, quando o trigo foi semeado sobre palhada de milho apresentou menor teor de N foliar quando comparado com as demais plantas de cobertura.

**Tabela 20** – Teor de nitrogênio foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

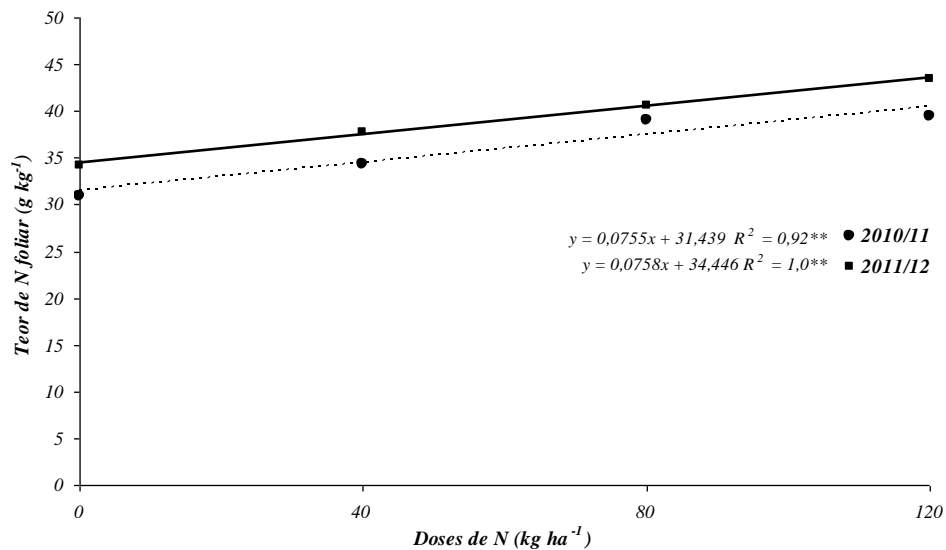
Tratamentos	Teor de N foliar (g kg <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12
<b>Plantas de Cobertura (P.C.)</b>		
Milho	34,97 ab	37,72 b
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	36,41 ab	40,67 a
Milho + <i>C. spectabilis</i>	34,13 b	40,15 a
<i>C. spectabilis</i>	37,14 a	39,24 a
<i>B. ruziziensis</i>	37,20 a	37,17 a
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>		
0	30,96	34,25
40	34,40	37,71
80	39,03	40,63
120	39,48	43,38
F		
P.C.	4,76**	15,96**
Doses (D)	52,52**	134,10**
P.C. x D	2,20**	7,18**
DMS	2,49	1,51
C.V. (%)	6,95	3,88

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para as doses N, a resposta à adubação nitrogenada no teor de N foliar da cultura foi linear ( $y = 0,0755x + 31,439$ ) no ano agrícola de 2010/11 e ( $y = 0,0758x + 34,446$ ) para o ano agrícola de 2011/12, (Figura 21), mostrando boa resposta da cultura a adubação nitrogenada.

**Figura 21** – Teor de N foliar de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

No desdobramento da interação entre plantas de cobertura dentro de cada nível de dose para avaliação do teor de N foliar (Figura 21) no ano agrícola de 2010/11 a única diferença estatística significativa foi obtida para a dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup>, sendo que, quando utilizado a respectiva dose na cultura semeada sobre restos culturais de *Crotalaria spectabilis*, a mesma apresentou maior teor de N foliar, quando comparado com os demais tratamentos.

Já no ano agrícola de 2011/12, houve diferenças estatísticas significativas para todas as doses de N utilizadas, sendo que no tratamento testemunha (0 kg N ha<sup>-1</sup>), quando a cultura foi semeado sobre palhada de *Crotalaria spectabilis* apresentou maior teor de N foliar. Na dose de 40 kg N ha<sup>-1</sup> a melhor resposta no teor de N foliar foi observado quando a cultura foi semeada sobre o consórcio milho + *Crotalaria spectabilis*. Com relação as doses de 80 e 120 kg N ha<sup>-1</sup>, os maiores teores de N observados nas folhas de trigo foram verificadas quando a cultura foi semeado sobre as coberturas (milho + *Brachiaria ruziziensis*, milho + *Crotalaria spectabilis* e



*Crotalaria spectabilis* em cultivo solteiro) e (milho + *Crotalaria spectabilis*, e *Crotalaria spectabilis* em cultivo solteiro) para as respectivas doses.

**Tabela 21** - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação do teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

<i>Ano agrícola de 2010/11</i>				
<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	28,47 a	32,90 a	38,00 a	40,52 ab
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	32,35 a	35,15 a	40,85 a	37,30 b
Milho + <i>C.spectabilis</i>	28,15 a	32,97 a	38,55 a	36,85 b
<i>Crotalaria spectabilis</i>	33,02 a	35,57 a	36,77 a	43,17 a
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	32,81 a	35,42 a	41,00 a	39,55 ab
F	3,79 ns	1,16 ns	2,17 ns	4,23**
DMS	4,98			
<i>Ano Agrícola de 2011/12</i>				
<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	33,35 b	38,40 bc	38,50 b	40,65 b
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	37,00 a	37,95 b	44,25 a	43,50 ab
Milho + <i>C.spectabilis</i>	32,95 b	41,20 a	41,95 a	44,50 a
<i>Crotalaria spectabilis</i>	33,35 a	36,80 bc	41,95 a	44,85 a
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	34,60 ab	34,20 c	36,50 b	43,40 ab
F	4,80**	11,93**	16,73**	4,75**
DMS	3,01			

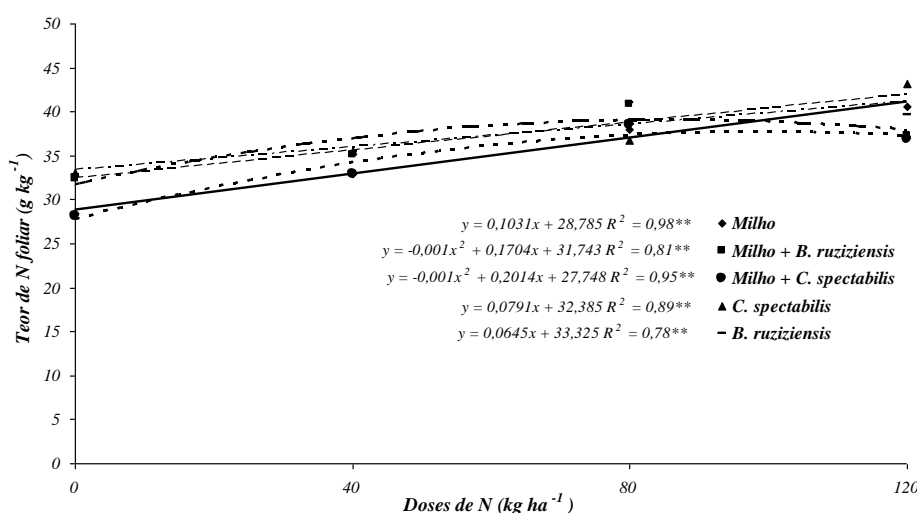
Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; DMS = diferença mínima significativa

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para o desdobramento das interações entre doses de N dentro de plantas de cobertura para a avaliação do teor de N foliar no ano agrícola de 2010/11 (Figura 22), observa-se que quando o trigo foi semeado sobre restos culturais de milho ( $y = 0,1031 x + 28,785$ ), *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0791 x + 32,385$ ) e *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0645 x + 33,325$ ) a resposta à adubação nitrogenada foi linear à medida com que foi aumentando as doses do nutriente em cobertura. Já quando a cultura foi semeada sobre restos culturais dos consórcios milho + *Brachiaria ruziziensis* ( $y = - 0,001 x^2 + 0,1704 x + 31,743$ ) e milho + *Crotalaria spectabilis* ( $y = - 0,001 x^2 + 0,2014 x + 27,748$ ), a resposta da adubação apresentou ajuste quadrático, sendo que os maiores teores de N

foliar foram obtidos quando aplicado 85 e 101 kg N ha<sup>-1</sup> para as coberturas de milho + *Brachiaria ruziziensis* e milho + *Crotalaria spectabilis*, respectivamente.

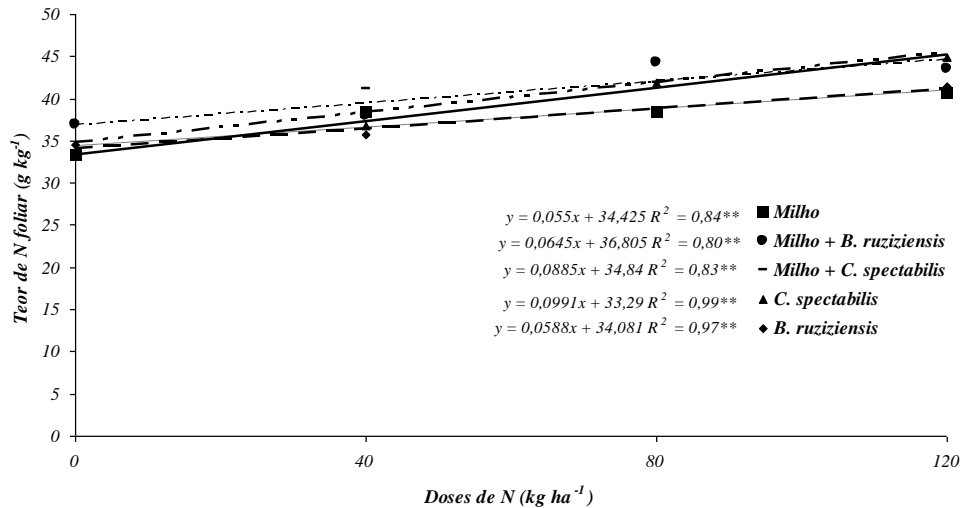
**Figura 22** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2010/11)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para o desdobramento da interação entre doses de N dentro de plantas de cobertura para a avaliação do teor de N foliar no ano agrícola de 2011/12 (Figura 23), para todas as coberturas de solo (milho ( $y = 0,055 x + 34,425$ ), milho + *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0645 x + 36,805$ ), milho + *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0885 x + 34,84$ ), *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,0991 x + 33,29$ ) e *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 0,0588 x + 34,081$ )) à resposta à adubação nitrogenada apresentou ajuste linear à adubação.

**Figura 23** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação do teor de N foliar em trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Na Tabela 22 estão apresentados os resultados de massa de 100 grãos e massa hectolétrica. Para a avaliação da massa de 100 grãos, observa-se que houve diferenças significativas para as plantas de cobertura, somente no ano agrícola de 2010/11, sendo que, quando o trigo foi semeado sobre restos culturais de *Brachiária ruziziensis* apresentou maior massa de 100 grãos quando comparado com as demais coberturas. Não foram verificados ajustes linear ou quadrático para as doses de N em ambos os anos agrícolas. As respostas da massa de 100 grãos ou 1000 grãos à adubação nitrogenada na literatura são muito variáveis. Frizzone et al. (1996) verificaram que o incremento das doses de nitrogênio pouco contribuiu para o aumento da massa de 1000 grãos. Já Grundy et al. (1996), testando doses de 0, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>, obtiveram aumento desse componente com a utilização de doses mais elevadas de N. Por sua vez, Zagonel et al. (2002) e Soares Sobrinho (1999) verificaram que a adubação nitrogenada não influenciou na massa de 1000 grãos. Entretanto, Coelho et al. (1998), trabalhando com doses de 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, verificaram aumento na massa de 1000 grãos até 30 e 37,2 kg ha<sup>-1</sup> de N, nas duas safras avaliadas, respectivamente, com diminuição nesse componente com a utilização de doses de N superiores.

**Tabela 22** – Massa de 100 grãos e massa hectolétrica de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)		Massa Hectolétrica (kg 100 L <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12	2010/11	2011/12
<i>Plantas de Cobertura (P.C.)</i>				
Milho	4,3 b	4,4 a	80,90 b	82,05 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	4,2 b	4,2 a	81,13 ab	81,19 ab
Milho + <i>C. spectabilis</i>	4,2 b	4,1 a	81,11 ab	79,68 b
<i>C. spectabilis</i>	4,1 b	4,2 a	81,38 ab	80,85 ab
<i>B. ruziziensis</i>	5,8 a	4,2 a	82,38 a	81,91 a
<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>				
0	4,5	4,2	81,20	81,37
40	4,5	4,2	81,51	81,48
80	4,5	4,2	81,71	81,21
120	4,5	4,2	81,10	80,50
P.C.	2707**	2,15 ns	2,96**	3,70**
F Doses (D)	0,07 ns	0,11 ns	0,85 ns	1,00 ns
P.C. x D	0,21 ns	0,72 ns	1,55 ns	1,24 ns
DMS	0,55	0,29	1,35	1,98
C.V. (%)	12,23	6,81	1,67	2,45

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Referente à avaliação da massa hectolétrica (Tabela 22), no ano agrícola de 2010/11, quando o trigo foi semeado sobre restos culturais de *Brachiária ruziziensis* a houve maior massa hectolétrica. Já no ano agrícola de 2011/12, a maior massa hectolétrica foi obtida quando o trigo foi semeado sobre restos culturas de milho e *Brachiaria ruziziensis*. Para a avaliação de doses de N, não foram verificados ajustes lineares ou quadráticos em ambos os anos agrícolas. Resultados diferentes dos obtidos neste experimento, foram verificados por Trindade et al. (2006), onde os autores, testando doses de ureia, encontraram valores de massa hectolétrica decrescentes, conforme se aumentava a dose de N de maneira excessiva, de 0 a 200 kg ha<sup>-1</sup>. Também Frizzone et al. (1996) observaram redução na massa hectolétrica com o aumento da adubação nitrogenada.

Na avaliação da produtividade de grãos, no ano agrícola de 2010/11, quando o trigo foi semeado sobre restos culturais de *Brachiaria ruziziensis* apresentou maior produtividade quando comparado às demais plantas de cobertura. Já no ano agrícola de 2011/12, essa maior resposta foi observada quando a cultura foi semeada sobre restos culturais de milho. Quando o trigo foi semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis* houve a menor produtividade de grãos, diferente do que ocorreu no ano agrícola de 2010/11. Isto ocorreu devido à alta quantidade de massa seca (22,12 t ha<sup>-1</sup>) obtidos nessa cobertura, onde parte das sementes não conseguiu germinar, pois o sistema de corte da semeadora não foi eficiente no corte da palhada presente na área deixando, assim, algumas sementes entre a palhada, sem contato com o solo e consequentemente não ocorrendo a embebição e nem a germinação das mesmas, acarretando na baixa produtividade de grãos.

**Tabela 23** – Produtividade de grãos de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)

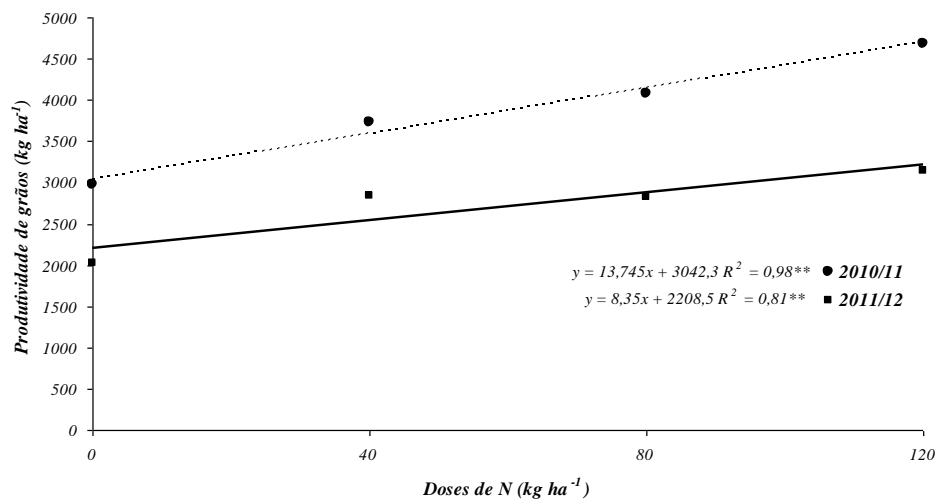
Tratamentos	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2010/11	2011/12
<b>Plantas de Cobertura (P.C.)</b>		
Milho	3261 b	3419 a
Milho + <i>B. ruziziensis</i>	2827 b	3028 ab
Milho + <i>C. spectabilis</i>	3419 b	2901 b
<i>C. spectabilis</i>	3242 b	2593 b
<i>B. ruziziensis</i>	6585 a	1606 c
<b>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>		
0	2970	2029
40	3731	2839
80	4081	2822
120	4686	3148
F	P.C.	46,24**
	Doses (D)	12,57**
	P.C. x D	1,18 ns
	DMS	899,94
	C.V. (%)	23,36
		18,59

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

Para as doses de N na avaliação da produtividade de grãos, as mesmas apresentaram ajuste linear à adubação nitrogenada (Figura 24) ( $y = 13,745x + 3042,3$ ) e ( $y = 8,35x + 2208,5$ ) nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12 respectivamente. Também Bredemier e Mundstock (2001), Zagonel et al. (2002), Trindade et al. (2006) e Heinemann et al. (2006) verificaram efeito do N na produtividade da cultura. Por outro lado, Pettinelli Neto et al. (2002) e Silva (1991), devido ao fornecimento de N pela cultura da soja cultivada à vários anos na área e Pottker et al. (1984), em função das condições climáticas adversas (altas precipitações pluviométricas alternadas com períodos de seca); não verificaram efeito da aplicação de N na produtividade de grãos da cultura.

**Figura 24** – Produtividade de grãos de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto em função de plantas de cobertura e doses de N. Selvíria, MS, Brasil (2010/11 e 2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

No desdobramento da interação entre plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N no ano agrícola de 2011/12 (Tabela 24), verifica-se que quando o trigo foi semeado sobre restos culturais de *Brachiaria ruziziensis* obteve menor produtividade de grãos dentro de todos os níveis de doses de N. Já as maiores produtividades foram obtidas quando a cultura do trigo foi semeada sobre restos culturais de milho tanto em consórcio quanto solteiro em todas as doses de N utilizadas.

**Tabela 24** - Desdobramento de plantas de cobertura dentro de cada nível de dose de N para a avaliação da produtividade de grãos de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/2012)

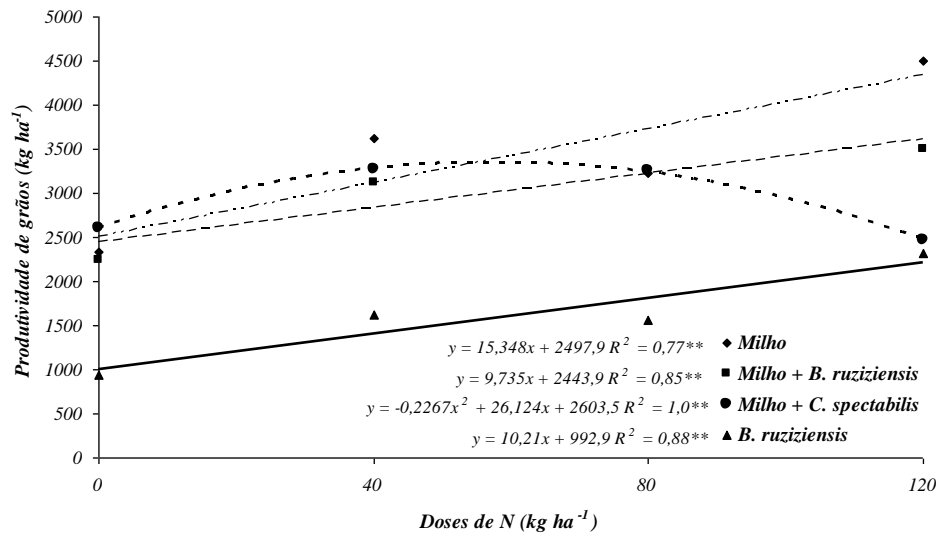
<i>Plantas de cobertura (P.C.)</i>	<i>Doses de N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>			
	0	40	80	120
Milho	2327 a	3617 a	3228 a	4503 a
Milho + <i>B.ruziziensis</i>	2243 a	3117 ab	3258 a	3494 b
Milho + <i>C.spectabilis</i>	2607 a	3275 ab	3253 a	2470 c
<i>Crotalaria spectabilis</i>	2034 a	2570 bc	2806 a	2962 bc
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	933 b	1614 c	1564 b	2311 c
F	6,58**	9,64**	8,37**	12,43**
DMS	1003,58			

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Significativo a 1% de probabilidade; DMS = diferença mínima significativa

**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

No desdobramento da interação entre doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação da produtividade de grãos no ano agrícola de 2011/12 (Figura 27), verifica-se que quando o trigo foi cultivado sobre restos culturais de milho ( $y = 15,348 x + 2497,9$ ), milho + *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 9,735 x + 2443,9$ ) e *Brachiaria ruziziensis* ( $y = 10,21 x + 992,9$ ) a resposta à adubação nitrogenada foi linear. Já quando o trigo foi semeado sobre restos culturais de milho + *Crotalaria spectabilis* ( $y = 0,226 x^2 + 26,12 x + 2603,5$ ) a resposta adubação apresentou ajuste quadrático, onde a maior produtividade de grãos foi obtida quando aplicado 58 kg N ha<sup>-1</sup>. Quando o trigo foi semeado sobre *Crotalaria spectabilis* em cultivo solteiro, não houve ajuste.

**Figura 25** – Desdobramento de doses de N dentro de plantas de cobertura para avaliação da produtividade de grãos de trigo de inverno cultivado em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil (2011/12)



**Fonte:** Dados da pesquisa do próprio autor.

As produtividades de grãos obtidas nos dois anos agrícolas em região tropical de baixa altitude foram boas, mostrando, que o trigo irrigado é uma possível alternativa na rotação de culturas de inverno no cerrado. Além disso, observa-se que o trigo produzido é de boa qualidade, uma vez que, as massas hectolítricas obtidas no experimento variaram de 79,7 a 82,4 kg 100 L<sup>-1</sup>, sendo assim, a comercialização de grãos de trigo é praticamente garantida, e o valor recebido pelo produtor será maior.



## 5 CONCLUSÕES

- As coberturas vegetais, *Brachiaria ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis*, quando semeadas simultaneamente nas entrelinhas do milho, não interferiram no desenvolvimento e produtividade da cultura;

- O feijoeiro quando semeado sobre restos culturais de *Brachiaria ruziziensis* no primeiro ano de cultivo e *Crotalaria spectabilis* no segundo ano de cultivo, apresentou maiores produtividades de grãos;

- O feijoeiro e o trigo responderam linearmente ao aumento das doses de N até a dose de 120 kg N ha<sup>-1</sup>, aplicada em cobertura em ambos os anos agrícolas;

- O trigo quando semeado sobre palhada de *Brachiaria ruziziensis* no ano agrícola de 2010/11 e milho em cultivo solteiro no ano agrícola de 2011/12, apresentou maiores produtividades de grãos;

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. B. R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. **Boletim de Indústria Anima**, Nova Odessa, v. 56, n. 2, p. 137-146, 1999.
- AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.
- ALCÂNTARA, F. A. de; FERREIRA NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 2, p. 277- 288, fev. 2000.
- ALMEIDA, F. S.; LIMA, P. H. C. W. C.; REISMANN, C. B.; SOUZA, R. M. A. Adubação verde como contribuição à produção familiar de milho e feijão no Centro Sul do Paraná, nos sistemas convencional e agroecológico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 934-937, 2007.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Circular Técnica, 80).
- ALVES, S. M. C.; ABOUD, A. C. S.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Balanço de nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 11, p. 1111-1117, nov. 2004.
- AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. Histórico da adubação verde. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. p. 23-40.

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E.; CATARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 194-195. (Boletim Técnico, 100).

AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BRAGA, N. R.; MURAOKA, T. **Leguminosas para adubação verde**: uso apropriado em rotação de culturas. Campinas: CATI, 1997. 24 p.

ARF, M. V.; BUZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J. P.; GITTI, D. C.; YAMAMOTO, C. J. T. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 430-438, 2011.

ARF, M. V.; BUZETTI, S.; KAPPES, C.; FERREIRA, J. P.; SILVA, M. P.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. Fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 31., 2009, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: 2009. v.1, p. 38-38.

ARF, O.; SÁ, M. E. de; BUZETTI, S. Incorporação de mucuna-preta e de restos culturais de milho antes da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 8, p. 563-568, 1996.

ARF, O.; SILVA, L. S. da.; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 34, n. 11, p. 2029-2036, 1999.

ATALLAH, T.; LOPEZ-REAL, J. M. Potencial of green manure species in recycling nitrogen, phosphorus and potassium. **Biological Agriculture and Horticulture**, Bicester, v. 8, n. 1, p. 53-65, 1991.

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G.; OLIVEIRA, E. F.; OLIVEIRA, I. P. Plantio direto. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 301-352.

BARBO, C. V. S.; FABRÍCIO, A. C. Efeito da adubação verde sobre as características do solo e rendimento de grãos da cultura do trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NORTE BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 7., 1981, Ponta Grossa. **Reunião...** Dourados: Embrapa, 1981. p. 111-117.

BARBOSA, C. A. **Manual da cultura do feijão comum e irrigado**. Viçosa, MG: Agrojuris, 2007. 243 p.

BARBOSA, C.A. **Manual da cultura do milho (*Zea mays*)**. Viçosa, MG: Agrojuris, 2007. 123 p.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 69-76, jan/fev. 2005.

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F. Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com uréia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 93, p. 1-5, março, 2001.

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBURQUEQUE, J. A. Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 469-475, 2003.

BECKER, R.W.; QUADROS, V. J. de ; MATTIONI, T. C.; SOARES, R. D.; CADORE, P. R. B.; DAMBRÓS, R.; VEZZOSI, L. F.; UHDE, L. T.; FERNANDES, S. B. V.; SILVA, J. A. G. da. Acúmulo de macronutrientes em grãos de trigo e os efeitos proporcionados pela época e doses de aplicação de nitrogênio. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO- ENPOS, 10., 2008, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2008. p. 1-4

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; GUIDO, F. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.

BORGUI, E.; COSTA, N.V.; CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciadas sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 559-568, 2008.

BUHLER, D. D.; HARTZLER, R. G.; FORCELLA, F. Implications of weed seed bank dynamics to weed management. **Weed Science**, Champaign, v. 45, n. 3, p. 329-336. May/June 1997.

BUZETTI, S.; ROMEIRO, P. J. M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; GUERREIRO NETO, G. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 1, n. 1, p. 11-19, 1992.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 9-10, p. 1791-1800, 1995.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, 2006.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádio fenológico do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 317-323, 2001.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (Circular, 80).

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASINI, J. J. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. p. 55-73.

CAMARGO, C. E. O.; FREITAS, J. G.; CANTARELLA, H. Trigo e triticale irrigados. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; GUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. 285 p.

CANECHIO FILHO, V. **Cultura do feijão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 30 p.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).

CARDOSO, E. D.; BINOTTI, F. F. S.; NOGUEIRA, D. C.; HAGA, K. I.; SÁ, M. E.; ARF, O. Inoculação e manejo do nitrogênio em feijoeiro no sistema plantio direto – II. Qualidade química de sementes. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 1439-1442.

CARVALHO, A. M.; SILVA, A. M.; COSTA, E. F.; COUTO, L. Influência da fertirrigação no rendimento de grãos e componentes de produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) cv. Carioca. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 503-511, 1992.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; SANTOS, N. C. B.; BASSAN, D. A. Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 617-624, 2001.

CASSIA, M. T.; TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B. Nutrição mineral do feijoeiro sob influência de nitrogênio e palhadas de milho solteiro e consorciado com crotalária. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 1602-1605.

CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 779-785, ago. 2004.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais (trigo, milho, soja, arroz e mandioca)**. São Paulo: Nobel, 1999. 126 p.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema santa fé: produção de forragem na entressafra. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA E PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS SULAMERICANAS, 1., 2001, Santo Antônio de Goiás. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p. 125-135. (Documentos, 123).

COBUCCI, T.; PORTELLA, C. M. O. Manejo de herbicidas no sistema santa fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2003. 569 p.

COELHO, M. A. O.; SOUZA, M. A.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, A. C.; SEDIYAMA, C. S. Resposta da produtividade de grãos e outras características agronômicas do trigo Embrapa -22 irrigado ao nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 555-561, 1998.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFSRS/SC. **Manual de recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho/2011**. Brasília: Conab, 2011. 47 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril/2012**. Brasília: Conab, 2012. 37 p.. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_04\\_11\\_15\\_04\\_18\\_boletim\\_abril\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_11_15_04_18_boletim_abril_2012.pdf)>. Acesso em: 8 dez. 2012.

COSTA, A. C. S.; FERREIRA, J. C.; SEIDEL, E. P.; TORMENA, C. A.; PINTRO, J. C. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia em três solos argilosos tratados com uréia. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 467-473, 2004.

COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Campo Mourão: COAMO/CODETEC, 1998. 89 p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 87).

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: DAROLT, M. R. **Planio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p. 16-45 (Circular, 101).

DEL PELOSO, M. J. D.; SILVEIRA, P. M.; SILVA, C. C.; MOREIRA, J. A. A. Cultivo irrigado em terras altas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 571-588.

DEMÉTRIO, C. S. **Desempenho agronômico de híbridos de milho em diferentes arranjos populacionais em Jaboticabal – SP**. 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

DENARDINI, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-Embrapa. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa – CNPT/Fecotrigo/Fundação ABC/Aldeia Norte, 1993. p. 19-27.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. 2. ed. Londrina: IAPAR, 1992. 80 p. (Circular, 73).

DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; PETERNELLI, L. A.; BARRELA, T. P.; FREITAS, G. B. Green manure incorporation timing for organically grown broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 199-206, fev. 2007.

DOURADO, M. C.; SILVA, T. R. B.; BOLONHEZI, A. C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Sciencia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 287-293, abr/jun.2001.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 385 p.

DOTTO, S. R.; BRUNETTA, D.; CAMPOS, L. A. C.; BASSOI, M. C. **Informações técnicas da comissão centro-sul brasileira de pesquisa de trigo e triticale para a safra de 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 234 p.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Cultivo do milho: economia da produção**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Sistemas de Produção, 1).

DWYER, L. M.; ANDERSON, A. M.; MA, B. L. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 75, n. 1, p. 179-182, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivares de feijão recomendados para plantio no ano agrícola 1996/97**. Goiânia: Embrapa /CNPAF, 1997. 24 p. (Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Feijão, 4).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa /CNPSO, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <[www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)>. Acesso em: 1 jun. 2009.

FAGERIA, N. K. Manejo químico do solo. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. **Cultura do arroz de sequeiro: fatores afetando a produtividade**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, 1983. p. 239-260.

FAGERIA, N. K.; BALLIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advance in Agronomy**, Mariland Heights, v. 88, n. 1, p. 97-185, 2005.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia de produção e manejo de água e nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 129 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Expansão da área cultivada em plantio direto no Brasil de 1992/93 a 2003/2004**. Disponível em: <[www.febrapdp.org.br](http://www.febrapdp.org.br)>. Acesso em: 31 jan. 2007.

FERNANDES, M. I. B. M. Domesticar o grão. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 3, n. 17, p. 36-45, 1985.

FOLLETT, R. H.; FOLLETT, R. F.; HALVORSON, A. D. Use of a chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. **Communications in soil science and plant analysis**, New York, v. 23, n. 7-8, p. 687-697, 1992.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V., AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.

FRIZZONE, J. A.; MELLO JÚNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 6, p. 425-434, 1996.

FRAGA JUNIOR, E. F.; TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; BOTREL, E. P. Crescimento e rendimento do feijoeiro, sob influencia de nitrogênio e palhadas e milheto solteiro e consorciado com crotalária. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., Campinas. **Resumos ...** Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2008. p. 1216-1219.



- FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; PEREIRA FILHO, A. W. P. Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 229-234, 1995.
- GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; PADRÃO, G. A. Aspectos econômicos da produção e utilização de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 21-46.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HUBNER, A. P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 751-762, jul./ago. 2004.
- GOMES JUNIOR, F. G. **Nitrogênio no feijoeiro em sistema plantio direto sobre diferentes palhadas: produtividade, composição química e qualidade fisiológica das sementes**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Ilha Solteira, 2006.
- GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 307-313, 1999.
- GRUNDY, A. C.; BOATMAN, N.D.; FROUD-WILLIAMS, R. J. Effects of herbicide and nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of wheat and barley. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 126, n. 4, p. 379-385, 1996.
- GUERRA, A. F.; SILVA, D. B.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p.1 229-1236, 2000.
- GUIMARÃES, C. M. Relações hídricas. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 139-167.
- HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D.; TRINDADE, M. G.; SOARES, B. B.; MOREIRA, J. A. A.; CÂNOVAS, A. D. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 352-356, 2006.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistema de manejo do solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 145-154, 1999.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIANA, R. G. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; VIEIRA, N. M. B.; SILVA, V. M. P. C. Produtividade do feijoeiro comum em função de doses de N e P. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos....** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 709-711.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Produtividade e utilização de nitrogênio em aveia em função de épocas de aplicação do nitrogênio. **Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 117-121, 2002.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, L. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; BACELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema santa fé: tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Circular técnica, 38).

LEMONS, L. B.; FERREIRA, D. C. FARINELLI, R. Desempenho agrônômico, nutricional e tecnológico de cultivares de feijoeiro adubados com nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2008. p. 1400-1403.

LOPES, S. A.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo.** São Paulo: ANDA, 2004. 110 p.

MACHADO, L. A. Z.; FABRÍCIO, A. C.; ASSIS, P. G. G. de; MARASCHIN, G. E. Estrutura do dossel em pastagens de capimmarandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 10, p. 1495-1501, out. 2007.

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: \_\_\_\_\_. **Abc da adubação.** 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. p. 26-39.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafós, 1997. 308 p.

MARSOLA, T. **Mineralização de fósforo do adubo verde e sua absorção por plantas de arroz**. 2008. 144 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C.; DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C. Aspectos de produção e mercado do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 95-104, 2006.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 411-416, 1993.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 337 p.

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INÁCIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA, D. P.; SILVA, P.V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. F. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Porto Alegre: UFRS, 2005. 51 p.

NASCIMENTO, M. S. **Nitrogênio em cobertura e molibdênio foliar em feijoeiro de inverno em sistema de plantio direto**. 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Ilha Solteira, 2005.

OLIVEIRA, E. F. Eficiência do modo de aplicação do sulfato de amônio e uréia nas culturas de milho e algodão. In: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ. **Resultados de pesquisa 1/95**. Cascavel: Ocepar, 1995. p. 40-46.

OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p.182-184.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T.de A.; SILVA, A.E.da.; SILVA, A. E.da.; PINHEIRO, B.da S.; FERREIRA, E.da M.de. **Sistema barreira: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1996. 87 p. (Documentos, 64).

OLIVEIRA, R. L.; MUNIZ, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; LUIS, R. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009.

- OLIVEIRA, R. M. B.; OLIVEIRA, F. A.; GUEDES, K. Fertilização nitrogenada e irrigação na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em casa de vegetação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-6, 2004.
- OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 245-256.
- PASINATO, A.; MEZIAT, A.; GUARIENTI, E. M.; DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F.; ANJOS, J. M.; CANZIANI, J. R.; FAYET, L. A.; JACOBSEN, L. A.; VIEIRA, R. C. M. T.; GUIMARÃES, V. D. A. **Oficina sobre trigo no Brasil: bases para a construção de uma nova triticultura brasileira**. Passo Fundo. Embrapa Trigo, 2009. 192 p.
- PEREZ, A. A. G.; SORATTO, R. P.; MAZATTO, N. P. Nitrogênio na semeadura e em cobertura para o feijoeiro em sistema plantio direto recém-implantado. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 1443-1446.
- PETTINELLI NETO, A.; CRUSCIOL, A. C.; BICUDO, S. J.; FREITAS, J. G.; PULZ, A. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo irrigado ao nitrogênio para o Estado de São Paulo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2002, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: UNESP – Programa de Iniciação Científica da UNESP, 2002. 1 CD-ROM.
- PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 1, p. 59-65, 1992.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477 p.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ/USP, 2002. 309 p.
- PIRES, A. A.; LEITEN, U. T.; ARAUJO, G. A. A. Interferência de épocas e participação da aplicação de Mo via foliar na absorção de Mo e N pelo feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos....** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 677-680.
- PORTELA, C. M.; COBUCCI, T. Interferência da brachiaria brizantha e panicum maximum cv. Mombaça consorciadas com a cultura do milho – sistema santa fé. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p. 288.
- POTTKER, D.; FABRÍCIO, A. C.; NAKAYAMA, L. H. I. Doses e métodos de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 10, p. 1197-1201, 1984.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Piracicaba: Ceres, Potapós, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RAUN, W. R.; JOHNSON, G. V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, n. 3, p. 357-363, 1999.

RAPASSI, R. M. A.; VALÉRIO FILHO, W. V.; SÁ, A. A. B.; SÁ, M. E.; CARVALHO, M. A. C.; BUZETTI, S.; ARF, O. Níveis e fontes de nitrogênio sobre o feijoeiro de inverno. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 12, n. 1, p. 103-115, 2003.

RODRIGUES, J. R. M.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R.; RESENDE, P. M. População de plantas e rendimento de grãos do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1218-1227, nov./dez. 2002.

RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E.; ARF, O.; VALÉRIO FILHO, W. V. Adubação verde em cultivo solteiro e consorciado e efeitos sobre a produção de sementes de feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 673-676.

ROMANINI JUNIOR, A.; ARF, O. Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio em feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. 1 CD-ROM.

ROSOLEM, C. **A Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Potafós, 1987. 93 p. (Circular Técnica, 8).

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 101-110, 2002.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F.; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 11, p. 1265-1271, 2003.

SARRUGE, J. R.; HAGG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: [s.n.], 1974. 54 p.

SCIVITTARO, W. B.; MURAOKO, T. BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O. Utilização de nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 917-926, 2000.

- SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; PAIVA, T. W. B.; SEDIYAMA, C. S. Efeito de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 429-435, 2004.
- SILVA, A. R. B.da.; BENEZ, S. H. Cultivares de milho: produtividade em diferentes sistemas de manejo de solo e espaçamentos. **Energia na Agricultura**, Londrina, v. 20, n. 4, p.77-90, 2005.
- SILVA, D. B.; GUERRA, A. F.; REIN, T. A.; ANJOS, J. R. N.; ALVES, R. T.; RODRIGUES, G. C.; SILVA, I. A. C. **Trigo para o abastecimento familiar**: do plantio à mesa. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 176 p.
- SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 86-96, 2000.
- SILVA, D. B. Efeito do nitrogênio em cobertura sobre o trigo em sucessão a soja na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 9, p. 1387-1392, 1991.
- SILVA, M.G. **Sucessão de culturas e preparo do solo no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno**. 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.
- SILVA, M. G.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa-MG. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 612-614.
- SILVA, P. R. F. Grain yield and kernel protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dresses. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 487- 492, 2005.
- SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; COSER, R. P.S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L.; SILVA, A. A. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dresses. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p.487- 492, 2005.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZZETI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nutrientes no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura em Latossolo vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 477-486, 2006.
- SILVA, E. C. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (<sup>15</sup>N) da uréia, do milho e da crotalária pelo milho sob semeadura direta em solo de cerrado**. 2008. 130 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SOARES SOBRINHO, J. **Efeito de doses de nitrogênio e de lâminas de água sobre as características agronômicas e industriais em duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1999. 102 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, 2002.

SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização de milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G.V. (Ed.). **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 13-54.

SKORA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, 1993.

SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado em plantio direto. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 10, n. 1, 2001. p. 89-99.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 4. p. 835-841, 2000.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3. p. 473-481, mar. 2001.

STONE, L. F.; SILVEIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 702-705.

TEIXEIRA, I. R.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R.; CORRÊA, J. B. D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 399-408, 2000.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; BOTREL, E. P. Nitrogênio e palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco, no plantio direto do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008. p. 1511-1514.

- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.
- TRINDADE, M. G.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B.; CÂNOVAS, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 24-29, 2006.
- TSUMANUMA, G. M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **View interactive global map of corn production and trade**. Washington: USDA, 2011. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/grain/circular/2009/10-09/graintoc.asp>>. Acesso em: 15 out. 2011.
- VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 600 p.
- VIEIRA, S. M.; RONZELLI JUNIOR, P.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S.; PREVEDELLO, B. M. S. Nitrogênio, molibdênio e inoculante para a cultura do feijoeiro, **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 1, n.1-2, p. 63-66, 2000.
- VOLTAM, F. S. **Avaliação de coberturas vegetais para plantio direto na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* r. *latifolium* Hutch cv. Acala 90)**. 2008. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso ( Graduação em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Ilha Solteira, 2008.
- WENDLING, A.; ELTZ, F. L.; Cubilla, M.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. Recomendação da adubação potássica para trigo, milho e soja sob plantio direto no Paraguai. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1929-1939, 2007.
- YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 91, p. 1-5, 2000.
- YAMADA, T., ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, Brasil, 2007. 722 p.
- ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.



## APÊNDICE A – FOTOS DO EXPERIMENTO

**Foto 1** - Vista geral da área experimental antes da implantação do experimento. Selvíria, MS, Brasil, (2010/11)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 2** - Vista geral da área experimental após a semeadura do milho e das coberturas vegetais. Selvíria, MS, Brasil, (2010/11)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 3-** Implantação das coberturas vegetais nas entrelinhas do milho. Selvíria, MS, Brasil, (2011/12)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 4** - Vista geral da área experimental. Selvíria, MS, Brasil, (2010/11)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 5** - Consórcio Milho + *Brachiaria ruziziensis*. Selvíria, MS, Brasil, (2010/11)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 6** - Consórcio Milho + *Crotalaria spectabilis*. Selvíria, MS, Brasil, (2010/11)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 7** – Semeadura do feijoeiro de inverno em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil, (2011/12)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 8** – Semeadura do trigo de inverno em sistema plantio direto, mostrando a caixa de sementes e de abubo. Selvíria, MS, Brasil, (2011/12)



**Fonte:** O próprio autor.



**Foto 9** – Vista geral da área experimental na cultura do feijoeiro de inverno em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil, (2011/12)



**Fonte:** O próprio autor.

**Foto 10** – Vista geral da área experimental na cultura do trigo de inverno em sistema plantio direto. Selvíria, MS, Brasil, (2011/12)



**Fonte:** O próprio autor.