



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**MILHO ORGÂNICO EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES PERENES:  
PRODUTIVIDADE, NUTRIÇÃO E SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS**

**ANA CAROLINA COSTA ARANTES**

**Araras  
2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

**MILHO ORGÂNICO EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES PERENES:  
PRODUTIVIDADE, NUTRIÇÃO E SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS**

**ANA CAROLINA COSTA ARANTES**

**ORIENTADOR: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ANASTÁCIA FONTANETTI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados como requisito à obtenção do título de **MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL E BIOPROCESSOS ASSOCIADOS**

Araras

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A662m Arantes, Ana Carolina Costa  
Milho orgânico em consórcio com adubos verdes perenes : produtividade, nutrição e supressão de plantas espontâneas / Ana Carolina Costa Arantes. -- São Carlos : UFSCar, 2016.  
87 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2016.

1. Consórcio. 2. Zea mays L.. 3. Calopogonium mucunoides (Desv.). 4. Pueraria phaseoloides Roxb. (Benth). 5. Neonotonia wightii. (Wight & Arn) Lackey. I. Título.



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos  
Associados

---

### Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Ana Carolina Costa Arantes, realizada em 07/06/2016:

---

Profa. Dra. Anastacia Fontanetti  
UFSCar

---

Prof. Dr. Fabrício Rossi  
USP

---

Profa. Dra. Patrícia Marlucci da Conceição  
UFSCar

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder à vida, força, saúde e sabedoria, para realizar as minhas atividades acreditando que nada é em vão.

À Universidade Federal de São Carlos, *Campus Araras*, através do programa e Pós-Graduação em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados, que me possibilitou a realização do mestrado.

A CAPES que me concedeu a bolsa de estudos.

À minha professora, orientadora e amiga Dra. Anastácia Fontanetti, pela orientação, ensinamentos, paciência e confiança.

Aos meus pais Beatriz Andrade Costa e Luiz Carlos de Oliveira Arantes, pelo apoio em minhas decisões, pela compreensão nos momentos difíceis, pelo amor incondicional e carinho eterno.

Ao meu tio Luiz Henrique, pela ajuda, ensinamento, carinho e amor. E a toda a minha família por acreditarem no meu trabalho.

Aos membros do NEPAC (Núcleo de Estudos e Pesquisa em Agricultura de Conservação) que me auxiliaram e ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos Francisco, Emmanuélly, Alexandra, Alexandre, Neto, pelo apoio, aprendizagem, ensino, paciência, dentro e fora da universidade.

À Rafaela Coutinho, Leila, Laurie, Maynara e todos os meus amigos que me ajudaram nos trabalhos, contribuíram em momentos de descontração, disponibilizaram tempo e carinho, com felicidade e gratidão.

Aos funcionários do DDR, João e Marcos, pelo apoio e ajuda nos trabalhos de campo, e a todos os demais funcionários da Universidade que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas do CCA/UFSCar, pela realização das análises.

Às secretárias do Programa de Pós-graduação, Cris e Sirlene, pela ajuda, compreensão e amizade.

Aos professores Dr. Fabrício Rossi e Dra. Patrícia Marluci pela dedicação na correção de minha dissertação e ensinamentos.

A todos aqueles, que de alguma forma, contribuíram para o meu trabalho.



3.2.3.5	Índice de Clorofila Falker (ICF).....	38
3.2.3.6	Número de folhas acima da espiga superior (FAE)....	39
3.2.3.7	Porcentagem de cobertura do solo pelos adubos verdes (PC).....	39
3.2.3.8	Massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA), das plantas espontâneas (MSE) e massa de matéria seca total dos consórcios milho/adubos verdes (MSTC).....	39
3.2.3.9	Estande final de plantas (EF).....	40
3.2.3.10	Prolifidade (PROL).....	40
3.2.3.11	Número de fileiras por espiga (NFE) e número de grãos por fileira (NGF).....	40
3.2.3.12	Produtividade (PROD).....	40
3.2.3.13	Peso Médio de 100 grãos (P100).....	41
3.3	Análises Estatísticas.....	41
4	Resultados e Discussão.....	41
4.1	Avaliações no estágio R1/R2.....	41
4.2	Avaliações no estágio R5.....	43
4.3	Avaliações no estágio R6/colheita.....	47
5	Conclusões.....	50
6	Literatura citada.....	51
<b>CAPÍTULO 2. TEOR DE NUTRIENTES NO MILHO EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES PERENES EM CULTIVO ORGÂNICO.....</b>		<b>57</b>
1	Resumo.....	57
2	Introdução.....	58
3	Material e Métodos.....	60
3.1	Delineamento experimental.....	60
3.2	Condução do experimento .....	63
3.2.1	Semeadura do milho e dos adubos verdes.....	63
3.2.2	Avaliações.....	64
3.2.2.1	Teor de nutrientes foliares no milho.....	64
3.2.2.2	Massa de matéria seca dos adubos verdes.....	64
3.3	Análises Estatísticas.....	65
4	Resultados e Discussão.....	65

5	Conclusões.....	75
6	Literatura citada.....	76
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>81</b>
	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>Capítulo 1</b>	
Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ); precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e média observados durante os meses de condução do experimento. Araras/SP, 2014/2015.....	33
Tabela 2. Características químicas do solo e do composto orgânico. Araras/SP, safra 2014/2015.....	35
Tabela 3. Médias da massa de matéria seca (MSA) e da porcentagem de cobertura do solo (PC) para os adubos verdes, semeados nos estádios fenológicos V4 e VT do milho. Araras/SP, 2014/2015.....	43
Tabela 4. Médias do Estande Final (EF) e do Peso de 100 grãos (P100) do milho, de acordo com a época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT). Araras/SP, safra 2014/2015.....	47
Tabela 5. Médias dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro, para as variáveis: estande final (EF), prolificidade (PRO) e peso médio de 100 grãos de milho (P100). Araras/SP, safra 2014/2015.....	48
<b>Capítulo 2</b>	
Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ); precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e média observados durante os meses de condução do experimento. Araras, SP, 2014/2015.....	61
Tabela 2. Características químicas do solo e do composto orgânico. Araras/SP, safra 2014/2015.....	62
Tabela 3. Médias da massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA), semeados nos estádios fenológicos V4 e VT do milho. Araras/SP, 2014/2015.....	65
Tabela 4. Médias dos teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas folhas do milho em consórcio com os adubos verdes semeados nos estádios fenológicos V4 e VT. Araras/SP, 2014/2015.....	66
Tabela 5 Médias dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos	

verdes versus cultivo do milho solteiro, para o teor de nutrientes na folha do milho: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Araras/SP, safra 2014/2015.....	67
Tabela 6. Médias dos Teores de fósforo (P) e enxofre (S) no milho, de acordo com o tipo de adubo verde (Calopogônio, Puerária e Soja Perene) e as épocas de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT), respectivamente. Araras/SP, safra 2014/2015.....	72

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Página

**Capítulo 1**

Figura 1. Esquema da parcela experimental com o comprimento e espaçamento das linhas de milho e dos adubos verdes. Araras/SP, safra 2014/2015.....	34
--	----

# MILHO ORGÂNICO EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES PERENES: PRODUTIVIDADE, NUTRIÇÃO E SUPRESSÃO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS

**Autor: ANA CAROLINA COSTA ARANTES**

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ANATÁSCIA FONTANETTI**

## RESUMO

O milho pode ser consorciado com adubos verdes perenes, que além de realizarem a cobertura e proteção do solo, o controle de espontâneas, ciclam nutrientes e realizam a fixação biológica de nitrogênio. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, a produtividade de grãos e de palhada, o teor de macronutrientes do milho e a supressão das plantas espontâneas em cultivo consorciado com adubos verdes perenes semeados em duas épocas distintas de desenvolvimento do milho. O experimento foi realizado na safra de 2014/2015, na UFSCar/Araras-SP, em blocos casualizados no esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$  com 4 repetições. Os fatores foram: 3 espécies de adubos verdes perenes (calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.); puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey) e 2 épocas de semeadura (semeadura no V4 – quatro folhas expandidas e VT – pendoamento do milho). E a testemunha, o milho solteiro. Avaliaram-se: no estádio R1/R2 do milho - grão leitoso (altura (ALT), diâmetro (DIA), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF), massa de matéria seca do colmo (MSC), folhas (MSF) e total (MST) do milho, índice de clorofila Falker (ICF) e nº de folhas acima da espiga superior (FAE)); no estádio R5 do milho – grão farináceo (massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA), massa de matéria seca total do consórcio milho/adubos verdes (MSTC), porcentagem de cobertura do solo (PC) e massa de matéria seca das plantas espontâneas (MSE)); no estádio R6 – colheita do milho (estande final de plantas de milho (EF), prolificidade (PROL), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), produtividade de grãos (PROD), peso médio de 100 grãos (P100) e o teor de macronutrientes no milho). Foi encontrado maior EF com a semeadura dos adubos verdes no V4 (69.814 plantas ha<sup>-1</sup>), sendo o consórcio milho/calopogônio com maiores valores de MSA e PC, com 1002,0 kg ha<sup>-1</sup> e 35,63%, respectivamente. O maior P100 ocorreu no VT (32,89 g). Não houve diferença para as outras variáveis. A PROD foi de 9,04 t ha<sup>-1</sup> e 7,0 t ha<sup>-1</sup> de MSTC. O menor teor de N foliar do milho foi observado no consórcio com calopogônio no V4 (22,75 g kg<sup>-1</sup>). O Ca teve menores teores para a soja perene no VT e a puerária no V4. O menor teor de Mg foi no consórcio com a soja perene semeada no VT, de P foi no consórcio com calopogônio e de S, ocorreu quando a semeadura dos adubos verdes ocorreu no V4 do milho. Para o K, não houve diferença estatística. A produção de MSTC não foi influenciada pelos adubos verdes, com a produção de palha do milho em cultivo solteiro e nos sistemas consorciados superior a quantidade mínima recomendada para cobertura do solo (6,0 t ha<sup>-1</sup>). Os adubos verdes afetaram de forma negativa o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho e o calopogônio semeado no VT, a puerária e a soja perene semeados no V4 e VT, contribuíram para o incremento de N ao milho.

## ORGANIC MAIZE INTERCROPPED WITH PERENNIAL GREEN MANURES: YIELD, NUTRITION AND SUPPRESSING WEEDS

**Author: ANA CAROLINA COSTA ARANTES**

**Adviser: Profa. Dra. ANASTÁCIA FONTANETTI**

### ABSTRACT

Maize can be intercropped with green manures, which in addition to performing the coverage and soil protection, the weeds control, also cycle nutrients and perform nitrogen biological fixation. This study aimed at evaluating the growth, yield of grains and straw, the content of macronutrients of maize and the weeds control in intercropping with perennial green manures sown at two different maize growth stages. The experiment was conducted in the agricultural year of 2014/2015, at UFSCar/Araras-SP, in randomized complete blocks in factorial scheme  $3 \times 2 + 1$  with 4 repetitions. The factors were: 3 species of green manures (calopogonio (*Calopogonium mucunoides* Desv.); kudzu (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) and perennial soybean (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey.) and two green manures sowing times (sowing at the V4 - four expanded leaves and VT – bolting of maize). And a control treatment, maize monoculture. The evaluations were: in the R1/R2 of maize stage - milky/doughy grain (height (ALT); diameter (DIA); specific leaf area (AFE); leaf area index (IAF); stalk dry matter (MSC), leaves (MSF) and total (MST) of maize; Falker chlorophyll index (ICF); number of leaves above the upper ear (FAS)); in the R5 of maize stage – chalky grain (dry mass of green manure (MSA); total dry mass maize intercropping/green manure (MSTC); percentage of land cover (PC) and dry mass of weeds (MSE)); in the R6 – maize harvest (final plant stand (EST); prolificacy (PROL); number of rows per ear (NFE); number of kernels per row (NGF); yield of grain (PROD); weight of 100 grains (P100) and content of macronutrients of maize). It was found higher production of EF with the sowing of green manures in the V4 stage (69,814 plants  $\text{ha}^{-1}$ ), being the intercropping maize/calopogonio with higher values of MSA and PC, with 1002.00  $\text{kg ha}^{-1}$  and 35.63%, respectively. The highest P100 occurred in the VT (32.89 g). There was not difference for the other variables. The PROD was 9.04  $\text{t ha}^{-1}$  and 7.0  $\text{t ha}^{-1}$  of MSTC. The smallest leaf N content was observed in the intercropping with calopogonio in V4 (22.75  $\text{g kg}^{-1}$ ). The Ca had smallest levels for the perennial soybean in the VT and kudzu in the V4. The smallest Mg content was in intercropping with the soybean perennial in the VT, in the P was in the intercropping with calopogonio and S, when the sowing of the green manures occurred in V4 of maize. For K, there was not statistical difference. The MSTC production was not affected by green manures, with maize straw production in monoculture and in the intercropping systems exceeding the minimum amount recommended for ground cover (6.0  $\text{t ha}^{-1}$ ). The green manures negatively affect the content of P, K, Ca, Mg and S in maize and calopogonio sown in the VT, the kudzu and the soybean perennial sowing in the V4 and VT, contributed to provide N to maize.

## INTRODUÇÃO

Os modelos reducionistas de produção agrícola, nos quais se realiza o cultivo sucessivo da área, sem consciência conservacionista, com métodos inadequados de manejo, como a queima de resíduos vegetais, mobilização intensa do solo, uso inapropriado do solo para o cultivo de espécies anuais, sendo altamente dependente de insumos e tecnologias específicas (DENARDIN; KOCHHANN, 1999), conseguiram, em curto prazo, aumentar a produtividade e competitividade no mercado globalizado, porém, os impactos gerados provocaram degradação do solo, contaminação da água e perda da biodiversidade.

A necessidade de mudança dessa agricultura, que poluiu e excluiu socialmente, auxiliou no surgimento de um novo paradigma - sustentabilidade, o qual preconiza o uso equilibrado do solo e da água, a maximização das contribuições biológicas e o incremento da biodiversidade e, a percepção desse paradigma contribuiu para a ampla difusão das correntes de agricultura ecológica, entre elas a agricultura orgânica (FONTANETTI, 2008).

A agricultura orgânica tem como principal diretriz a sustentabilidade dos agroecossistemas, por meio do equilíbrio do solo e dos demais recursos naturais. Preconiza o uso de fertilizantes orgânicos (vegetal ou animal) para manter e incrementar a fertilidade dos solos e os índices produtivos (COELHO, 2014), com a eliminação do uso de fertilizantes minerais solúveis, agrotóxicos, antibióticos, hormônios, transgênicos, entre outros (CRUZ et al., 2010).

Atualmente, há grande demanda do mercado por alimentos de origem animal e vegetal advindos de sistemas orgânicos, devido á conscientização e preocupação do consumidor com o ambiente de produção, responsabilidade social e segurança alimentar (DEMATE FILHO; MENDES; KODOWARA, 2005).

A agricultura orgânica está em ampla expansão no Brasil, entre os anos de 2014 e 2015 houve acréscimo de 51,7% de produtores orgânicos, passando de 6.719 para 10.194, com as maiores concentrações nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste do país, cerca de 4.000, 2.865 e 2.333 produtores, respectivamente (BRASIL, 2015). Destaca-se que a maioria dos produtores orgânicos são pequenos e de agricultura familiar, com área de até 20 ha (IBGE, 2009).

Acompanhando o aumento no número de produtores orgânicos, a área total em produção no Brasil atingiu 750 mil hectares em 2015, sendo a região Sudeste a com maior extensão de terras neste sistema (333 mil hectares) (BRASIL, 2015), representando 20% da área orgânica nacional (INSTITUTO DE PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO, 2010).

Uma das principais críticas feitas aos sistemas atuais de produção orgânica de grãos é o demasiado revolvimento do solo, visto por muitos como um contra senso as diretrizes da agricultura orgânica. Entre as justificativas, dadas pelos agricultores orgânicos, está a necessidade de preparo do solo e a dificuldade para o controle das plantas espontâneas sem o uso dos herbicidas. O revolvimento do solo, nesse caso, reduz a competição inicial entre as culturas e as espontâneas, no entanto, pode facilitar a quebra de dormência das sementes destas espécies.

O consórcio entre plantas produtoras de grãos, como o milho, e adubos verdes pode ser uma alternativa para reduzir a necessidade de revolvimento, melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, bem como controlar as plantas espontâneas (SPAGNOLLO et al., 2002).

Os adubos verdes podem atuar como ativadores biológicos e contribuir na nutrição dos solos por meio da liberação de exsudatos radiculares, como ácidos orgânicos, aminoácidos, fitormônios, entre outros (DELARME LINDA et al., 2010). Porém, a composição química de cada adubo verde varia de acordo com o tipo de espécie, idade e condições climáticas (HEINRICH S et al., 2002). Por meio das raízes, os adubos verdes, auxiliam na descompactação do solo e com a decomposição dessa estrutura, formam canais, pelos quais melhoram a infiltração

de água e difusão de gases, além de incrementar a matéria orgânica e aprimorar a estabilização dos agregados (FERREIRA; SOUZA; CHAVES, 2012).

Dentre as espécies utilizadas para a adubação verde, como as *Poaceae* (gramíneas), *Brassicaceae* e as *Fabaceae* (leguminosas), estas últimas são as mais utilizadas como adubos verdes, por terem a capacidade de realizar Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), por meio da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, fornecendo o nitrogênio às culturas (MATEUS; WUTKE, 2006; PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012). O milho pode se beneficiar desse nitrogênio por meio da liberação direta de compostos nitrogenados, pela decomposição dos nódulos e raízes, ou através do corte da parte aérea e da massa depositada ao solo (CASTRO et al., 2004).

Dentre as fabáceas utilizadas como adubos verdes no sistema produtivo, as perenes apresentam como vantagem sob as espécies anuais, maior permanência nos sistemas, pois caso haja a necessidade de corte ou mesmo através da senescência, elas são capazes de rebrotar, e se tornam coberturas permanentes do solo (ESPINDOLA et al., 2006).

No entanto, o sucesso do consórcio de milho com os adubos verdes depende da diferença no estabelecimento e acúmulo de biomassa entre o cereal e o adubo verde. O milho necessita desenvolver-se e acumular maior biomassa, evitando a competição por água, nutrientes e luz com o adubo verde.

Pereira et al. (2011) explicam que é preciso considerar o cultivar de milho, a espécie do adubo verde e a época de corte do mesmo. No consórcio podem acontecer competições interespecíficas pelos recursos naturais, que ocasionam perda na rentabilidade da cultura principal, principalmente, com espécies de nichos ecológicos semelhantes (SILVA et al., 2015).

Portanto, o conhecimento entre as espécies consorciadas, como hábito de crescimento, necessidades nutricionais, tempo de permanência no sistema, é de suma importância, principalmente para a produção de grãos, no consórcio de adubos verdes com o milho (JAKELAITIS et al., 2004).

A época de plantio do adubo verde depende, muitas vezes, do seu hábito de crescimento. Para as espécies de crescimento ereto e porte baixo a médio, como o feijão-de-porco, o plantio simultâneo ao milho tem sido satisfatório (FONTANETTI, 2008; PERIN et al., 2007). Para as mucunas, espécies de hábito trepador, têm sido

recomendadas o plantio 15 a 20 dias após o milho, ou após a primeira capina (ALCÂNTARA et al., 2005).

As questões norteadoras à pesquisa foram:

O consórcio dos adubos verdes perenes, calopogônio, puerária e soja perene, realizado no estágio V4 e VT do milho, reduzem a produtividade de grãos do cereal?

Os adubos verdes perenes, calopogônio, puerária e soja perene, recobrem o solo e reduzem a competição do milho com as plantas espontâneas?

Os adubos verdes podem favorecer a nutrição do milho durante o consórcio?

## **OBJETIVOS**

1. Comparar as épocas de semeadura dos adubos verdes perenes em consórcio com o milho, que possa melhorar o desenvolvimento e produtividade do cereal e minimize a competição entre as espécies;
2. Avaliar a produção de matéria seca (palhada) do milho em cultivo solteiro e em consórcio com os adubos verdes perenes;
3. Verificar a supressão das plantas espontâneas nos sistemas consorciados do milho com os adubos verdes perenes;
4. Avaliar o teor de nutrientes no milho em cultivo solteiro e nos sistemas consorciados com os adubos verdes perenes.

## REVISÃO DA LITERATURA

### 1. *CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MILHO CONVENCIONAL E ORGÂNICO*

A cultura do milho é muito difundida no Brasil, sendo este o terceiro produtor mundial do cereal, totalizando cerca de 85,0 milhões de toneladas na safra 2014/2015 (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO, 2016), ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (AGROSAFRA, 2014).

A produtividade de grãos de milho na safra principal de 2014/2015 variou entre as diversas regiões produtoras, sendo encontrados valores de 2,2 t ha<sup>-1</sup>, no Nordeste, até valores próximos a 7,4 t ha<sup>-1</sup>, no Centro-Oeste (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO, 2016). Magalhães et al. (2002) explicam que as diferenças nos rendimentos do milho devem-se, além do local e modo de produção, aos fatores edafoclimáticos e econômicos e ao conhecimento disponível e disseminado entre os agricultores, como uso de insumos e práticas culturais.

Apesar do cultivo de milho em sistema convencional ter grande expressão no Brasil, as informações sobre manejo, produção e comportamento dos cultivares de milho para os sistemas orgânicos ainda são escassas (SILVA et al., 2008). Dentre as barreiras técnicas que dificultaram a produção do milho orgânico, destaca-se a obtenção de sementes não transgênicas e produzidas no sistema orgânico (FONTANETTI; SANTOS; GALVÃO, 2012), e o manejo das plantas espontâneas.

Devido à dificuldade na obtenção de sementes orgânicas o MAPA, através de instrução normativa 17, estabeleceu que na falta destas sementes, é possível a

utilização de sementes não orgânicas, dando preferência para as variedades e aquelas sem tratamentos. E a partir de 2016, a CPOrg (Comissão de Produtos Orgânicos) de cada unidade Federativa poderá realizar um levantamento das espécies e variedades que tenham sementes orgânicas, sendo assim, necessário o seu uso de acordo com a disponibilidade no mercado (BRASIL, 2014).

No intuito de atender à legislação brasileira, em relação à Instrução Normativa 46 (BRASIL, 2011) e o mercado interno de orgânicos, quanto à produção de sementes, a CATI, em parceria com produtores, lançou no ano de 2014 a primeira semente comercial de milho produzida e certificada para o sistema orgânico.

A cultivar AL AVARÉ, variedade de polinização aberta, foi escolhida devido às suas ótimas qualidades de resistência natural às pragas e doenças, fácil adaptação às diversas condições climáticas (SÃO PAULO, 2014) e boa capacidade de produção, podendo alcançar até  $8,0 \text{ t ha}^{-1}$  de grãos (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2014a). Além destas características, o AL AVARÉ apresenta grãos semi-duros e alaranjados e baixa inserção de espigas (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2014b).

No país cerca de 80% da produção de milho é destinada às indústrias de ração, principalmente para a avicultura, suinocultura e pecuária de leite (GARCIA et al., 2006). No entanto, o milho também pode ser consumido pelos animais na forma de silagem, e empregado diretamente na alimentação humana compondo diversos produtos (CRUZ et al., 2006).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), a criação de animais está presente em 41,7% das propriedades orgânicas do país. Os animais produzidos em sistemas orgânicos devem ser alimentados com ração oriunda do mesmo tipo de sistema, mas na falta desse material é permitido o uso de alimentos não-orgânicos na proporção da ingestão diária, com base na matéria seca, de até 15% para animais ruminantes e até 20% para animais não ruminantes (BRASIL, 2011). Para atender a atual demanda de grãos de milho orgânico é importante aumentar a produtividade em pequenas e grandes propriedades (CORRÊA, 2009), e manter a regularidade de oferta (COELHO, 2014).

Os dados sobre a produção e área plantada do milho, no sistema orgânico, são escassos e imprecisos, sendo muitas vezes obtidos das próprias certificadoras credenciadas no país (IBD, ECOCERT, IMO, OIA, OPAC, REDE ECOVIDA) (FONTANETTI; SANTOS; GALVÃO, 2012). O IBD (Instituto Biodinâmico) possui 101

projetos de certificação de milho orgânico no Brasil, evoluindo desde agricultores familiares, associações de agricultores até grandes empresas (INSTITUTO BIODINÂMICO, 2016), enquanto que a ECOCERT certifica 92 projetos com milho no país (ECOCERT, 2016).

Ressalta-se que esse levantamento não contabiliza os produtores com certificação participativa. De acordo com o Instituto de Promoção do Desenvolvimento (2010), existem no Brasil 7.368 estabelecimentos e 235.440 mil hectares de área plantada com milho orgânico certificado e não certificado, e no estado de São Paulo, 4.862 ha são destinados à produção de milho no sistema orgânico.

## **2. CONSÓRCIO DO MILHO COM ADUBOS VERDES: OPÇÃO PARA A COBERTURA DO SOLO**

A adubação verde é uma prática conservacionista que consiste no cultivo de plantas, que serão incorporadas ou mantidas na superfície com a finalidade de manter ou aumentar a capacidade produtiva do solo (CALEGARI et al., 1993).

As plantas consideradas adubos verdes, são aquelas que, além de realizarem o papel de cobertura do solo, quando cortadas ou ainda como matéria verde, adicionam matéria orgânica, mobilizam os nutrientes de camadas mais profundas, estimulam a microbiota, que por sua vez decompõe a matéria orgânica liberando os nutrientes para as plantas (BUZINARO; BARBOSA; NAHAS, 2009; PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012). Estas plantas podem ainda ser condicionadoras das características físicas, químicas e biológicas do solo, pois liberam diversas substâncias orgânicas, como ácidos orgânicos, aminoácidos e fitormônios no solo (DELARME LINDA et al., 2010)

Os adubos verdes podem contribuir, também, para o manejo das plantas espontâneas, reduzindo a infestação por supressão física e, ou, controle alelopático, que consiste na liberação de compostos químicos produzidos pela decomposição da palhada, bem como pelo próprio sistema radicular, e assim modificar a comunidade e o banco de sementes das espontâneas no solo (BUHLER et al., 1997; MONQUERO et al., 2009; SALTON; HERNANI; FONTES, 1998).

Salton, Hernani e Fontes (1998) explicam que o efeito físico ocorre por meio da supressão das espontâneas pela cobertura viva ou morta, que reduz a incidência

direta de raios infravermelhos, responsáveis pela quebra de dormência das sementes e diminui a temperatura do solo, o que inibe a germinação.

Assim, a supressão das plantas espontâneas, realizada pelo acúmulo da palha ou biomassa dos adubos verdes, não ocorre de forma a levar completamente à morte as espontâneas, mas evitar o seu crescimento por um determinado período, inibindo e reduzindo a competição com a cultura principal (SALTON; HERNANI; FONTES, 1998).

Para que os benefícios da adubação verde sejam alcançados, é necessário selecionar espécies que apresentem como características: elevada produção de biomassa e de sementes com fácil colheita, quando da necessidade de colheita, reprodução e rebrota da espécie; que tenham o ciclo compatível com o sistema de produção; sejam tolerantes ao ataque de insetos, doenças, à seca e a elementos químicos tóxicos presentes no solo, como o alumínio; possuam capacidade de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo e serem efetivas na absorção de nitrogênio atmosférico, como no caso das Fabáceas (FONTANETTI; SANTOS; GALVÃO, 2012).

A liberação dos nutrientes pode ocorrer por meio da decomposição gradual da matéria orgânica por organismos e características do solo, sendo então mineralizada quando do corte e deposição dos resíduos no solo, ou também pode ocorrer durante o cultivo da espécie através de exsudatos radiculares (BUZINARO; BARBOSA; NAHAS, 2009; DELARME LINDA et al., 2010). Porém, é necessário que a liberação dos nutrientes ocorra em sincronia com a necessidade da cultura principal, para auxiliar no aumento expressivo do rendimento das culturas (PADOVAN et al., 2013; PANTALEÃO et al., 2012).

O interesse pela adubação verde está aumentando nos últimos anos, em função do aumento das áreas em agricultura orgânica e do sistema de plantio direto (SPD). Na agricultura orgânica, a adubação verde é utilizada como alternativa ao uso de fertilizantes nitrogenados, incrementando diversidade vegetal e realizando controle de plantas espontâneas, pragas e doenças.

No SPD os adubos verdes são utilizados, principalmente, com a finalidade de cobertura do solo, e podem auxiliar no incremento da fertilidade do solo e manejo de nematóides por meio da adição de matéria orgânica ao solo (AMABILE; CARVALHO, 2006; CARVALHO et al., 2004; DUARTE JUNIOR; COELHO, 2008).

Apesar das vantagens mencionadas, a prática da adubação verde é pouco utilizada pelos agricultores, principalmente durante o verão, pois implica na perda de uma safra da cultura econômica, o que significa menor renda. Vale ressaltar que cerca de 70% dos produtores orgânicos brasileiros possuem pequenas propriedades (até 20 hectares) e dependem basicamente de mão-de-obra familiar (DAROLT, 2002). Neste sentido, o consórcio pode ser uma alternativa para manter a rentabilidade econômica por meio do cultivo simultâneo, na mesma área, de duas ou mais espécies que não compitam pelos fatores de crescimento (BEZERRA et al., 2007)

Os adubos verdes perenes podem ser úteis no sistema de plantio direto ou como cobertura do solo, pois a presença constante da palhada sobre o solo é de extrema importância para a manutenção da umidade e controle das espontâneas. As fabáceas perenes podem ser utilizadas como cobertura viva permanente, em consórcios com espécies de interesse comercial, sendo cortadas constantemente, pois a alta capacidade de rebrota permite a roçada e a recuperação, mesmo após, longos períodos de déficit hídrico (LIMA; TIMOSSI; ALMEIDA, 2014).

A consorciação do milho com os adubos verdes perenes pode ser uma alternativa para a formação de palhada - cobertura do solo, principalmente, em regiões que apresentam dificuldades para o estabelecimento das plantas de cobertura no outono-inverno, em função da baixa precipitação pluviométrica, inviabilizando a rotação de culturas e o estabelecimento de cobertura para o solo (CORREIA; LEITE, 2010). Os adubos verdes perenes podem auxiliar na formação de palhada pelo maior tempo de permanência no sistema e pela capacidade de rebrota (NUNES et al., 2006).

Entre os efeitos benéficos da consorciação do milho com o adubo verde está o aumento da produção de matéria seca, a maior cobertura do solo durante o período de desenvolvimento do milho, a maior eficiência da ciclagem e disponibilização de nutrientes, devido à exploração de diferentes volumes de solo por sistemas radiculares com padrões distintos e a permanência dos resíduos culturais sobre o solo por maior período de tempo (ALVARENGA et al., 1995; FONTANETTI, 2008). Nesse sentido, Matrangolo et al. (2014), ao avaliarem a produção de grãos de milho em consórcio com o feijão-de-porco e o milho em cultivo solteiro sem adubação, constataram maiores produtividades do milho no consórcio.

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). De acordo com Pereira et al. (2011), dentre os diversos fatores que devem ser considerados na definição do consórcio de adubos verdes com o milho, estão: o cultivar de milho, a espécie e a densidade de semeadura do adubo verde.

A época de plantio do adubo verde, visando à consorciação, depende, muitas vezes, do hábito de crescimento. Para as espécies de crescimento determinado, porte baixo a médio, como *Canavalia ensiformis* (L.) DC (feijão-de-porco) e o *Cajanus cajan* L. (guandu-anão) ambos de ciclo anual, o plantio simultâneo ao milho tem sido satisfatório (PERIN et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2010). De acordo com Perin et al. (2007) e Fontanetti (2008), o consórcio do milho com até seis plantas de feijão-de-porco por metro não afeta a produtividade de grãos de milho.

Os sistemas consorciados de culturas de grãos com adubos verdes perenes, também, têm sido muito utilizados na integração lavoura-pecuária. Esse sistema, denominado Santa Fé, proporciona o estabelecimento de pastagens e oferta de alimento para o gado na época seca do ano, além de melhorar a qualidade física e química do solo e produzir palha para o plantio direto (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

## **2.1 Calopogônio, puerária e soja-perene**

O calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), a puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth) e a soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey) são adubos verdes perenes, com a capacidade de incorporar no tecido vegetal o nitrogênio atmosférico, sendo classificadas, também, como forrageiras perenes tropicais (ALMEIDA; MAEDA; FALIVENE, 1979).

O calopogônio, originário da América do Sul e Central, é encontrado no Brasil, mas também há relatos de sua existência na Índia. É uma espécie rústica, com hábito de crescimento trepador que apresenta resistência à seca e moderada tolerância ao sombreamento (SEPROTEC, 2014). Além disso, é tolerante ao alumínio (SANTOS, 2008) e a solos com baixa fertilidade natural, pois pode atingir até 80% do seu potencial de forragem em solos com até 4,0 mg g<sup>-1</sup> de fósforo (COSTA, 2004).

O calopogônio tem baixa capacidade de fornecimento e transferência de N para o sistema solo-planta, pois enquanto a planta absorve (FBN por meio da nodulação com estirpes nativas de *Rhizobium* e absorção radicular do solo) de 250-350 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, a sua transferência para o sistema solo-planta é de cerca de 80-120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N incorporado ao solo e também há competição pelo nutriente no solo entre as plantas em consórcio (COSTA, 2004; FORMENTINI et al., 2008).

Pantaleão et al. (2012) afirmam que, além das espécies de adubos verdes mais conhecidas como a *Crotalaria juncea*, guandu-anão, feijão-de-porco, o calopogônio, também exercem efeitos físicos e químicos (alelopáticos) sobre as plantas espontâneas, em sistemas de rotação e consórcio. As substâncias alelopáticas estão presentes, principalmente, na parte aérea, seguida das raízes, apresentando maior concentração após quatro semanas da emergência (SOUZA FILHO; RODRIGUES; RODRIGUES, 1997).

Correia, Fuzita e Daniel (2012) avaliaram a capacidade do calopogônio em conter a infestação de espontâneas no cultivo do milho, e observaram que no sistema consorciado a infestação de espontâneas reduziu de 73% no cultivo do milho solteiro, para 43% no consorciado.

Em relação à cobertura do solo, realizado pelo calopogônio no cultivo consorciado com bananeira, em uma região de escassez de água, Quaresma et al. (2013) observaram que após 180 dias da semeadura, este adubo verde cobriu 100% do solo e após 360 dias a espécie ainda cobria 40% do solo.

A época de semeadura do calopogônio é importante para evitar a competição com a cultura principal. Fontanetti et al. (2014) observaram que, quando o calopogônio foi semeado simultâneo ao milho, ocorreu competição entre as espécies, o que ocasionou menor estatura das plantas de milho.

MARTUSCELLO et al. (2011) avaliaram a produção de matéria seca do calopogônio em consórcio com a *Urochla decumbens* Stapf., e observaram que o consórcio não favoreceu a produção e massa de matéria seca da braquiária, que acumulou a mesma massa de matéria seca do cultivo exclusivo da poácea sem adubação. No entanto, o calopogônio não competiu com a braquiária pelos fatores de produção e, ao longo do tempo a produção no consórcio pode ser maior, pois a liberação do nitrogênio pela fabácea ocorre de forma prolongada, lenta e gradual.

A puerária é originária da Malásia e Indonésia, espécie herbácea, com crescimento inicial lento e hábito trepador, apresenta resistência à seca, tolerante ao encharcamento (COSTA, 2004; PERIN et al., 2009), ao sombreamento e possui boa adaptação em solos ácidos e com baixa fertilidade (MONTEIRO et al., 2009).

De acordo com Perin et al. (2009), a puerária realiza nodulação com bactérias do gênero *Rhizobium*, podendo incorporar de 100 a 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio ao solo e, no período chuvoso, pode produzir cerca de 6,0 – 8,0 t ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca. Já no período da seca os valores mencionados são de 3,0 – 4,0 t ha<sup>-1</sup> (COSTA, 2004).

Correia e Leite (2010) ao estudarem o consórcio do milho DKB 350 YG com puerária verificaram que, a fabácea não competiu com o milho e incrementou a produção de grãos do cereal. Os mesmos autores destacaram, no entanto, que a puerária não foi capaz de controlar as espontâneas, não diferindo do cultivo do milho solteiro.

A soja-perene é originária da África e foi introduzida no Brasil pelo Instituto Agrônomo (IAC) com o intuito de recuperar solos degradados e ser utilizada em consórcios com forrageiras em pastagens (SEPROTEC, 2014). Apresenta hábito trepador, sistema radicular profundo e vigoroso, capacidade de rebrotar após o corte, elevada resistência à seca e tolerância a salinidade, exige solos com boa fertilidade, podendo produzir de 6,0 – 8,0 t ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca ao ano (CUNHA; MELO; SANTO, 2014) e, fixar cerca de 70 - 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, em seu tecido, porém, a nodulação com o *Rhizobium* nativo, ocorre de forma lenta (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015).

Apesar do crescimento vigoroso, a soja-perene pode apresentar dificuldades para o estabelecimento, pois possui inicialmente desenvolvimento lento. Desta forma, é necessário realizar o controle das plantas espontâneas existente no local, previamente à semeadura deste adubo verde (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2015).

Gama et al. (2013) ao avaliarem o consórcio de estilosantes (*Stylosanthes* cv. Campo Grande), calopogônio e soja-perene com braquiária cv. Basilisk, para a formação de pastagem, verificaram que ao longo de dois anos do consórcio, as fabáceas foram importantes para o acúmulo de massa de matéria seca total (MS) do sistema, que apesar de reduzida, auxiliou na manutenção da produtividade da poácea sem haver a necessidade de adubação nitrogenada. No consórcio do capim

Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) com soja-perene, no entanto, observou-se redução da produção de massa de matéria seca do capim em função da competição (ROSA; CASTRO; OLIVEIRA, 2007).

### **3. NUTRIÇÃO DO MILHO EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES**

Na agricultura, as plantas cultivadas necessitam, em geral, de dezesseis elementos químicos, que são obtidos do ar, água e fertilizantes (orgânicos ou minerais), para o seu pleno desenvolvimento e produção (MARSCHENER, 1995).

Para o fornecimento de nutrientes no sistema orgânico pode ser utilizado composto, fosfatos naturais, cinzas, pós de rocha, esterco, adubos verdes, dentre outras opções (TELHADO, 2007), desde que em consonância com a legislação brasileira (Lei 10.831/2003) (BRASIL, 2003). Alves (2014) explica que a utilização de composto orgânico juntamente com adubos verdes, na área de cultivo, pode trazer benefícios às características químicas e físicas do solo. Pois os adubos verdes são uma fonte enriquecedora de matéria orgânica do solo (MOREIRA et al., 2014).

O nitrogênio (N) é o nutriente mais requerido pelo milho, com quantidades relativamente altas (de 1,5% a 3,5% de N na massa de matéria seca da planta), e a maioria dos solos não possui N suficiente e, em forma disponível para sustentar os níveis de produções desejados (QUEIROZ et al., 2008). O nitrogênio é o principal nutriente exportado pelos grãos, melhorando o seu teor de proteína, e pode afetar a produtividade e qualidade, com grande importância no metabolismo da planta, por constituir proteínas, ácido nucléicos, enzimas, moléculas de clorofilas, entre outros compostos (JAKELAITIS; SILVA; FERREIRA, 2005).

Um solo bem nutrido e com o N disponível para a absorção do milho no início do seu desenvolvimento não acarretará problemas na produtividade de grãos, com espigas maiores e maior número de fileiras de grãos (MOREIRA et al., 2014).

Queiroz et al. (2008) explicam que a utilização de consórcios de culturas econômicas com fabáceas perenes pode ser uma alternativa eficiente, principalmente, para o fornecimento de nitrogênio advindo da FBN. Além disso, essas espécies têm maior capacidade de recuperar a fertilidade do solo devido sua habilidade em absorver água e nutrientes do subsolo, resistindo à seca e produzindo maior massa de matéria seca.

As fabáceas podem fixar elevadas quantidades de nitrogênio atmosférico, a *Mucuna* spp, a *C. juncea* e o feijão-guandu, podem fixar 157, 155 e 280 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente (CASTRO; PREZOTTO, 2008).

A condição nutricional da cultura principal, em relação ao nitrogênio, e a consequente produtividade são fatores que auxiliam na identificação do potencial do adubo verde em suprir a necessidade de nitrogênio da cultura em consórcio ou em sucessão. Porém, ressalta-se que nem todo o nitrogênio fixado pode ficar disponível para a absorção da cultura principal, pois o processo de mineralização e imobilização variam de acordo com os aspectos edafoclimáticos e as espécies envolvidas (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012).

As plantas absorvem o N, preferencialmente, na forma de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), porém, no solo o nitrato pode ser lixiviado devido a sua alta solubilidade e baixa energia de adsorção às partículas do solo, o que compromete o sincronismo entre o N mineral disponível no solo e a cinética de absorção pelas plantas (BASSO; CERETTA, 2000).

Spagnollo et al. (2002), estudando o consórcio do milho com mucuna-cinza, feijão-de-porco, guandu-anão e soja-preta (*Glycine* sp.), ao longo de cinco anos, concluíram que os adubos verdes tendem a auxiliar no suprimento de N na safra seguinte, com acréscimos na fitomassa do milho e consequente, aumento na produtividade. Porém, Costa e Silva (2008) afirmam que devido ao elevado teor de N na fitomassa das fabáceas, essas em consórcio com milho, podem beneficiá-lo no mesmo ciclo, por meio da excreção de compostos nitrogenados, ou por decomposição dos nódulos e raízes durante sua senescência.

A competição entre as plantas, no consórcio, pode ser evidenciada em função do estado nutricional das espécies envolvidas, que consequentemente terá reflexo na produtividade. As exigências nutricionais de cada espécie, bem como os mecanismos e habilidades competitivas podem determinar o sucesso do consórcio.

Collier et al. (2011) verificaram que no consórcio do milho AG30A06 com o feijão-de-porco, não houve diferença para os teores nutricionais (N, P, K, Ca, Mg, S) no milho, enquanto que a fabácea acumulou mais Ca e Mg. Os autores explicam que foi obtida menor quantidade de massa de matéria seca da fabácea devido à competição, e em consequência foi encontrado maior porcentagem de nutrientes, pois com menor massa há menor diluição desses nutrientes.

Mendes et al. (2004) encontraram no consórcio de milho com calopogônio, puerária e *Crotalaria breviflora* os menores teores de N foliar no milho ( $19,50 \text{ g kg}^{-1}$ ) e menor produtividade, em relação ao consórcio com feijão-de-porco e guandu-anão. De acordo com os autores, o calopogônio, a puerária e a *C. breviflora* competiram com o milho pelos fatores de crescimento e produtividade, além de o milho não ter se beneficiado do nitrogênio liberado após o corte das fabáceas.

O fósforo (P), apesar de não ser o nutriente mais requerido pelo milho, sua deficiência pode ocasionar prejuízos à produção, pois ele atua, principalmente, no sistema radicular, como elemento importante no desenvolvimento de plantas (COSTA et al., 2012). A falta de P nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho pode reduzir o número de espigas e, em consequência, reduzir a produção final de grãos (FRANDOLOSO et al., 2010).

O P é um macronutriente com pouca mobilidade no solo, e a sua absorção pode ser prejudicada de acordo com o manejo do sistema (CUNHA et al., 2011). De Maria et al. (1999), Correia e Durigan (2008) e Cunha et al. (2011) explicam que no sistema de semeadura direta sob palhada de resíduos vegetais, como adubos verdes, pode-se encontrar: maior quantidade de P, devido a sua menor mobilidade; redução na sua adsorção por menor contato com os constituintes inorgânicos de solo, devido a não incorporação dos resíduos; o aumento da atividade microbiana e a ciclagem do P - orgânico.

As plantas de cobertura podem auxiliar no aproveitamento do fósforo aplicado em cobertura, com aumento na sua disponibilidade, pois as plantas excretam exsudatos, capazes de liberar óxidos e hidróxidos de ferro no solo, que podem aumentar a disponibilidade do fósforo em solução, como é o caso do feijão-guandu (ALVES, 2014; CORTEZ; FURLANI; SILVA, 2009).

Em sistemas de cultivo sob palhada, como a de adubos verdes, é possível encontrar maior disponibilidade desse nutriente, devido ao fósforo presente nos resíduos vegetais, bem como pela competição pelos sítios de troca no solo realizada pelos compostos orgânicos dos resíduos (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

De acordo com Telhado (2007), na agricultura orgânica é necessário que se tenham fontes adequadas de fósforo que possam suprir as demandas da cultura, pois muitas vezes, o fosfato de rocha utilizado, que apresenta baixa solubilidade, pode não suprir a quantidade desejada do nutriente para as plantas, na solução do solo.

As fabáceas em consórcio tendem a ter maior gasto energético para realizarem a FBN e também elevada exigência em P, o que via exigir, alguma vezes, a adubação com P dessas espécies (QUEIROZ et al., 2008), porém, diversos autores não verificaram tal necessidade. Almeida e Câmara (2011) não realizaram adubação no consórcio do milho com fabáceas, e não obtiveram prejuízos a produção final de grãos. Oliveira et al. (2003) não observaram competição por P nos consórcios de milho com feijão-de-porco e mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy), mesmo sem adubação específica para a fabácea.

O potássio (K) é o terceiro nutriente mais absorvido pelo milho e 30% é exportado pelos grãos, influência na qualidade e peso destes e no número de grãos por espiga (RODRIGUES et al., 2014). O K é importante no metabolismo de carboidratos, como na fotossíntese e respiração, na translocação de metais pesados, na melhoria da qualidade dos produtos e valor nutricional, ocorrendo a translocação das folhas para os grãos (TAKASU et al., 2012).

Esse nutriente possui elevado potencial de ciclagem em solos que sofrem constantes aplicações de resíduos orgânicos, característica importante quando se utiliza adubos verdes. A matéria orgânica adicionada ao solo aumenta a CTC e, conseqüentemente, ocasiona aumento de K no solo, reduzindo as perdas por processos erosivos (COSTA et al., 2009).

Espíndola et al. (2006) no consórcio de bananeiras com as fabáceas perenes (puerária, amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. & W. C. Gregory) e siratro (*Macroptilium atropurpureum* (Sessé & Moc. ex DC.) Urb)) encontraram que o tempo de meia vida do K foi menor que 13 dias, para ambas as espécies, com cortes e deposição ao solo na época de chuva e seca. Essa característica indica a sua rápida taxa de liberação, sendo associada como o K é encontrado nas plantas, na forma iônica, e não participa de estruturas orgânicas (ESPINDOLA et al., 2006; TAKASU et al., 2012).

Existe estreita relação entre o K, Ca (cálcio) e Mg (magnésio), pois teores elevados de aplicação de K, aumentam os teores de Ca e Mg acumulados na planta, enquanto que o aumento de Ca e Mg no solo, reduzem a absorção de K, e o seu teor nas plantas (PRADO et al., 2004; MEDEIROS et al., 2008).

Desta forma, a resposta do milho ao K depende da forma de adubação, do tipo de solo, da saturação na solução do solo em Ca e Mg, de sua concentração no

início do cultivo, da produtividade esperada e, do próprio cultivar de milho (TAKASU et al., 2012).

O Ca e o Mg, na forma de íons, se inter relacionam devido a similaridade do raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, resultando em uma competição pelos sítios de adsorção no solo, e suas conseqüentes absorções pelas raízes (MEDEIROS et al., 2008), pois o excesso de Ca no solo, prejudica a absorção de Mg pelo milho e vice e versa (COSTA et al., 2012).

Salvador, Carvalho e Lucchesi (2011) explicam que o Ca apresenta maior preferência no complexo de troca que o Mg, mas que o milho tem baixa capacidade competitiva pelo nutriente (SILVA et al., 2015). A ciclagem de Ca pode ser realizada com a utilização de adubos verdes, como o feijão-guandu, a *C. juncea* e a *Mucuna aterrina* que realizam de forma eficiente esse processo (CUNHA et al., 2011)

O enxofre (S) em geral apresenta pouca deficiência nutricional em cultivos convencionais, pois os adubos comerciais utilizados possuem em sua base este nutriente, o que aumenta o seu teor no solo (SILVA et al., 2015). Áreas com o incremento de S no solo permitiram aumento na produtividade de grãos de milho (DOMINGUES et al., 2004).

No entanto, em cultivos orgânicos de milho, deve-se ter especial atenção a esse nutriente. Visto que não são utilizados, com frequência, adubos que possuem na sua constituição o enxofre. Além disso, para as fabáceas, o enxofre é requerido nos nódulos para a FBN, dado que este nutriente é um elemento constituinte da nitrogenase, enzima fixadora de N (PAIVA; NICODEMO, 1994). Assim, pode-se inferir que em consórcio, quanto maior for a FBN, maior é a absorção de S pelos adubos verdes, e menos S ficaria disponível para o milho.

## LITERATURA CITADA

AGROSAFRA. Boletim. **Safra 2014/2015. Milho, Trigo, Arroz e Soja**. Disponível em:

<[http://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/images/Comunicacao/noticias/2014/09/01/agrosafra/Agrosafra\\_01\\_09\\_2014\\_clique\\_aqui.pdf](http://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/images/Comunicacao/noticias/2014/09/01/agrosafra/Agrosafra_01_09_2014_clique_aqui.pdf)>. Acesso em: jul. 2015.

ALCÂNTARA, F. A.; BRANCO, M. C.; MELO, P. E.; SANTOS, R. C. **Consórcio de milho com Mucuna anã visando o manejo sustentável do solo em área de agricultura urbana**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 13p. 2005.

ALMEIDA, K. de; CAMARA, F. L. A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia [on line]**, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2011.

ALMEIDA, L. D; MAEDA, J. A.; FALIVENE, S. M. P. Efeitos de métodos de escarificação na germinação de sementes de cinco leguminosas forrageiras. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 9, p. 83-96, 1979.

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, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.

ALVES, E. M. **Produção de milho-verde e grãos consorciados com leguminosas em sistemas de plantio direto orgânico**. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. Histórico da adubação verde. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 23-40. 2006.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p.905-915, 2000.

BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; VIDAL NETO, F. das C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.104-108, 2007.

BRASIL. Lei n.10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 dez. 2003. Seção 1, p.8. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº46, de 6 de outubro de 2011. Dispõe sobre sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 de outubro de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº17**, de 18 de junho de 2014. Dispõe sobre alterações na Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/IN-17.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/IN-17.pdf)>. Acesso em: mar. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Número de Produtores orgânicos cresce 51,7% em um ano**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/03/numero-de-produtores-organicos-cresce-51porcento-em-um-ano>>. Acesso em: mar. 2015.

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

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISAN, E. A.; WILDER, L. do P.; COSTA, M. B. B. da; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S. AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. Ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CARVALHO, M. A. C. de; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1141-1148, 2004.

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, v.39, n.8, p. 779–785, 2004.

CASTRO, A. M. C.; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônômico do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v.1, n.2, p.35-44, 2008.

COELHO, S. P. **Coberturas vegetais no sistema de plantio direto orgânico de milho**. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2014.

COLLIER, L. S.; KIKUCHI, F. Y.; BENÍCIO, L. P. F.; SOUSA, S. A. de. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 306-313, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v. 3 - Safra 2015/16: 5º levantamento. Brasília, p. 1-182, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_11\\_08\\_55\\_08\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_11_08_55_08_boletim_graos_agosto_2015.pdf)>. Acesso em: fev. 2016.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). **Evolução dos cultivares de milho variedade "AL"**. 2014a. Disponível em: <[http://www.cati.sp.gov.br/periodoeleitoral2014/acer-tec2.php?ID=38&cod\\_tp=11](http://www.cati.sp.gov.br/periodoeleitoral2014/acer-tec2.php?ID=38&cod_tp=11)>. Acesso em: maio. 2015.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). **CATI lança a primeira semente orgânica de milho certificada do Brasil em feira nacional de produtos orgânicos**. 2014b. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/new/ultimas.php?ID=709>>. Acesso em: maio. 2015.

CORRÊA, M. L. P. **Cultivo Orgânico de milho em sistemas de plantio direto**. 2009. 115 f. Tese (Doctor Scientiae) – Programa de Pós Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto (SPD). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, p.20-31, 2008.

CORREIA, N. M.; FUZITA, W. E.; DANIEL, B. Cultivo consorciado de milho com amendoim forrageiro e calopogônio e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 575-586, 2012.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B. Cultivo consorciado de milho com Puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb. Benth.)). In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. **Anais...** Ribeirão Preto, 2010.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.277-287, 2009.

COSTA, N. de L. (Editor). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 219 p. 2004.

COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 663-667, 2008.

COSTA, S. E. V. G. de A.; SOUZA, E. D. de; ANGHINONI, I.; FLORES, J. P. C.; ANDRIGUETTI, M. H. distribuição de potássio e de raízes no solo e crescimento de milho em sistemas de manejo do solo e da adubação em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p. 1291-1301, 2009.

COSTA, M. S.; COSTA, Z. V. B. da; ALVES, S. M. C.; FERREIRA NETO, M.; MARINHO, M. J. C. Avaliação nutricional do milho cultivado com diferentes doses de efluente doméstico tratado. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p. 12 - 26, 2012.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I.; DUARTE, J. de O.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Circular Técnica 81. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 17 p, 2006.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MATRANGOLO, W. J. R.; MARRIEL, I. E.; MOREIRA, J. A. A. **Árvore do conhecimento: milho orgânico**. 2010. AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fz5e6zsp02wx5ok0cpoo6agwc2gy1.html>>. Acesso em: jan/2016.

CUNHA, E. DE Q.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D.; FERREIRA, E. P. DE B.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.10, p.1021–1029, 2011.

CUNHA, A. J. da; MELO, B. de; SANTOS, J. C. F. Interferência do cultivo intercalar de leguminosa nas características vegetativas e produtivas do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 24-33, 2014.

DAROLT, M. R. **Agricultura Orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002. 250p.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; Silva, J. S., Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p.625 – 628. 2010.

DEMATTE FILHO, L. C.; MENDES, C. M. I.; KODAWARA, L. M. **Produção de Frango Orgânico: Perspectivas e Realidade**. 2005. Instituto Novos Povos. Disponível em:< <http://inopovos.blogspot.com.br/p/criacaodefrangoorganico.html>>. Acesso em: jan./2016.

DE MARIA, I. C.; NNABUDE, P. C.; CASTRO, O. M. de. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsteram, v.51, p.71-79, 1999.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. **Sistemas de produção em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 5p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 14). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co14.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co14.htm)>. Acesso em: ago. 2016.

DOMINGUES, M. R.; BUZETTI, S.; ALVES, M. C. NATAL SASSAKI. Doses de enxofre e de zinco na cultura do milho em dois sistemas de cultivo na recuperação de uma pastagem degradada. **Científica**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.147-151, 2004.

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.723-732, 2008.

ECOCERT. **Lista de projetos certificados**. 2016. Disponível em: <<http://projetos.ecocert.com/Procurar.php>>. Acesso em: abril 2016.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p.321-328, 2006.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P. de; CHAVES, A. F. Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo. **Revista Verde**, Pombal, v. 7, n. 1, p. 33–38, 2012.

FONTANETTI, A. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. 2008. 84 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FONTANETTI, A.; SANTOS, I. C. dos; GALVÃO, J. C. C. Caracterização do milho orgânico. In: PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A. **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: Instituto Agrônomo / Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012, p. 215-232.

FONTANETTI, A.; MONTEIRO, R. L. G. L.; BONFANTI, L.; FERNANDES, E. M. de S.; PROVIDELLO, A.; NDIAYE, N. C. G. Milho Orgânico em Consórcio com Calopogônio: Produção de Palhada para o Plantio Direto na Entressafra. **Cadernos de Agroecologia** [Online], v. 9, n. 4, 10, p. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Neonotonia wightii (Am.) Lackey**. Rome, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/gbase/data/pf000055.htm>>. Acesso em: jun. 2015.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. INCAPER, Vitória, 28 p., 2008.

FRANDOLOSO, J. F.; LANA, M. do C.; FONTANIVA, S.; CZYCZA, R. V. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.5, p. 686-694, 2010.

GAMA, T. da C. M.; VOLPE, E.; LEMPP, B.; GALDEIA, E. C. Recuperação de pasto de capim-braquiária com correção e adubação de solo e estabelecimento de leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.4, p.635-647, 2013.

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C. **Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do milho**. Circular Técnica 74. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG. 2006.

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 225-230, 2002.

INSTITUTO BIODINÂMICO – IBD. **Clientes e produtos certificados**. 2016. Disponível em: <[http://ibd.com.br/pt/ClientesResultadoPesquisa.aspx?ID\\_CERTIFICADO=0&PRODUTO=milho&CLIENTE=&PAIS=Brasil&ESTADO\\_SIGLA=0&pagina=5](http://ibd.com.br/pt/ClientesResultadoPesquisa.aspx?ID_CERTIFICADO=0&PRODUTO=milho&CLIENTE=&PAIS=Brasil&ESTADO_SIGLA=0&pagina=5)>. Acesso em: fev. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro, p.1-777, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jun. 2015.

INSTITUTO DE PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO – IPD. **Perfil do mercado orgânico brasileiro como processo de inclusão social**. Curitiba, p. 1-47, 2010. Disponível em: <[http://ipd.org.br/upload/tiny\\_mce/arquivos/Perfil\\_do\\_mercado\\_organico\\_brasileiro\\_como\\_processo\\_de\\_inclusao\\_social.pdf](http://ipd.org.br/upload/tiny_mce/arquivos/Perfil_do_mercado_organico_brasileiro_como_processo_de_inclusao_social.pdf)>. Acesso em: abril. 2016.

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

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 39-46, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BACELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. 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 Antonio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38)

LIMA, S. F.; TIMOSSI, P. C.; ALMEIDA, D. P. Interferência de plantas daninhas no desenvolvimento de Fabáceas perenes. **Revista Verde**, Pombal, v 9, n. 4, p. 129 - 136, 2014.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Circular Técnica 22. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG. 2002.

MARSCHENER, H. **Mineral Nutrition of Higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MATEUS, G. P.; WUTKE, E. B. Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 3, n. 1, 15 p., 2006.

MATRANGOLO, W. J. R.; OLIVEIRA, M. F. de; RODRIGUES, B. F.; GOMES, S. X. Aspectos da produção orgânica de milho na região central de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPTÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: **Resumos expandidos**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014.

MARTUSCELLO, J. A.; OLIVEIRA, A. B. de; CUNHA, D. de N. F. V. da; AMORIM, P. L. de; DANTAS, P. A. L.; LIMA, D. de A. Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária cultivado sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.923-934, 2011.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; ROSA, J. D.; ATIBONI, L. C. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Aplico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 04, p.799-806, 2008.

MENDES, F. F.; SANTOS, I. C. DOS; GUIMARÃES, L. J. M.; MIRANDA, G. V.; FONTANETTI, A.; OLIVEIRA, L. R.; SALGADO, L. T. **Efeito do consórcio milho-leguminosas e da aplicação de esterco na produtividade e no estado nutricional do milho em sistema orgânico**. EPAMIG, 2004. Disponível em: <[http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphrase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15](http://www.epamig.br/index.php?option=com_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphrase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15)>. Acesso em: jan. 2014.

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

MONTEIRO, E. M. M.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F. dos; AVIZ, M. A. B. de. Valor nutritivo da leguminosa *Pueraria phaseoloides* como alternativa na suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, 2009.

MOREIRA, J. A. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; LANZA, L. O.; GONÇALVES, A. D. Rendimento de Milho (*Zea mays*) em Sucessão a diferentes Adubos Verdes em Sistemas Orgânicos de Produção de Grãos. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 30, 2014, Salvador.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S.; JERÔNIMO JÚNIOR, P. R. M. Características agrônômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 27, n.1, p.223-227, 2003.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida- Tecnologia EMBRAPA: Consorciação de Milho com leguminosas**. Circular Técnica 88. ISSN 1678-9636. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, 16 p, 2010.

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

PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M. L. F. **Enxofre no sistema solo-planta-animal**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 45 p. EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 56.

PANTALEÃO, P. S.; LACA-BUENDÍA, J. P.; BRITO, L. F., GODINHO, N. C. A.; BERNARDES5, A. de G. Supressão de plantas daninhas pela cobertura com adubos verdes em solo de cerrado. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.9, p. 30-43. 2012.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.911-920, 2008.

PEREIRA, L. C.; FONTANETTI, A.; BATISTA, J. N.; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciado com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta v.6, p. 191-200, 2011.

PEREIRA, N. D.; SOARES, I. PEREIRA, E. S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de nos agroecossistemas. **Revista Verde**, Pombal, v. 7, n. 5, p. 36-40, 2012

PERIN, A.; BERNARDO, J. T.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B. de. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 903-908, 2007.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; TEIXEIRA, M. G. G.; BUSQUET, R. N. B. Desempenho de bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1511-1517, 2009.

PRADO, R. de M.; BRAGHIROLI, L. F.; NATALE, W.; CORREA, M. C. de M.; ALMEIDA, E. V. de Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 02, p. 295-299, 2004.

QUARESMA, M. A. L.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; COSTA, E. C.; ERLACHER, W. A. Leguminosas herbáceas perenes como plantas de cobertura de solo para cultivo de bananeiras em um Luvissole na Caatinga. **Cadernos de Agroecologia** [Online], v. 8, n. 2, 5, p. 2013.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G.; GALVÃO, J. C. C. Cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 409-415, 2008.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L. de; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de.; RIBEIRO, R. L. D. **Adubação verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico**. Seropédica, RJ, dez. 2002. (Comunicado Técnico 54).

RODRIGUES, M. A. de C.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.2, p.127–133, 2014.

ROSA, S. R. A. da; CASTRO, T. A. P.; OLIVEIRA, I. P. de. Análise de crescimento em Capim-Tanzânia nos sistemas de plantio solteiro e consórcio com leguminosas. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia v. 8, n. 2, p. 251-260, 2007.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org). **Sistema Plantio Direto. O produtor, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa – SPI; Dourados: Embrapa – CPAO, 1998. 248 p.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SANTOS, L. C. **Crescimento inicial de leguminosas forrageiras tropicais inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.

SÃO PAULO (ESTADO). Governo do Estado. Secretária de Agricultura e Abastecimento. **Secretaria de Agricultura lança a primeira semente orgânica de milho do Brasil**. São Paulo. 2014. 4p. Disponível em: <<http://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/3109-secretaria-de-agricultura-lanca-a-primeira-semente-organica-de-milho-do-brasil?format=pdf>>. Acesso em: jun. 2015.

SEPROTEC, 2014. **FORAGEIRAS PERENES.** Disponível em: <<http://www.seprotec.com.br/sementes/forageiras-perenes.html>> Acesso em: jun. 2015.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 78-85, 2008.

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FREITAS, M. A. M. de; SILVA, A. A. da; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R. ; CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, p.1394-1400, 2015.

SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Potencial alelopático de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasoras de pastagens. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 53-60. 1997.

SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 417-423, 2002.

TAKASU, A. T.; HAGA, K. I.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVES, C. J.; GOES, R. j. Produtividade da Cultura do Milho em Resposta a Adubação Potássica. In. Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29. 2012, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia**, 2012, p. 1691-1697.

TELHADO, S. F. P. **Desempenho e produtividade de milho, em consórcio com adubos verdes em sistema orgânico de produção.** 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em agronomia. Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

## **CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE PALHADA DE MILHO ORGÂNICO E SUPRESSÃO DE ESPONTÂNEAS EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES PERENES**

### **1. Resumo**

Para a agricultura orgânica, o consórcio do milho com adubo verde perene é uma opção para promover a cobertura do solo, controlar as espécies espontâneas, ciclar nutrientes do solo e fixar o nitrogênio atmosférico. A escolha e o manejo dos adubos verdes em consórcio com o milho devem seguir critérios técnicos para evitar a competição entre as culturas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, a produtividade de grãos e de palhada do milho e a supressão de espontâneas em cultivo consorciado com adubos verdes perenes semeados em duas épocas de desenvolvimento do milho. O experimento foi realizado na safra de 2014/2015, na UFSCar/Araras-SP, em blocos casualizados no esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ , com quatro repetições. O 1º fator foi constituído por três espécies de adubos verdes perenes, calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey); o 2º fator foram duas épocas de semeadura dos adubos verdes, estádios V4 (quatro folhas expandidas) e VT (pendoamento) do milho, e o tratamento adicional (milho em cultivo solteiro). As avaliações no milho foram: altura (ALT); diâmetro (DIA); área foliar específica (AFE); índice de área foliar (IAF); massa de matéria seca do colmo (MSC), das folhas (MSF) e total (MST); índice de clorofila

Falker (ICF); nº de folhas acima da espiga superior (FAE); estande final de plantas (EF); prolificidade (PROL); número de fileiras por espiga (NFE); número de grãos por fileira (NGF); produtividade de grãos (PROD) e peso médio de 100 grãos (P100). As avaliações nos adubos verdes foram: massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA); massa de matéria seca total do consórcio milho/adubos verdes (MSTC) e porcentagem de cobertura do solo (PC). E foi avaliada a massa da matéria seca das plantas espontâneas (MSE). A maior produção de MSA e PC foi encontrada quando a semeadura dos adubos verdes ocorreu no V4 do milho, sendo o consórcio milho/calopogônio com maiores valores, 1002,00 kg ha<sup>-1</sup> de MSA e 35,63% de PC. O maior EF, também ocorreu com a semeadura no V4 (69.814 plantas ha<sup>-1</sup>), mas o maior P100 ocorreu no VT (32,89 g). Não houve diferença significativa para todas as outras variáveis estudadas. A produtividade média de grãos foi de 9,04 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que a MSTC foi de 7,0 t ha<sup>-1</sup>. Assim, o calopogônio foi a espécie que obteve a maior produção de MSA e PC quando em consórcio com o milho. Os adubos verdes perenes não foram eficientes para o controle das plantas espontâneas e não interferiram no crescimento, desenvolvimento e produtividade de grãos do milho. A produção de MSTC não foi influenciada pelos adubos verdes, sendo a produção de palha do milho em cultivo solteiro e nos sistemas consorciados foi superior a 6,0 t ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-Chave:** Épocas de plantio, *Zea mays* L., *Calopogonium mucunoides* (Desv.), *Pueraria phaseoloides* Roxb. (Benth) e *Neonotonia wightii*. (Wight & Arn) Lackey.

## 2. Introdução

A atividade econômica predominante em 41,7% das propriedades orgânicas brasileiras é a pecuária (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009). Esse fato ressalta a necessidade da produção de milho em sistema orgânico, uma vez que 60 a 80% desse cereal são destinados à alimentação dos animais, afirmam Cruz et al. (2006).

A legislação brasileira vigente estabelece que a alimentação destes animais deva ser oriunda da própria unidade de produção ou de outro local sob manejo orgânico e caso haja escassez ou em condições especiais, será permitida a utilização de alimentos não-orgânicos na proporção da ingestão diária, com base na

massa de matéria seca, de até 15% para animais ruminantes e de até 20% para animais não ruminantes (BRASIL, 2011).

No Brasil, não há regularidade na produção de milho orgânico (COELHO, 2014), o que gera baixa oferta e elevada demanda. Esse fato, aliado ao elevado preço dos componentes da ração de origem orgânica, justifica o preço superior do quilo da ração produzida nesse sistema, que chega a ser, aproximadamente, 70% mais caro que a ração convencional (DEMATTE FILHO et al., 2005).

Assim, um dos maiores desafios para a consolidação das cadeias de produção de aves, suínos e bovinos, em sistemas orgânicos, é a produção regular de milho orgânico. Porém, várias barreiras técnicas e científicas, como a nutrição, pragas e doenças, qualidade dos grãos e sementes, além do manejo das plantas espontâneas, dificultam o aumento da produção deste cereal no Brasil.

Uma das principais críticas feitas aos sistemas atuais de produção orgânica de grãos é o demasiado revolvimento do solo, visto por muitos como um contra senso às premissas da agricultura orgânica, que estabelece o uso adequado e a redução, ao mínimo, de todas as formas de contaminação do solo, da água e do ar, além do incremento na atividade biológica do solo (BRASIL, 2003).

O revolvimento do solo, prática constante, entre os produtores de grãos orgânicos, para o controle e manejo das plantas espontâneas, acelera o processo de degradação, desequilibram as características físicas, químicas e biológicas, o que afeta, progressivamente, o potencial produtivo dos solos (STEFANOSKI et al., 2013).

Somam-se a essas dificuldades, o cultivo sucessivo de milho na mesma área agrícola, comumente adotado pelos agricultores, em função da rentabilidade, da disponibilidade de maquinário ou logística e, no caso da região noroeste do estado de São Paulo, há ainda dificuldade no estabelecimento das plantas de cobertura no outono-inverno, devido à baixa precipitação pluviométrica (CORREIA; LEITE, 2010), o que pode inviabilizar a rotação de culturas.

O consórcio entre plantas é uma alternativa para fornecer palhada, reduzir os efeitos da mobilização do solo no sistema produtivo, sem prejudicar a cultura principal, e ainda manter a rentabilidade econômica. Isso é possível com o plantio simultâneo, na mesma área, de duas ou mais espécies que não estabeleçam competição pelos fatores de crescimento (BEZERRA et al., 2007).

A escolha e o manejo dos adubos verdes, em consórcio com o milho, devem seguir critérios técnicos para evitar a competição. É importante que tenham características botânicas e fisiológicas diferentes do milho e devem adaptar-se a condição edafoclimática local, bem como, a finalidade de produção (cobertura do solo, pastagem, silagem, entre outros) (PANTALEÃO et al., 2012; PADOVAN et al., 2013).

O consórcio, também, pode ser uma alternativa para o manejo das plantas espontâneas, e para isso, é necessário utilizar espécies que ocupem rapidamente o solo e produzam elevada massa de matéria seca. O cultivo do milho, em consórcio com adubos verdes, em especial com as fabáceas, é muito utilizado, pois além de ter a produção dos grãos pelo milho, os adubos verdes podem aumentar a cobertura do solo durante o desenvolvimento do milho, além da fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada por estas espécies (BORGHI; CRUSCIOL, 2007).

Desta maneira, objetivou-se com este trabalho avaliar as características agronômicas e a produtividade de grãos e de palhada de milho orgânico em consórcio com adubos verdes perenes semeados em diferentes estádios fenológicos do milho, bem como o desenvolvimento e produção de massa seca dos adubos verdes e seu potencial para o controle das plantas espontâneas no consórcio.

### **3. Material e Métodos**

#### *3.1 Delineamento Experimental*

O experimento foi realizado na safra 2014/2015, em área experimental do Departamento de Desenvolvimento Rural (DDR), no Centro de Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), localizada na cidade de Araras-SP. O local tem latitude 22°18'S e longitude 47°23'W, e está a 707 metros acima do nível do mar (PERES et al., 2013). O clima é classificado como Cwa, mesotérmico com verões quentes e úmidos e invernos secos (KÖPPEN, 1948). Os dados climatológicos dos meses de condução do experimento (dezembro a julho de 2015) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ); precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e média observados durante os meses de condução do experimento. Araras/SP, 2014/2015.

Meses	Radiação ( $\text{MJ m}^{-2}$ )		Precipitação (mm)		Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	Total	Média	Total	Média	Mín	Máx	Média
dez/14	631,9	20,4	218,6	7,0	18,4	31,0	24,7
jan/15	691,3	22,3	121,8	3,9	19,9	33,3	26,6
fev/15	557,6	19,9	245,4	8,7	18,6	30,7	24,6
mar/15	513,4	16,6	173,4	5,6	18,1	28,7	23,4
abr/15	544,4	18,1	11,2	0,4	16,2	29,9	23,1
mai/15	405,2	13,1	67,0	2,2	14,1	25,8	20,0
jun/15	404,0	13,0	26,2	0,9	13,6	25,3	19,5
jul/15	355,4	11,5	12,1	0,4	13,8	24,9	19,3

Fonte: Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental/UFSCAR, Araras, SP.  
 $\text{MJ m}^{-2}$  = megajoule por metro quadrado; mm = milímetro;  $^{\circ}\text{C}$  = grau Celsius.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ , com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por três espécies de adubos verdes perenes: calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.); puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey.). O segundo fator por duas épocas de semeadura dos adubos verdes, de acordo com o estágio fenológico do milho, no estágio V4 (quatro folhas expandidas) aos 20 DAE (dias após a emergência do milho) e no VT (pendoamento do milho) aos 57 DAE, e um tratamento adicional, representado pelo milho em cultivo solteiro.

A parcela experimental foi formada por cinco linhas de milho, variedade AL Avaré orgânico, com o comprimento de cinco metros, espaçadas entre si por 0,90 m, totalizando  $18 \text{ m}^2$  de área interna da parcela, sem considerar a bordadura. E para as avaliações foram consideradas as três linhas centrais (área útil), com área de  $9 \text{ m}^2$  (FIGURA 1).

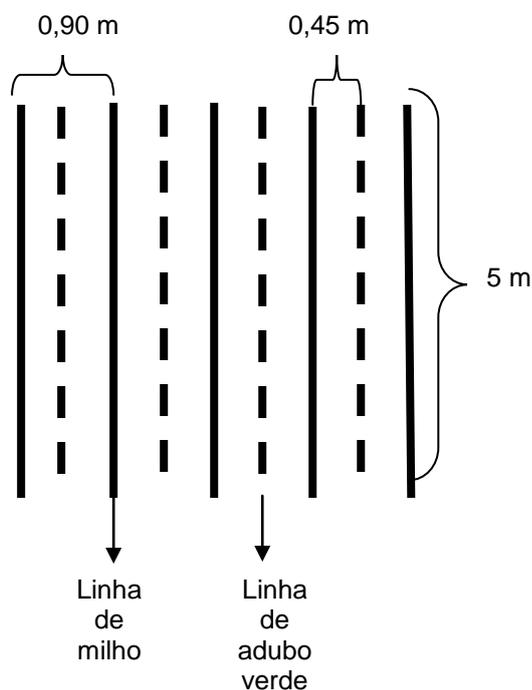


Figura 1. Esquema da parcela experimental com o comprimento e espaçamento das linhas de milho e dos adubos verdes. Araras/SP, safra 2014/15.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013). Para a caracterização química foram coletadas 10 sub amostras, para a composição de uma amostra composta nas profundidades de 0 – 0,10; 0,10 – 0,20; 0,20 - 0,30 m, de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (1997). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas do CCA/UFSCar, para a determinação das características químicas. Os resultados estão descritos na Tabela 2.

O preparo do solo foi realizado com duas operações de gradagem (grade aradora e niveladora) sem a realização da calagem. Em seguida foram abertos os sulcos para o plantio do milho com semeadora adubadora e os sulcos das entrelinhas para a semeadura dos adubos verdes foram feitos manualmente com enxada.

Tabela 2. Características químicas do solo e do composto orgânico. Araras/SP, safra 2014/15.

Solo													
Profundidade	P resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V			
	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----					%		
0-10	18,0	27,0	5,4	4,3	28,0	10,0	22,0	41,5	63,5	65,0			
10-20	15,0	20,0	5,6	5,3	29,0	10,0	22,0	42,7	64,7	66,0			
20-30	9,0	23,0	5,6	5,0	25,0	8,0	24,0	37,5	61,5	61,0			
Composto orgânico comercial													
Umidade	MO	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	pH
----- %-----	-----mg cm <sup>-3</sup> -----											H <sub>2</sub> O	
37,40	22,58	113,97	11,31	11,90	1,17	6,90	0,52	4,36	0,06	0,49	0,45	0,67	8,0

FONTE: Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas do CCA/UFSCar.

A adubação de plantio foi definida para atender a produtividade de grãos esperada de 6,0 – 8,0 t ha<sup>-1</sup> (COELHO, 2006). Utilizou-se composto orgânico comercial Visafertil<sup>®</sup>, na dose de 9,2 t ha<sup>-1</sup> (peso do composto seco), aproximadamente 10,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para suprir a necessidade do milho em nitrogênio de 120,00 kg ha<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997), desta maneira, foram aplicados 288,90 e 149,53 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, de acordo com as características químicas do composto (TABELA 2). A dose de composto orgânico é semelhante às recomendadas de diversos autores para a produção de milho em sistema orgânico (CORREA et al., 2011; FONTANETTI et al., 2006). O composto foi distribuído na superfície do solo ao lado da linha de semeio do milho, no mesmo dia da semeadura.

### 3.2 Condução do Experimento

#### 3.2.1 Semeadura do milho e dos adubos verdes

A semeadura do milho foi realizada no dia 17 de dezembro de 2014, de forma manual, nos sulcos, na densidade de dez sementes por metro, a uma profundidade de 3 cm e em linhas com espaçamento de 0,90 m, visando à população final de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup> (MATRANGOLO et al., 2014). Após a emergência não foi realizado o desbaste.

De acordo com Almeida, Maeda e Falivene (1979) e Monteiro et al. (2009), os adubos verdes perenes utilizados nesse experimento, apresentam dormência. Assim, no dia anterior a semeadura, as sementes foram imersas em água deionizada à 80°C por cinco minutos, conforme metodologia modificada de Almeida, Maeda e Falivene (1979); Neves (2007); Almeida et al. (2014). Em seguida, as sementes foram secas à sombra em temperatura ambiente, e semeadas nos estádios fenológicos do milho V4 aos 20 DAE e VT aos 57 DAE, conforme os tratamentos.

A semeadura dos adubos verdes foi realizada de forma manual, nas entrelinhas de plantio do milho, com espaçamento de 0,45 m, entre a linha de milho e a linha de adubo verde (entrelinhas de cultivo do milho) (FIGURA 1). A taxa de semeadura dos adubos verdes foi calculada de acordo com o valor cultural de cada forrageira, sendo: valor cultural = (% pureza x % germinação) / 100 (CECCON, 2015). Os valores de pureza e germinação foram obtidos na descrição das embalagens das sementes, exceto para o lote da puerária, pois nesse havia maior quantidade de sementes imaturas. Portanto, as densidades foram: 21 sementes m<sup>-1</sup> de calopogônio; 60 sementes m<sup>-1</sup> de puerária e 30 sementes m<sup>-1</sup> da soja-perene.

Anterior a semeadura dos adubos verdes, nas parcelas de milho consorciado foram realizadas duas capinas, sendo a primeira somente nos tratamentos com semeadura dos adubos verdes no V4 e a segunda somente nas parcelas com a semeadura em VT.

No estágio V2-V3 do milho (duas a três folhas expandidas) foi necessária a aplicação de 0,5 L ha<sup>-1</sup> (16,80 g ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo) do inseticida biológico comercial DIPEL WP<sup>®</sup> (*Bacillus thuringiensis* var. kurstaki), pois identificou-se o ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), acima do nível de dano econômico.

### 3.2.2 Colheita

A colheita das espigas ocorreu no estágio R6, quando a umidade dos grãos estava entorno de 17-21%, aos 162 DAE, sendo realizada nas três linhas centrais (área útil) de cada parcela. Com as plantas de milho em senescência e os adubos verdes na fase de enchimento de grãos, presença de vagens.

### 3.2.3 Avaliações

No estágio R1/R2 do milho, fase de grão leitoso, avaliaram-se as características do milho: altura (m), diâmetro (cm), área foliar específica ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ), índice de área foliar ( $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$ ), massa de matéria seca do colmo, folhas e total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), índice de clorofila Falker e número de folhas acima da espiga superior. No estágio R5 (grão farináceo), avaliaram-se a massa de matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e porcentagem de cobertura (%) pelos adubos verdes, a massa de matéria seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) das plantas espontâneas e a massa de matéria seca total dos consórcios milho/adubos verdes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), de acordo com a metodologia modificada de Fontanetti et al. (2014).

Na colheita, estágio R6, foram avaliados os componentes de produção do milho: estande final de plantas ( $\text{plantas ha}^{-1}$ ), prolificidade, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, produtividade dos grãos ( $\text{t ha}^{-1}$ ) e peso médio de 100 grãos (g).

As avaliações ocorreram na área útil de cada parcela, nas três fileiras centrais para o milho e nas duas entrelinhas centrais, para os adubos verdes e plantas espontâneas. As análises do índice de área foliar, área específica e massa de matéria seca do milho, no estágio R1/R2, por se tratar de uma análise destrutiva foram realizadas na primeira e quinta linhas de milho de cada parcela (área de bordadura).

#### 3.2.3.1 Altura (ALT)

A avaliação da altura das plantas de milho, em m, foi efetuada em 10 plantas aleatórias por parcela, com o auxílio de uma régua graduada em 3 m, medindo-se da base das plantas, no solo, até a inserção da última folha completamente desenvolvida (CAVALIERI et al., 2012; LÁZARO et al., 2013; LIMA et al., 2012).

#### 3.2.3.2 Diâmetro (DIA)

A avaliação do diâmetro das plantas de milho, em cm, ocorreu em 10 plantas aleatórias, com o auxílio de um paquímetro digital, no segundo internódio expandido de cada planta (adaptado de FIORENTIN et al., 2012; LÁZARO et al., 2013).

### 3.2.3.3 Área Foliar Específica (AFE) e Índice de Área Foliar (IAF)

As avaliações referentes à área foliar, mensurações destrutivas, foram realizadas coletando no campo duas plantas de milho por parcela. As folhas foram separadas do colmo e submetidas ao Leitor Fotoelétrico de Área Foliar portátil LI 3000C (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA), para a obtenção da Área Foliar Total (AFT) por planta (GALVANI et al., 2000; SANGOI et al., 2011).

Após a determinação da AFT, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de secagem com circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante. O cálculo da Área Foliar Específica (AFE) foi realizado por meio da divisão da média da AFT das duas plantas, pela média da massa de matéria seca das folhas (MSF), expressa em  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  (GOBBI et al., 2011).

O Índice de Área Foliar (IAF,  $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$ ) foi obtido pela divisão entre a média da AFT das duas plantas e área ocupada por cada planta no campo (90 x 20 cm) (adaptações de GALVANI et al., 2000; SANGOI et al., 2011; WATSON, 1952).

### 3.2.3.4 Massa de Matéria seca do milho (massa de matéria seca do colmo – MSC; das folhas - MSF; total - MST)

Foram coletadas duas plantas por parcela, sendo as mesmas utilizadas para a avaliação da área foliar, e separadas em colmo e limbo foliar. As partes vegetais das duas plantas foram acondicionadas em sacos de papel, separas (folhas e colmo). Os sacos foram colocados para secagem em estufa com ventilação forçada de ar a  $\pm 65$  °C, até atingirem peso constante. Em seguida, foram determinadas as massas de matérias secas do colmo - MSC, das folhas - MSF e a total - MST (somatório das massas secas do colmo e folhas) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), através da pesagem em balança analítica (adaptado de OLIVEIRA, 2010).

### 3.2.3.5 Índice de clorofila Falker (ICF)

O índice de clorofila Falker, foi determinado com o clorofilômetro eletrônico da marca ClorofiLOG modelo Falker CFL1030 (FALKER, 2015) na folha oposta e abaixo da espiga em cinco plantas aleatórias por parcela, nas três linhas centrais.

Realizaram-se duas leituras por folha, (uma de cada lado da nervura) no segundo terço do comprimento, a partir da base da folha, e a 1 cm das margens da folha (adaptado de ARGENTA et al., 2003; BASI, 2013; SEREIA et al., 2011). A média de cada leitura obtida no aparelho foi a média de duas leituras, de acordo com a calibragem do clorofilômetro. Ao final, foi calculada a média das leituras por parcela (NASCIMENTO, 2012).

### 3.2.3.6 Número de folhas acima da espiga superior (FAE)

Foi realizada a contagem do número de folhas desenvolvidas acima da primeira espiga de cinco plantas na área útil de cada parcela (HANASHIRO; MINGOTTE; FORNASIERI FILHO, 2013).

### 3.2.3.7 Porcentagem de cobertura do solo pelos adubos verdes (PC)

A análise foi realizada pelo “método de intersecções”, que consistiu na utilização de um quadro de madeira ( $0,25 \text{ m}^2$ ) com uma rede de barbantes espaçados regularmente, formando 25 quadrados de  $0,10 \times 0,10 \text{ m}$ . O quadro foi lançado aleatoriamente sobre a vegetação (espontâneas e adubos verdes), nas duas entrelinhas centrais de cada parcela, realizando três amostras por parcela (FAVERO et al., 2001).

A interseção entre dois barbantes perpendiculares (quadrados) definiu um ponto e representa uma área. Assim, contou-se o número de intersecções que estavam sobre os adubos verdes, sendo que o somatório desses pontos representa a porcentagem de cobertura (área ocupada pelos adubos verdes) em relação ao total de intersecções (25) do quadrado (FAVERO et al., 2001).

### 3.2.3.8 Massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA), das plantas espontâneas (MSE) e massa de matéria seca total dos consórcios milho/adubos verdes (MSTC)

Foram coletadas três amostras da parte aérea dos adubos verdes e espontâneas, utilizando um gabarito com de  $0,0625 \text{ m}^2$  de área, por parcela (CORREA et al., 2011; FINHOLDT et al., 2009). As amostras foram levadas para a estufa com ventilação forçada de ar à temperatura de  $65^\circ\text{C}$  até atingirem peso

constante. Para determinar a massa de matéria seca total do consórcio somou-se a massa da matéria seca produzida pelo milho com a massa da matéria seca produzida pelos adubos verdes, com valores apresentados em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

#### 3.2.3.9 Estande final de plantas (EF)

Realizou-se a contagem do número de plantas eretas, acamadas e, ou, quebradas anterior a colheita dos grãos. O estande final foi determinado utilizando apenas o número de plantas eretas, sendo os dados extrapolados para hectare.

#### 3.2.3.10 Prolifidade (PROL)

Após a colheita, foi contabilizado o número total de espigas, de cada parcela experimental. A prolifidade (PROL) ou índice de espigas foi determinado pelo quociente da divisão do número de espigas totais pelo estande final de plantas.

#### 3.2.3.11 Número de fileiras por espiga (NFE) e número de grãos por fileira (NGF)

Após a colheita, foram selecionadas aleatoriamente dez espigas de cada parcela para a determinação do número de fileiras da espiga (NFE), contando-se todas as fileiras. Em seguida, foi realizada a contagem dos grãos de todas as fileiras (NGF) dessas espigas (LIMA et al., 2012). Os dados foram apresentados em média.

#### 3.2.3.12 Produtividade (PROD)

A produtividade dos grãos foi determinada após debulha, pesando todos os grãos por parcela, em balança semi-analítica. Após pesagem, realizou-se a determinação da umidade dos grãos de três amostras de, aproximadamente, 100 g cada uma, por parcela, utilizando o determinador de umidade de grãos digital G 650 Gehaka (GEHAKA, 2015). O peso dos grãos foi corrigido para 13% de umidade e apresentado em  $\text{t ha}^{-1}$ .

### 3.2.3.13 Peso médio de 100 grãos (P100)

O peso de 100 grãos, em g, foi determinado pesando três amostras de cada parcela, com peso final corrigido para 13% de umidade.

### 3.3 Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias dos tratamentos consórcios milho/adubos verdes foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. E as médias dos consórcios do milho/adubos verdes com o cultivo solteiro do milho, foram comparadas pelos contrastes entre as médias pelo teste F a 5%.

As análises foram realizadas no software SISVAR para Windows versão 4 (FERREIRA, 2000).

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 Avaliações no estádio R1/R2

As variáveis (altura de plantas (ALT), diâmetro do colmo (DIA), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF), massa de matéria seca do colmo (MSC), das folhas (MSF) e total (MST), índice de clorofila Falker (ICF) e folhas acima da espiga superior (FAE)) não apresentaram diferenças entre os sistemas consorciados, quanto aos adubos verdes e épocas de semeadura (APÊNDICE 1A). Também não foram observadas diferenças entre os contrastes das médias dos tratamentos consórcios milho/adubos verdes com o cultivo solteiro do milho (APÊNDICE 1B).

O índice de área foliar (IAF) encontrado neste trabalho, para os tratamentos consórcios milho/adubos verdes e cultivo do milho solteiro (3,4) está abaixo do valor recomendado. Segundo Lauer, Roth e Bertram (2004), o milho, em geral, deve alcançar o IAF entre 4,0 e 5,0, até o florescimento, para otimizar o seu desempenho agrônomo.

O baixo IAF em cultivos com baixa densidade populacional de plantas aumenta o risco de redução da interceptação solar, pois o milho não perfilha e tem

baixa capacidade de incremento no número e tamanho das folhas (MADONNI; OTEGUI; CIRILO, 2001; PIANA et al., 2008).

O menor IAF pode estar associado à densidade de plantas, pois maiores densidades de plantas de milho podem reduzir a área foliar das plantas (SANGOI et al., 2011). Para variedades de milho, em função da arquitetura da planta, a população recomendada é de 45.000 a 55.000 plantas ha<sup>-1</sup> (BALBINOT JUNIOR et al., 2007). Nesse trabalho, utilizou-se a população de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>, fato que pode ter estimulado a competição intra específica.

Outra hipótese para explicar esse resultado é uma possível deficiência hídrica durante o cultivo do milho. A deficiência hídrica limita a expansão das folhas mais jovens e acelera a senescência das mais velhas (SCHUSSLER; WESTGATE, 1994). Porém, descarta-se a possibilidade de competição entre os adubos verdes e o milho, pois não foi obtida diferença significativa entre as médias.

O número de folhas acima da espiga (FAE) influencia diretamente a produtividade dos grãos, uma vez que cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são provenientes das folhas localizadas na parte superior do colmo, sendo responsáveis pelo fornecimento de metabólitos aos órgãos e tecidos da parte apical (ALVIM et al., 2010). O fato de não ter ocorrido diferenças entre os cultivos consorciados e o milho solteiro para o número médio de folhas acima da espiga, que foi em torno de 6,1, indica que, provavelmente, não houve competição entre os adubos verdes e o milho.

A quantidade de folhas, o tamanho, a arquitetura foliar, o arranjo do dossel e o estágio fenológico da cultura, podem interferir no potencial fotossintético do milho (ALVIM et al., 2010), através da medida indireta de clorofila total por meio do índice de clorofila Falker (ICF). Medida esta, que também está envolvida na acumulação de carboidratos, através da transformação da energia luminosa em energia química pela realização de fotossíntese. Assim, uma possível competição estabelecida entre as plantas de milho e entre o milho e os adubos verdes, poderia ter alterado a diferença na leitura deste índice, o que não foi observado.

Leschewitz et al. (2012) encontraram média de 54,5 para o ICF em variedades crioulas, abaixo de 58,0, valor encontrado neste trabalho, e que dependendo do genótipo e manejo, este índice pode ser associado a quantidade de

nitrogênio foliar. Já Argenta et al. (2003) afirmam que índices abaixo de 58,0 na fase de espigamento, podem indicar insuficiência de nitrogênio.

#### 4.2 Avaliações no estágio R5

As análises de variâncias para a massa de matéria seca (MSA) e porcentagem de cobertura do solo (PC) pelos adubos verdes revelaram efeito significativo da interação adubos verdes e épocas de semeadura (A x S) (APÊNDICE 2A).

O calopogônio destacou-se com a maior produção de massa de matéria seca em relação aos demais adubos verdes, quando semeado no estágio V4 do milho (TABELA 3). No entanto, o mesmo não se repetiu, quando a espécie foi semeada no estágio VT do milho. Nessa época, não houve diferença na produção de massa de matéria seca entre os adubos verdes (TABELA 3).

A maior quantidade de massa de matéria seca do calopogônio quando semeado no estágio V4, pode estar associada com a maior umidade nessa época devido à pluviosidade, além do maior tempo, o que podem ter favorecido o seu desenvolvimento, pois esta espécie apresenta baixa resistência à seca (COSTA, 2004).

Tabela 3. Médias da massa de matéria seca (MSA) e da porcentagem de cobertura do solo (PC) para os adubos verdes, semeados nos estádios fenológicos V4 e VT do milho. Araras/SP, 2014/15.

ADUBOS VERDES	MSA (kg ha <sup>-1</sup> )				PC (%)			
	V4		VT		V4		VT	
Calopogônio	1002,00	aA	257,60	bA	35,63	aA	11,76	bA
Puerária	278,80	aB	62,40	aA	19,70	aB	7,40	bA
Soja perene	161,60	aB	81,20	aA	14,53	aB	4,96	bA
CV (%)	60,54				32,68			

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fontanetti et al. (2014), avaliando o cultivo consorciado do milho com calopogônio, na mesma área experimental desse trabalho, na safra de 2013/2014, observaram a produção de 260 kg ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca quando o

calopogônio foi semeado 35 DAE do milho (estádio V4) e 1.410 kg ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca quando o calopogônio foi semeado simultâneo ao milho. Os autores destacaram que a diferença na massa de matéria seca ocorreu em função do maior tempo de desenvolvimento e crescimento do adubo verde.

Pantaleão et al. (2012), comparando o cultivo dos adubos verdes *Crotalaria juncea*, milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy) e calopogônio, ambos em cultivo solteiro, observaram que apesar de ter acumulado 1.300 kg ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca aos 93 DAP (dias após plantio), valor superior ao deste trabalho, 1.002 kg ha<sup>-1</sup>, o calopogônio foi a espécie que apresentou a menor produção em relação aos demais adubos verdes estudados.

Para a variável porcentagem de cobertura do solo (PC) pelos adubos verdes, o maior valor foi observado para o calopogônio semeado no estágio V4 do milho, com cerca de 36% (TABELA 3). A cobertura do solo realizada por adubos verdes perenes também foi tratada por Quaresma et al. (2013), os quais encontraram resultados semelhantes a este trabalho, com o calopogônio apresentando maior taxa de cobertura do solo quando comparado com a puerária.

Fontanetti et al. (2014) encontraram valor de PC pelo calopogônio, quando semeado no estágio V4 e simultâneo ao milho de 52 e 93%, respectivamente, valores superiores aos observados neste trabalho. Teodoro et al. (2011), ao estudarem diversos adubos verdes, dentre eles o calopogônio, a soja perene, a puerária, o amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* Krapov. & W. C. Gregory) e o estilosantes (*Stylosanthes* cv. Campo Grande) em cultivo solteiro, verificaram que o calopogônio, o amendoim forrageiro e a puerária cobriram totalmente o solo (100%) aos 120 DAS (dias após a semeadura).

Neste trabalho, a maior PC do solo foi obtida aos 138 DAS, quando os adubos verdes foram semeados no estágio V4 do milho, porém com valores inferiores a 50% (TABELA 3). Esta diferença pode ser explicada por diversos fatores, entre esses destacam-se a competição entre o milho e os adubos verdes, e, ou, a competição dos adubos verdes com as plantas espontâneas.

Lima, Timossi e Almeida (2014), sugeriram como opção para potencializar a cobertura do solo por estes adubos verdes, aumentar a densidade de semeadura e adequar o arranjo (espaçamento) das plantas de forma a antecipar a cobertura total

do solo e terem o desenvolvimento favorecido em relação à comunidade de plantas infestante presentes na área.

Em relação à produção de matéria seca das plantas espontâneas (MSE), não observou-se efeito significativo dos adubos verdes (A), da época de semeadura (S) e da interação (A x S) (APÊNDICE 2A). Também não foi observada diferença no acúmulo de MSE entre os cultivos consorciados milho/adubos verdes e o cultivo do milho solteiro (APÊNDICE 2B).

Lima, Timossi e Almeida (2014) relataram que o calopogônio, a puerária e a soja perene apresentam crescimento inicial lento, o que dificulta a supressão das espontâneas no início do cultivo. Porém, após o estabelecimento destes adubos verdes perenes, é possível ocorrer à supressão das espontâneas, de forma física, ou mesmo, pelas substâncias alelopáticas liberadas, como é o caso do calopogônio, que pode suprimir as espontâneas até 90 dias após seu plantio (TEODORO et al., 2011).

A produção total de matéria seca nos consórcios (MSTC) não foi influenciada pelas espécies de adubos verdes e pelas épocas de semeadura (APÊNDICE 2A). Apesar de o calopogônio ter produzido massa seca superior aos demais adubos verdes quando semeado em V4 (TABELA 3), a soma da produção de massa de matéria seca dos sistemas consorciados ( $6989,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi semelhante, inclusive quando comparado com a produção de massa de matéria seca do milho em cultivo solteiro ( $6878,8 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

De acordo com Nunes et al. (2006) são necessários no mínimo  $6,0 \text{ t ha}^{-1}$  de massa de matéria seca (palha) para que alguns benefícios, ao sistema produtivo, sejam possíveis, como a cobertura do solo, manutenção da umidade, supressão das plantas espontâneas e adição de matéria orgânica ao solo.

Ressalta-se que foi observado em torno de  $7,0 \text{ t ha}^{-1}$  de massa de matéria seca nos sistemas consorciados milho/adubos verdes e no do milho solteiro, ou seja, valor superior ao recomendado. Na mesma área experimental, Fontanetti et al. (2014) afirmaram que na safra 2013/2014, teriam obtido aproximadamente  $2,0 \text{ t ha}^{-1}$  de massa de matéria seca total, somando a MS do calopogônio com a do milho.

Apesar de não ter sido observado efeito dos adubos verdes no aumento da produção de palha, destaca-se que, além da quantidade, a qualidade da palha é de extrema importância para o sistema.

Ao adicionar apenas a palhada do milho, rica em carbono, poderá acarretar na redução da oferta e disponibilidade de nitrogênio para as culturas em sucessão. De acordo com Fontanetti e Santos (2010), enquanto as poáceas apresentam alta relação C/N (carbono/nitrogênio) e baixas taxas de decomposição e, por isso, maior permanência da palha sobre o solo, as fabáceas apresentam baixa relação C/N e rápida taxa de decomposição, o que pode favorecer que parte do N, seja liberado nas primeiras semanas após o corte das plantas.

O aproveitamento do nitrogênio pela cultura principal ou sucessora dependerá do sincronismo entre a decomposição da palha e a demanda da cultura, o qual varia com as características intrínsecas da palhada e as condições edafoclimáticas do local (PADOVAN et al., 2013). Se a cultura em sucessão não absorver o nitrogênio, que precisa estar nas formas assimiláveis com o amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), grande parte pode ser perdido por volatilização ou lixiviação.

O consórcio de poáceas com fabáceas, portanto, pode contribuir para uma liberação gradual do nitrogênio, impedindo a imobilização inicial na palhada, geralmente observada quando se utiliza cobertura formada, exclusivamente, por poáceas, devido à lenta decomposição desse material, e a sua perda quando da utilização, exclusivamente, de fabáceas, o que favorece o aproveitamento desse nutriente pela cultura em sucessão.

Além disso, é importante que ocorra a rotação de culturas. A utilização de espécies de famílias botânicas e ou de arquitetura de planta e sistemas radiculares diferentes no plano de rotação propicia diferentes profundidades de exploração do solo e permite diferentes manejos de plantas espontâneas, doenças e pragas (CHAVES; CALEGARI, 2001).

Portanto, além dos fatores intrínsecos das espécies de adubos verdes (dormência das sementes e emergência lenta), há os fatores culturais, como a competição com milho e com as espontâneas, que podem ter prejudicado o crescimento e o estabelecimento dos adubos verdes perenes.

### 4.3 Avaliações no estádio R6/colheita

As análises de variâncias para os fatores de produção do milho apresentaram diferenças significativas apenas para as variáveis: estande final de plantas (EF) e peso médio de 100 grãos (P100), com efeito isolado da época de semeadura dos adubos verdes, para ambas as variáveis (APÊNDICE 3A).

O maior estande final de plantas foi observado quando a semeadura dos adubos verdes ocorreu no estádio V4 do milho, com 69.814 plantas ha<sup>-1</sup>, valor próximo ao estande esperado de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup> (TABELA 4). A possível explicação seria a manutenção da umidade do solo proporcionada pelos adubos verdes semeados no estádio V4 do milho.

Tabela 4. Médias do Estande Final (EF) e do Peso de 100 grãos (P100) do milho, de acordo com a época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT). Araras/SP, safra 2014/15.

ADUBOS VERDES	Estande Final (plantas ha <sup>-1</sup> )	Peso de 100 grãos (g)
V4	69.814,82 a <sup>1</sup>	31,52 b
VT	61.481,48 b	32,89 a
CV (%)	9,95	4,81
MÉDIA	65.648,15	32,21

<sup>1</sup> Médias seguidas de uma mesma letra minúscula, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

No entanto, quando se compara os consórcios milho/adubos verdes com o cultivo do milho solteiro, os contrastes entre as médias revelaram diferença significativa (APÊNDICE 3B) para o consórcio milho/calopogônio com o adubo verde semeado no estádio V4, esse apresentou estande superior ao milho solteiro, com 72.777 plantas ha<sup>-1</sup> (TABELA 5).

Em relação ao peso médio de 100 grãos, verificou-se resultado oposto ao estande final, pois o maior peso foi encontrado quando os adubos verdes foram semeados no estádio VT do milho, com 32,89 g, um acréscimo de cerca de 4% no peso dos grãos (TABELA 4). Ressalta-se que, independentemente da espécie dos adubos verdes, a semeadura realizada no estádio V4 do milho reduziu o valor de P100 em relação ao cultivo do milho solteiro (TABELA 5).

Tabela 5. Médias dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro, para as variáveis: estande final (EF), prolificidade (PROL) e peso médio de 100 grãos de milho (P100). Araras/SP, safra 2014/2015.

<b>Contrastes</b>	<b>EF (plantas ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>PROL</b>	<b>P100 (g)</b>
Calopogônio V4	72.777,78*	1,21*	32,16*
Calopogônio VT	58.888,89 <sup>ns</sup>	1,23*	32,98 <sup>ns</sup>
Puerária V4	70.000,00 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	30,75**
Puerária VT	62.777,78 <sup>ns</sup>	1,23*	32,21*
Soja perene V4	66.666,67 <sup>ns</sup>	1,26 **	31,65*
Soja perene VT	62.777,78 <sup>ns</sup>	1,29 **	33,48 <sup>ns</sup>
Milho solteiro	64.444,44	1,07	34,54
CV (%)	9,12	7,68	4,53

\*; \*\* Significativo, de acordo com o teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente. ns Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade

Provavelmente, o menor estande de plantas encontrado quando os adubos verdes foram semeados no estágio VT do milho foi compensado pelo maior peso médio dos grãos. Em contrapartida, o menor peso dos grãos observado quando os adubos verdes foram semeados no estágio V4 foi compensado pelo maior estande final de plantas, não sendo observada diferença na produtividade dos grãos entre os tratamentos. De acordo com Brachtvogel et al. (2009), a maior densidade de plantas de milho ocasiona maior competição intra específica, reduzindo o tamanho das espigas e o número de grãos, sendo estes mais leves.

A produtividade média (PROD) de grãos (9,04 t ha<sup>-1</sup>) deste trabalho (APÊNDICE 3A), mesmo não apresentando diferença significativa entre os tratamentos consorciados, está acima da média nacional da safra de 2014/2015 que foi de 4,89 t ha<sup>-1</sup> (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2016). Também não verificou-se diferença significativa na produtividade de grãos entre os consórcios adubos verdes/milho com o cultivo do milho solteiro (APÊNDICE 3B).

Matrangolo et al. (2014) conduzindo experimento no cerrado, sem adubação e com a utilização do milho variedade AL Avaré em cultivo solteiro e em consórcio com

o adubo verde feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), encontraram valores de produtividade, abaixo deste trabalho, como 3,85 e 4,30 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os autores relataram que a baixa produtividade pode ser em função do déficit hídrico, o que prejudicou a floração.

Fontanetti et al. (2014) ao avaliarem o consórcio do milho AL Avaré semeado simultaneamente com o calopogônio e 35 DAE do milho, obtiveram produtividade de grãos de 3,60 e 3,44 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, valores inferiores a este trabalho. Os autores atribuem a baixa produtividade, ao déficit hídrico no ano agrícola. No entanto, Correia, Fuzita e Daniel (2012) obtiveram no cultivo convencional do milho DKB 350 YG em consórcio com o calopogônio, 9,43 t ha<sup>-1</sup>, produtividade semelhante a este trabalho. Correia e Leite (2010), ao estudarem também a cultivar DKB 350 YG de milho em consórcio com a puerária, obtiveram 9,71 t ha<sup>-1</sup> de grãos com a fabácea semeada a lanço e 8,98 t ha<sup>-1</sup> quando semeada em linha.

Em relação à prolificidade (PROL) não se observou diferenças significativas entre os sistemas consorciados (APÊNDICE 3A). No entanto, houve diferença quando se comparou o sistema consorciado com o milho solteiro (APÊNDICE 3B), no qual todos os consórcios, exceto a puerária semeada no estágio V4, promoveram maior prolificidade de espigas, 1,07 (TABELA 5). Silva et al. (2008), ao estudarem a densidade de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup> de milho híbrido, encontraram o índice de 0,99 de prolificidade. Ressalta-se que no presente trabalho foi utilizada uma variedade, a qual apresenta, em geral, maior produção de espigas por planta, e, aparentemente, o consórcio permitiu a produção e enchimento de mais de uma espiga por planta em média.

## 5. Conclusões

O calopogônio foi o adubo verde que obteve a maior produção de massa de matéria seca e cobertura do solo em consórcio com o milho e proporcionou estande final de plantas superior ao milho solteiro, quando semeado na quarta folha expandida do milho.

Os adubos verdes perenes, calopogônio, puerária e soja-perene, cultivados em consórcio com o milho não foram eficientes para o controle das plantas espontâneas no sistema orgânico.

A produção de massa de matéria seca total, palha, não apresentou diferença entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes e com o cultivo do milho solteiro, sendo a produção de palha em ambos os sistemas, superior a  $6,0 \text{ t ha}^{-1}$ .

Os adubos verdes, calopogônio, puerária e soja perene, não afetaram a produtividade de grãos e o crescimento do milho em sistema orgânico.

## 6. Literatura citada

- ALMEIDA, L. D.; MAEDA, J. A.; FALIVENE, S. M. P. Efeitos de métodos de escarificação na germinação de sementes de cinco leguminosas forrageiras. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 9, p. 83-96, 1979.
- ALMEIDA, J. C. C.; MORAIS, L. F. de; SILVESTRE, M. S.; PÁDUA, F. T. de; SOARES, F. A. Métodos para quebra da dormência das sementes de *Pueraria phaseoloides*. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 24. 2014, Vitória. **Resumos...** Vitória: ABZ, 2014. 4 p.
- ALVIM, K. R. de T.; BRITO, C. H. de; BRANDÃO, A. M.; GOMES, L. S.; LOPES, M. T. G. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, 2010.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 109-119, 2003.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; CARVALHO, P. C. F.; VEIGA, M.; MORAES, A.; PELISSARI, A. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n. 8, p.2340, 2009.
- BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2013. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-oeste, Guarapuava, 2013.
- BEZERRA, A. P. A.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; VIDAL NETO, F. C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.104-108, 2007.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.
- BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. da S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2334-2339, 2009.
- BRASIL. Lei n.10.831, de 23 dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] da Republica Federativa do Brasil**, Brasília, 24 dez. 2003. Seção 1, p.8. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº46, de 6 de outubro de 2011. Dispõe sobre sistemas orgânicos de produção

animal e vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 de outubro de 2011.

CAVALIERI, S. D.; SILVA, F. M. L.; VELINI, E. D.; SÃO JOSÉ, A. R.; ULLOA, S. M.; DATTA, A.; CAVALIERI, J. D.; KNEZEVIC, S. Z. Seletividade do Nicosulfuron em três estádios fenológicos de milho-pipoca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 377-386, 2012.

CECCON, G. Cálculo para taxa de semeadura de espécies forrageiras perenes em cultivos anuais. **Agrarian**, Dourados, v.8, n.27, p. 39-46, 2015.

CHAVES, J. C. D.; CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário: Agricultura Alternativa**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 53-60, 2001.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Circular Técnica 78. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 10 p, 2006.

COELHO, S. P. **Coberturas Vegetais no Sistema de Plantio Direto Orgânico do Milho**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v. 3 - Safra 2015/16: 5º levantamento. Brasília, p. 1-182, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_11\\_08\\_55\\_08\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_11_08_55_08_boletim_graos_agosto_2015.pdf)>. 04 Fev. 2016.

CORREIA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; MIRANDA, G. V.; LEMOS, J. P.; RODRIGUES, O. L.; CONCEIÇÃO, P. M. da. Desempenho agrônômico do milho orgânico e tradicional em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.1, n.1, p.79-87, Julho, 2011.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B. Cultivo consorciado de milho com Puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb. Benth.)). In: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. **Anais...** Ribeirão Preto, 2010.

CORREIA, N. M.; FUZITA, W. E.; DANIEL, B. Cultivo consorciado de milho com amendoim forrageiro e calopogônio e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 575-586, 2012.

COSTA, N. de L. (Editor). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 219 p. 2004.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I.; DUARTE, J. de O.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Circular Técnica 81. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 17 p, 2006.

DEMATTE FILHO L. C.; MENDES, C. M. I.; KODAWARA, L. M. **Produção de frango orgânico: desafios e perspectivas**. In: BIOFACH AMERICA LATINA, 2005,

Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://inopovos.blogspot.com.br/p/criacao-de-frango-organico.html>>. Acesso em: jan. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Brasília: 3.ed., 2013. 353p.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **ClorofiLOG: Medidor Eletrônico do Teor de Clorofila**. 2015. Disponível em: < <http://www.falker.com.br/produto-clorofilog-medidor-clorofila.php>>. Acesso em: jul. 2015.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 11, p.1355-1362, 2001.

FERREIRA D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 456, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.

FINHOLDT, R. S.; ASSIS, A. M.; BISINOTTO, F. F.; AQUINO JÚNIOR, V. M.; SILVA, L. O. I. Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2009.

FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D.; JARDIM, C. A. Influência da consorciação com *Brachiaria ruziziensis* e do nitrogênio residual na cultura do milho. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 35, n.1, p. 184-192, 2012.

FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C.C.; SANTOS, I. C. dos; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema de plantio direto. In: Cultivo de milho no sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 27, n. 233, 2006, p. 127-136.

FONTANETTI, A.; SANTOS, I. C. S. Manejo da fertilidade do agroecossistema e a sustentabilidade da agricultura familiar. In: Tecnologias para a agricultura familiar: produção vegetal. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: EPAMIG, v.31, n.254, 2010, p. 7-14.

FONTANETTI, A; MONTEIRO, R. L. G. L.; BONFANTI, L.; FERNANDES, E. M. de S.; PROVIDELLO, A.; NDIAYE, N. C. G. Milho Orgânico em Consórcio com Calopogônio: Produção de Palhada para o Plantio Direto na Entressafra. **Cadernos de Agroecologia** [On-line], v. 9, n. 4, 10 p. 2014.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; CUNHA, A. R. DA; KLOSOWSKI, E. S. Estimativa do Índice de Área Foliar e da Produtividade de Pepino em Meio Protegido - Cultivos de Inverno e de Verão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 8-13, 2000.

GEHAKA. **Medidor de Umidade e Analisador de Impurezas G 650**. 2015. Disponível em: <<http://www.gehaka.com.br/boletim/medidor-de-umidade-e-analisador-de-impurezas--g-650.html>>. Acesso em: ago. 2015.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.7, p. 1436-1444, 2011.

HANASHIRO, R. K.; MINGOTTE, F. L. C.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p.226–234, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro, p.1-777, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jun. 2015.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.

LAUER, J. G.; ROTH, G. W.; BERTRAM, M. G. Impact of defoliation on corn forage yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 5, n. 96, p.1459-1463, 2004.

LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T. da; SILVA, K. de F. da; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LESCHEWITZ, R.; SOUZA, V. Q. de; CARON, B. O.; BORELLA, J.; CARVALHO, I. R.; BUSANELLO, C.; NARDINO, M.; FERRARI, M.; BELLÉ, R. Determinação do Índice de Clorofila em Populações de Milho Crioulo em Diferentes Partes da Folha. In: Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2012. P. 122-128.

LIMA, C. F.; ARNHOLD, E.; ARAUJO, B. L. de; OLIVEIRA, G. H. F. de; OLIVEIRA JUNIOR, E. A. de. Avaliação de híbridos de milho sob três densidades populacionais em fronteira agrícola no Maranhão. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 1, p. 30-34, 2012.

LIMA, S. F.; TIMOSSI, P. C.; ALMEIDA, D. P. Interferência de plantas daninhas no desenvolvimento de fabáceas perenes. **Revista Verde**, Pombal, v. 9, n. 4, p. 129 - 136, 2014.

MADONNI, G. A.; OTEGUI, M, E.; CIRILO, A. G. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. **Field Crops Research**, Amsterdã, v. 71, p. 183 - 193, 2001.

MATRANGOLO, W. J. R.; OLIVEIRA, M. F. de; RODRIGUES, B. F.; GOMES, S. X. Aspectos da produção orgânica de milho na região central de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE

LEPDÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: **Resumos expandidos**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014.

MONTEIRO, E. M. M.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F. dos; AVIZ, M. A. B. de. Valor nutritivo da leguminosa *Pueraria phaseoloides* como alternativa na suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, 2009.

NASCIMENTO, F. N. do. **Características agronômicas do milho verde sob diferentes regimes hídricos**. 2012, 81f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

NEVES, I. P. **Adubação Verde**. Bahia: SBRT/RETEC, 2007. 20 p. Dossiê Técnico.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, P. **Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema de integração lavoura pecuária no cerrado**. 2010. 125f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

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

PANTALEÃO, P. S.; LACA-BUENDÍA, J. P.; BRITO, L. F., GODINHO, N. C. A.; BERNARDES5, A. de G. Supressão de plantas daninhas pela cobertura com adubos verdes em solo de cerrado. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.9, p. 30-43. 2012.

PERES, J. G.; MARCUSSI, L.; SOUZA, C. F.; BRUGNARO, C. Utilização de lisímetros de pesagem para a determinação dos coeficientes de cultura do meloeiro (*Cucumis melo L.*) para cultivo em estufa agrícola na região de Araras – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.475-487, 2013.

PIANA, A. T.; SILVA, P. R. F. da; BREDEMEIER, C.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; SERPA, M. da S.; JANDREY, D. B. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2608 - 2612, 2008.

QUARESMA, M. A. L.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; COSTA, E. C.; ERLACHER, W. A. Leguminosas herbáceas perenes como plantas de cobertura de solo para cultivo de bananeiras em um Luvissole na Caatinga. **Cadernos de Agroecologia** [On-line], v. 8, n. 2, 5 p. 2013.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim Técnico, 100 – Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. rev. atual. Campinas, Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 1997. 285 p.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P. R. F. da; SCHMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T.; SOUZA, C. A. de. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 6, p. 609-616, 2011.

SCHUSSLER, J. R.; WESTGATE, M. E. Increasing assimilate reserves does not prevent kernel abortion at low water potential in maize. **Crop Science**, Madison, v.34, p.1569-1576, 1994.

SEREIA, R. C.; CECCON, G.; ALVES, V. B.; LEITE, L. F.; SOARES, R. B. Índice de clorofila em milho safrinha sob diferentes modalidades de cultivo. In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 11, 2011, Lucas do Rio Verde. **Anais...** Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde: ABMS, 2011. p. 125 -133.

SILVA, A. C. da; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L. de; IMOLESI, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 89-96, 2008.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.12, p.1301–1309, 2013.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. de; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 292-300, 2011.

WATSON, D. J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, v. 4, p. 101-145, 1952.

## **CAPÍTULO 2. TEOR DE NUTRIENTES NO MILHO EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES PERENES EM CULTIVO ORGÂNICO**

### **1. Resumo**

O consórcio do milho com adubos verdes perenes é uma alternativa para minimizar o revolvimento do solo em sistemas orgânicos, incrementar a matéria orgânica e melhorar a estrutura do solo. Além disso, os adubos verdes podem contribuir para a nutrição do milho em consórcio ou sucessão, pois ciclam P, K, Ca e Mg e podem aportar N no sistema solo-planta. No entanto, para a eficiência do consórcio a competição entre as espécies deve ser minimizada. Objetivou-se com este trabalho avaliar o teor de macronutrientes foliares das plantas de milho em consórcio com adubos verdes perenes semeados em duas fases de desenvolvimento do milho. O experimento foi realizado na safra de 2014/2015, na UFSCar/Araras-SP, em blocos casualizados no esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ , com quatro repetições. O 1º fator foi constituído por três espécies de adubos verdes perenes, calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey); o 2º fator foram duas épocas de semeadura dos adubos verdes, estádios V4 (quatro folhas expandidas) e VT (pendoamento) do milho, e o tratamento adicional (milho solteiro). Foram avaliados o teor de macronutrientes nas plantas de milho e a massa de matéria seca dos adubos verdes. O calopogônio apresentou a maior produção de massa de matéria seca quando semeado no estádio V4 do milho, sendo este consórcio o qual

obteve menor teor de N foliar do milho (22,75 g kg<sup>-1</sup>). O teor foliar de Ca do milho foi menor nas plantas consorciadas com a soja perene, mas não diferiu do calopogônio, que por sua vez não diferiu da puerária ambos semeados no VT. Já os teores foliares de Mg no milho foram menores no consórcio com a soja perene semeada em VT. O teor de P foliar do milho foi maior no consórcio com calopogônio e de S maior quando a semeadura ocorreu no V4. Para o K, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Conclui-se que os adubos verdes não influenciaram de forma positiva o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho e o calopogônio semeado no estágio V4 competiu com o milho pelo N. Já o calopogônio semeado em VT, a puerária e a soja perene semeados em V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio para o milho.

**Palavras-Chave:** Competição, *Zea mays* L., *Calopogonium mucunoides* (Desv.), *Pueraria phaseoloides* Roxb. (Benth) e *Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey.

## 2. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas agrícolas mais antigas e tradicionais, com grande importância mundial (DUARTE; MATTOSO; GARCIA, 2010). Este cereal é amplamente difundido no Brasil, com estimativa de área plantada nas primeira e segunda safras de 2015/2016 de 15.922,0 milhões de hectares, o que representa 36,4% das terras agrícolas brasileiras, sendo as regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste as principais produtoras (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO, 2016; GARCIA et al., 2006).

O cultivo deste cereal tem grande importância social e econômica para o país. Segundo Garcia et al. (2006), a maioria das propriedades que cultivam o milho são de até 20 hectares, e em muitas, o cultivo é para a subsistência da própria família. Em cerca de 60% dos estabelecimentos produtores de milho, a produção é utilizada na própria propriedade (CRUZ et al., 2006; MÔRO; FRITSCHÉ-NETO, 2015).

Devido as suas características como maior taxa de acúmulo de massa de matéria seca nos estádios iniciais do desenvolvimento, maior altura de plantas, em relação às espécies consorciadas, e a altura de inserção das espigas, a qual permite que a colheita seja realizada sem muitos problemas, contribuiu para que o milho esteja entre as culturas mais produzidas em consórcio (ALVARENGA et al., 2006).

Tradicionalmente o milho é cultivado em consórcio com o feijoeiro, realizado, principalmente, por pequenos agricultores (COSTA; SILVA, 2008). Mas, nas últimas décadas têm se destacado o cultivo do milho com adubos verdes, com o objetivo de incrementar a produção de matéria seca e a cobertura do solo durante o período de desenvolvimento da cultura (ALVARENGA et al., 1995).

No caso do consórcio de milho com adubos verdes tropicais, essas podem ter dupla finalidade servindo como alimento para a exploração pecuária, a partir do final do verão até início da primavera, e, posteriormente, para formação de palhada no sistema de plantio direto. Existe a possibilidade, também, da utilização do adubo verde exclusivamente como planta produtora de palha, proporcionando cobertura permanente do solo até a semeadura da safra de verão subsequente (BORGHI; CRUSCIOL, 2007).

Os adubos verdes mobilizam nutrientes, como o fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes de camadas mais profundas do solo (CASTRO; PREZOTTO, 2008). Além de reduzirem as perdas de nutrientes por volatilização ou lixiviações, aumentam a troca catiônica e reduzem os teores de alumínio e manganês no solo (RIBEIRO et al., 2011). Os adubos verdes podem ainda, aportar nitrogênio no sistema, por meio da fixação biológica em associação com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, como as fabáceas (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012).

As necessidades nutricionais do milho, variam de acordo com o seu estágio fenológico, segundo Pereira et al. (2011), nos estádios iniciais a necessidade é menor, e a máxima demanda ocorre entre o início do florescimento e início do enchimento dos grãos. Dentre os macronutrientes (nitrogênio - N, fósforo - P, potássio - K, cálcio - Ca, magnésio - Mg, enxofre - S), o nitrogênio é mais requerido pelas plantas de milho (SANGOI et al., 2002), sendo que o mesmo deve ser fornecido até o estágio de seis folhas, sem ocasionar prejuízos a produção final (CANTARELLA; DUARTE, 2004).

No cultivo consorciado é de extrema importância que se conheça as características e exigências das plantas pelos fatores de produção, como água, luz e nutrientes, com o objetivo de evitar a competição interespecífica (PARIZ et al., 2011; PEREIRA et al., 2011).

A competição entre as espécies pode ser evidenciada no estado nutricional das plantas, o qual depende da taxa de crescimento inicial, das curvas de demanda

nutricional entre as culturas, bem como, o tipo, a disponibilidade e o uso do nutriente na planta (JAKELAITIS; SILVA; FERREIRA, 2005). Silva et al. (2015) explicam que a competição é estabelecida, principalmente, entre espécies que apresentam a mesma exigência nutricional, como o milho e a *Urochloa decumbens*, onde o N é o nutriente mais exigido por ambas as espécies.

Heinrichs et al. (2002) avaliando o consórcio do milho com adubos verdes, verificaram que a mucuna anã (*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr., o guandu-anão (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), a *Crotalaria spectabilis* Roth e o feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), contribuíram para a nutrição de N do milho cultivado em sucessão, porém, quando semeadas no primeiro ano de consórcio com o milho, não exerceram influência sobre esse nutriente.

Para que a competição por nutrientes se estabeleça há a necessidade de duas condições prévias, as raízes devem sobrepor a área de absorção de nutrientes e água das raízes da planta vizinha e que a quantidade de nutrientes no solo não seja suficiente para sustentar o desenvolvimento de todo o sistema. Espécies que possuem diferente distribuição temporal e espacial das raízes parecem reduzir a competição no solo e raízes profundas e com maior desenvolvimento (acúmulo de biomassa e volume) são mais competitivas em situações de estresse hídrico (ZANINE; SANTOS, 2004). Ou seja, a competição pode ser minimizada variando a época de plantio das espécies intercalares.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o teor de macronutrientes foliares das plantas de milho em consórcio com adubos verdes perenes semeados em duas fases de desenvolvimento do milho.

### **3. Material e Métodos**

#### *3.1 Delineamento Experimental*

O experimento foi realizado na safra 2014/2015, em área experimental do Departamento de Desenvolvimento Rural (DDR), no Centro de Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), localizada na cidade de Araras-SP. O local tem latitude 22°18'S e longitude 47°23'W, e está a 707 metros acima do nível do mar (PERES et al., 2013). O clima é classificado como Cwa, mesotérmico com verões quentes e úmidos e invernos secos (KÖPPEN, 1948). Os

dados climatológicos dos meses de condução do experimento (dezembro a julho de 2015) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ); precipitação pluviométrica (mm) total e média e temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) mínima, máxima e média observados durante os meses de condução do experimento. Araras/SP, 2014/2015.

Meses	Radiação ( $\text{MJ m}^{-2}$ )		Precipitação (mm)		Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )		
	Total	Média	Total	Média	Mín	Máx	Média
dez/14	631,9	20,4	218,6	7,0	18,4	31,0	24,7
jan/15	691,3	22,3	121,8	3,9	19,9	33,3	26,6
fev/15	557,6	19,9	245,4	8,7	18,6	30,7	24,6
mar/15	513,4	16,6	173,4	5,6	18,1	28,7	23,4
abr/15	544,4	18,1	11,2	0,4	16,2	29,9	23,1
mai/15	405,2	13,1	67,0	2,2	14,1	25,8	20,0
jun/15	404,0	13,0	26,2	0,9	13,6	25,3	19,5
jul/15	355,4	11,5	12,1	0,4	13,8	24,9	19,3

Fonte: Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental/UFSCAR, Araras, SP.  
 $\text{MJ m}^{-2}$  = megajoule por metro quadrado; mm = milímetro;  $^{\circ}\text{C}$  = grau Celsius.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial  $3 \times 2 + 1$ , com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por três espécies de adubos verdes perenes: calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.); puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey.). O segundo fator por duas épocas de semeadura dos adubos verdes, de acordo com o estágio fenológico do milho, no estágio V4 (quatro folhas expandidas) aos 20 DAE (dias após a emergência do milho) e no VT (pendoamento do milho) aos 57 DAE, e um tratamento adicional, representado pelo milho em cultivo solteiro.

A parcela experimental foi formada por cinco linhas de milho, variedade AL Avaré orgânico, com o comprimento de cinco metros, espaçadas entre si por 0,90 m, totalizando  $18 \text{ m}^2$  de área interna de parcela, sem considerar a bordadura E para as avaliações foram consideradas as três linhas centrais (área útil), com área de  $9 \text{ m}^2$ .

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2013). Para a caracterização química foram coletadas 10 sub amostras, para a composição de uma amostra composta nas profundidades de 0 –

0,10; 0,10 – 0,20; 0,20 - 0,30 m, de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (1997). As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas do CCA/UFSCar, para a determinação das características químicas, com os resultados descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas do solo e do composto orgânico. Araras/SP, safra 2014/2015.

Solo												
Profundidade	P resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V		
	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----			%			
0-10	18,0	27,0	5,4	4,3	28,0	10,0	22,0	41,5	63,5	65,0		
10-20	15,0	20,0	5,6	5,3	29,0	10,0	22,0	42,7	64,7	66,0		
20-30	9,0	23,0	5,6	5,0	25,0	8,0	24,0	37,5	61,5	61,0		

Composto orgânico comercial													
Umidade	MO	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	pH
----- %-----	-----mg cm <sup>-3</sup> -----												H <sub>2</sub> O
37,40	22,58	113,97	11,31	11,90	1,17	6,90	0,52	4,36	0,06	0,49	0,45	0,67	8,0

FONTE: Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas do CCA/UFSCar.

O preparo do solo foi realizado com duas operações de gradagem (grade aradora e niveladora) sem a realização da calagem. Em seguida foram abertos os sulcos para o plantio do milho com semeadora adubadora, e os sulcos nas entrelinhas do milho para a semeadura dos adubos verdes foram feitos manualmente com enxada.

A adubação de plantio foi definida para atender a produtividade de grãos esperada de 6,0 – 8,0 t ha<sup>-1</sup> (COELHO, 2006). Utilizou-se composto orgânico comercial Visafertil<sup>®</sup>, na dose de 9,2 t ha<sup>-1</sup> (peso do composto seco), aproximadamente 10,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, para suprir a necessidade do milho em nitrogênio de 120,00 kg ha<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997), desta maneira, foram aplicados 288,90 e 149,53 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, de acordo com as características químicas do composto (TABELA 2). A dose de composto orgânico é semelhante às recomendadas de diversos autores para a produção de milho em sistema orgânico (CORREA et al., 2011; FONTANETTI et al., 2006). O composto foi distribuído na superfície do solo ao lado da linha de milho e no mesmo dia da semeadura do milho.

## 3.2 Condução do Experimento

### 3.2.1 Semeadura do milho e dos adubos verdes

A semeadura do milho foi realizada no dia 17 de dezembro de 2014, de forma manual, nos sulcos, na densidade de dez sementes por metro, a uma profundidade de 3 cm e em linhas com espaçamento de 0,90m, visando à população final de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup> (MATRANGOLO et al., 2014). Após a emergência não foi realizado o desbaste.

De acordo com Almeida, Maeda e Falivene (1979) e Monteiro et al. (2009), os adubos verdes perenes utilizados nesse experimento, apresentam dormência. Assim, no dia anterior a semeadura, as sementes foram imersas em água deionizada à 80°C por cinco minutos, conforme metodologia modificada de Almeida, Maeda e Falivene (1979); Neves (2007); Almeida et al. (2014). Em seguida, as sementes foram secas à sombra em temperatura ambiente, e semeadas nos estádios fenológicos do milho V4 aos 20 DAE e VT aos 57 DAE, conforme os tratamentos.

A semeadura dos adubos verdes foi realizada de forma manual, nas entrelinhas de plantio do milho, com espaçamento de 0,45 m, entre a linha de milho e a linha de adubo verde (entrelinha do cultivo do milho). A taxa de semeadura dos adubos verdes foi calculada de acordo com o valor cultural de cada forrageira, sendo: valor cultural = (% pureza x % germinação) / 100 (CECCON, 2015). Os valores de pureza e germinação foram obtidos na descrição das embalagens das sementes, exceto para o lote da puerária, pois nesse havia maior quantidade de sementes imaturas. Portanto, as densidades foram: 21 sementes m<sup>-1</sup> de calopogônio; 60 sementes m<sup>-1</sup> de puerária e 30 sementes m<sup>-1</sup> da soja-perene.

Anterior a semeadura dos adubos verdes, nas parcelas de milho consorciado foram realizadas duas capinas, sendo a primeira somente nos tratamentos com semeadura dos adubos verdes no V4 e a segunda somente nas parcelas com a semeadura no VT.

No estágio V2-V3 do milho (duas a três folhas expandidas) foi necessária a aplicação de 0,5 L ha<sup>-1</sup> (16,80 g ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo) do inseticida biológico comercial DIPEL WP<sup>®</sup> (*Bacillus thuringiensis* var. kurstaki), pois identificou-se o

ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), acima do nível de dano econômico.

### 3.2.2 Avaliações

No estágio R1/R2 do milho, fase de grão leitoso, avaliou-se o teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). E no estágio R5 (grão farináceo), avaliou-se a massa da matéria seca dos adubos verdes.

As avaliações ocorreram na área útil de cada parcela, nas três fileiras centrais para o milho e nas duas entrelinhas centrais, para os adubos verdes.

#### 3.2.2.1 Teor de nutrientes foliares no milho

A avaliação foi realizada coletando-se a folha oposta e abaixo da espiga superior de 10 plantas, aleatórias, por parcela, logo após o florescimento masculino (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1997).

As folhas foram secas em estufa de circulação forçada de ar na temperatura de 65°C, até estabilização do peso. Após a secagem, foi retirada das folhas a nervura central e com o terço médio, em seguida, foram processadas em moinho tipo Willey.

As amostras foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e encaminhadas para o Laboratório de Análises Químicas de Solos e Plantas do CCA/UFSCar para a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na massa da matéria seca das folhas, segundo a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

#### 3.2.2.2 Massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA)

Foram coletadas três amostras da parte aérea dos adubos verdes, utilizando um gabarito com 0,0625 m<sup>2</sup> de área, por parcela (CORREA et al., 2011; FINHOLDT et al., 2009). As amostras foram levadas para a estufa com ventilação forçada de ar à temperatura de 65°C até estabilizar o peso da massa. A determinação da massa de matéria seca dos adubos verdes foi apresentada em kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.3 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias dos tratamentos consórcios milho/adubos verdes foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. E as médias dos consórcios do milho/adubos verdes com o cultivo solteiro do milho, foram comparadas pelos contrastes entre as médias, pelo teste F a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no software SISVAR para Windows versão 4 (FERREIRA, 2000).

## 4. Resultados e Discussão

A análise de variância para a variável massa de matéria seca dos adubos verdes revelou efeito significativo para a interação adubos verdes e épocas de semeadura (A x S) (APÊNDICE 2A).

O calopogônio foi o adubo verde que apresentou a maior produção de massa de matéria seca, quando semeado no estágio V4 do milho (TABELA 3).

Tabela 3. Médias da massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA), semeados nos estádios fenológicos V4 e VT do milho. Araras/SP, 2014/2015.

ADUBOS VERDES	MAS kg ha <sup>-1</sup>	
	V4	VT
Calopogônio	1002,00 aA	257,60 bA
Puerária	278,80 aB	62,40 aA
Soja perene	161,60 aB	81,20 aA
CV (%)	60,54	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o teor de nutrientes no milho as análises de variância revelaram efeito significativo para a maioria dos nutrientes avaliados. Para o nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), foram verificadas diferença significativa para a interação adubos verdes versus épocas de semeadura (A x S), enquanto que para o fósforo (P) houve efeito isolado do fator adubos verdes e para o enxofre (S) das épocas de semeadura. E para o K não foi encontrado diferença significativa (APÊNDICE 4A).

As análises de variâncias para comparar os consórcios milho/adubos verdes com o milho em cultivo solteiro também revelaram diferenças significativas para todos os nutrientes avaliados, exceto o K (APÊNDICE 4B).

O milho consorciado com o calopogônio, semeado no estágio V4, apresentou os menores teores de nitrogênio foliar. Fato não observado quando o calopogônio foi semeado no estágio VT. Já para a puerária e soja perene, não foram observadas diferenças significativas para esse nutriente (TABELA 4).

Tabela 4. Médias dos teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas folhas do milho em consórcio com os adubos verdes semeados nos estádios fenológicos V4 e VT. Araras/SP, 2014/2015.

ADUBOS VERDES	N		Ca		Mg	
	V4	VT	V4	VT	V4	VT
Calopogônio	22,75 bB	36,50 aA	2,37 aA	2,13 aAB	0,66 aA	0,68 aAB
Puerária	34,50 aA	36,37 aA	1,98 bA	2,46 aA	0,75 aA	0,97 aA
Soja perene	35,25 aA	34,50 aA	2,22 aA	1,99 aB	0,71 aA	0,35 bB
CV (%)	6,19		11,32		37,3	
MÉDIA	33,31		2,19		0,69	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme mencionado, o consórcio milho/calopogônio, sendo a fabácea semeada no V4 do milho, foi o sistema que produziu a maior massa de matéria seca e apesar de o calopogônio realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), esse pode ter competido com o milho pelo nutriente presente no solo. Formentini et al. (2008) afirmam que em consórcios, o calopogônio pode competir por nutrientes com a cultura principal.

Ao analisar os contrastes entre os consórcios milho/adubos verdes com o milho solteiro, observou-se, também, que apenas o calopogônio semeado no V4 proporcionou a redução no teor de N das folhas de milho quando comparado com o milho solteiro (TABELA 5), indicando uma possível competição por esse nutriente.

Em ambos os sistemas, consórcio do milho com o calopogônio semeado no V4 e o milho solteiro, apesar de não apresentar sintomas visuais de deficiência de N, os teores estão abaixo dos valores considerados ideais para a cultura do milho (27 – 35 g kg<sup>-1</sup>) segundo Cantarella, Raij e Camargo et al. (1997).

Tabela 5. Médias dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro, para o teor de nutrientes na folha do milho: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Araras/SP, safra 2014/2015.

Contrastes	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg <sup>-1</sup> -----					
Calopogônio V4	22,75*	1,25ns	3,02ns	2,37ns	0,67ns	1,23**
Calopogônio VT	36,50**	0,99ns	3,92ns	2,14ns	0,68ns	0,88ns
Puerária V4	34,50**	0,82*	3,24ns	1,99**	0,75ns	1,07ns
Puerária VT	36,37**	0,83*	3,19ns	2,46ns	0,97ns	1,00ns
Soja perene V4	35,25**	0,77*	2,99ns	2,22ns	0,71ns	1,07ns
Soja perene VT	34,50**	0,69**	3,14ns	2,00**	0,36**	1,04ns
Milho solteiro	26,25	1,18	2,77	2,46	0,87	0,88
CV (%)	7,33	23,73	16,26	11,19	26,54	14,66

\*, \*\* Significativo, de acordo com o teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.  
ns Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

O calopogônio, além da competição, possui baixa capacidade de fornecimento de N, pois a transferência para o sistema solo-planta é baixa (COSTA, 2004; FORMENTINI et al., 2008). Mendes et al. (2004) verificaram que apesar do consórcio com o milho ter ocorrido apenas por três meses, sendo que após esse período o calopogônio e a puerária foram cortados e depositados ao solo, neste sistema foram encontrados os menores teores de N nas folhas de milho (19,50 g kg<sup>-1</sup>), em função da competição com as fabáceas e, ou, ao não aproveitamento do N pelo milho, fato que refletiu em menores produtividades nestes sistemas, em torno de 6,0 t ha<sup>-1</sup> de grãos de milho.

Resultado semelhante a este trabalho foi encontrado por Fontanetti et al. (2014) que ao estudarem o teor de N nas folhas de milho cultivado em consórcio com o quandu-anão e sob a palhada de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), na mesma área experimental deste trabalho, obtiveram a média de 30,5 g kg<sup>-1</sup> do nutriente. Spagnollo et al. (2002), em estudo com feijão-de-porco, quandu-anão, mucuna-cinza (*Stizolobium niveum* Kuntze) e soja-preta (*Glycine* sp.) em cultivo consorciado com o milho, ao longo de cinco anos, verificaram que as fabáceas tendem a auxiliar no suprimento de nitrogênio na safra seguinte, com acréscimos de

N na fitomassa do milho e, conseqüente, aumento na produtividade, devido a mineralização do nutriente presente na massa das fabáceas depositada ao solo.

O aporte de N no consórcio ocorre pela FBN realizadas pelas, fabáceas em associação com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Costa e Silva (2008) e Ruschel et al. (1979) afirmam que o aporte de N no consórcio pode ocorrer pela decomposição dos nódulos ou através de excreções de compostos nitrogenados, pelas raízes. Mas a utilização desse nitrogênio fica condicionada ao momento da liberação, a necessidade do milho e a, sua conseqüente, capacidade de absorver o nutriente.

Utilizar fabáceas em consórcio a fim de suprir as necessidades de nitrogênio para o milho, muitas vezes pode não ser a melhor alternativa, ou mesmo utilizada como única fonte do nutriente, pois o N liberado pode não estar disponível para a absorção da cultura principal, sendo necessário avaliar os aspectos edafoclimáticos e as espécies envolvidas (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012).

Heinrichs et al. (2002) avaliando o consórcio do milho com diversas fabáceas e cultivado sob a palhada destas, verificaram que houve maior incremento no teor de N nas folhas do milho no segundo ano de consórcio com feijão-de-porco.

Em geral, a maior contribuição por N para o milho, proporcionado pelas fabáceas em sistemas consorciado, muitas vezes, ocorre somente no segundo ano de cultivo (HEINRICHS et al., 2002; PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012; SPAGNOLLO et al., 2002). Heinrichs et al. (2002) explicam que muitas vezes, apesar da contribuição em N pelas fabáceas no segundo ano de cultivo, este pode ficar imobilizado na palhada das fabáceas, e assim ocasionar uma diminuição no teor absorvido. Porém, nesse trabalho foi possível verificar maiores teores de N nas folhas de milho nos sistemas consorciados com puerária e soja perene, semeados no V4 e VT e o calopogônio semeado no VT do milho.

Através do resultado obtido, os consórcios com puerária e soja perene semeados no V4 e VT e calopogônio no VT, as fabáceas podem ter realizado o aporte de N, de maneira suficiente, pois no milho solteiro, o valor está abaixo do mínimo de recomendado, assim o acréscimo de N pode ter sido advindo das fabáceas e não do solo ou o fertilizante orgânico utilizado. Neste caso, Queiroz et al. (2008) explicam que o N não ficou imobilizado no solo.

O nitrogênio é o nutriente mais limitante à produtividade de grãos de milho e ao seu incremento (Mendes et al.,2004), e apesar de ter ocorrido diferenças no teor

de N nos sistemas consorciados, principalmente na semeadura no V4, a produtividade final foi semelhante entre os sistemas (9,04 t ha<sup>-1</sup>), conforme apresentado no capítulo 1.

Para o teor foliar de Ca no milho, quando os adubos verdes foram semeados no estágio V4 não houve diferença estatística (TABELA 4). Já quando a semeadura ocorreu no VT, a soja perene proporcionou o menor teor de Ca nas folhas do milho não diferindo do calopogônio, que por sua vez não diferiu da puerária.

No desdobramento da interação (TABELA 4), observa-se que os consórcios com soja perene e calopogônio não apresentaram diferenças para o teor de Ca nas folhas de milho, quando semeados no estágio V4 ou VT. No consórcio com a puerária semeada no VT, foi encontrado o maior teor de Ca foliar (2,46 g kg<sup>-1</sup>) quando comparado com a semeadura no V4.

Valores superiores a este trabalho foram encontrados por Heinrichs et al. (2002), no cultivo convencional de milho em consórcio com feijão-de-porco e mucuna-anã, que obtiveram 3,70 g kg<sup>-1</sup> de Ca nas folhas de milho. Mendes et al. (2004) também encontraram valores de cálcio superiores a este trabalho (4,20 g kg<sup>-1</sup>), em consórcio com as fabáceas calopogônio e puerária, cortados e depositados ao solo 61 dias após semeadura (DAS).

O teor de Ca encontrado neste trabalho é inferior aos teores mencionados em outros ensaios (HEINRICHS et al., 2002; MENDES et al., 2004), e inferior a faixa considerada adequada (2,5 – 8,0 g kg<sup>-1</sup>) segundo Cantarella, Raij e Camargo et al. (1997). Apesar de o teor estar abaixo do adequado, não foi observado deficiência visual, bem como não prejudicou o desenvolvimento e produtividade do milho.

Comparando os sistemas consorciados milho/adubos verdes com o milho solteiro (TABELA 5), observaram-se diferenças significativas no consórcio com a puerária semeada no V4 e a soja perene semeada no VT, ambos os consórcios proporcionaram teores de Ca na folhas de milho abaixo do milho em cultivo solteiro, provavelmente, devido a competição estabelecida nesses tratamentos. Porém, ambos os sistemas, consórcio e milho solteiro, apresentaram valores próximos e abaixo da faixa adequada segundo Cantarella, Raij e Camargo et al. (1997).

Em sistemas consorciados, o milho pode apresentar teores baixos de Ca devido a sua baixa capacidade de competição por este nutriente, conforme relatado por Cury et al., (2012) e Silva et al., (2015). A competição das fabáceas pelo Ca ocorre, principalmente, porque o nutriente é utilizado na formação dos nódulos no

sistema radicular, responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio atmosférico (SILVA et al., 2011).

De acordo com Flores et al. (2014) o calopogônio é mais exigente em Ca, quando comparada às poáceas, como o milho, outro fato que poderia ocasionar maior competição pelo nutriente. Porém, essa situação não foi verificada no presente trabalho, visto que o consórcio milho/calopogônio não foi o que apresentou os menores teores de Ca nas folhas do milho e não diferiu do milho solteiro.

O teor de Mg nas folhas do milho (TABELA 4) foi menor no consórcio com a soja perene semeada no estágio VT, porém esse não diferiu estatisticamente do consórcio com calopogônio semeado no mesmo estágio, que por sua vez não diferiu do consórcio com a puerária.

Quando se analisa a produção de massa de matéria seca dos adubos verdes (TABELA 3), é possível verificar que a soja perene produziu a mesma massa de matéria seca em ambas às épocas de semeadura, no entanto quando semeada no V4, proporcionou maior teor de Mg nas folhas do milho em relação a semeadura no VT. Diferente do observado para o consórcio com calopogônio, no qual a fabácea produziu maior massa de matéria seca quando semeado no V4 e menor no VT, fato que não alterou o teor de Mg foliar do milho, pois não foi encontrado diferença estatística entre as épocas de semeadura da fabácea.

Quando se compara o teor de Mg nos sistemas consorciados com o milho solteiro, apenas o consórcio de milho com a soja perene semeada no VT apresentou diferença significativa, com valor abaixo do milho solteiro. Assim, para este nutriente, nenhum consórcio incrementou os teores nas folhas do milho. Esperava-se competição por Mg nos sistemas consorciados de milho com calopogônio. Pois de acordo com Flores et al. (2014) o calopogônio é mais exigente no nutriente em relação às poáceas, como o milho.

Heinrichs et al. (2002) no consórcio de milho com mucuna-anã, guandu-anão, *C. spectabilis* e feijão-de-porco, verificou que não houve diferença para o teor de Mg entre os sistemas consorciados e entre estes e o milho solteiro. Mendes et al. (2004) estudando o consórcio de milho com calopogônio com adubação fosfatada e potássica, verificaram teor de Mg superior ao observado nesse trabalho ( $3,3 \text{ g kg}^{-1}$ ) com a fabácea sendo cortada e depositada ao solo 61 DAS.

Destaca-se que em todos os consórcio e no cultivo do milho solteiro, o valor de Mg está abaixo da faixa adequada ( $1,5 - 5,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) indicada por Cantarella, Raij

e Camargo et al. (1997). Porém, não foi observado deficiência visual nas plantas de milho.

Para os teores de K foliares, como mencionado anteriormente, a análise de variância para comparar os sistemas consorciados e o consórcio milho/adubos verdes com o milho em cultivo solteiro não revelou efeito significativo (APÊNDICE 4A e 4B). Pode-se inferir que as plantas não foram capazes de realizar a ciclagem desse nutriente ou, que a adubação realizada com composto orgânico e o K presente no solo, foram suficientes para atender a demanda nutricional das plantas de milho.

De acordo com Queiroz et al. (2008), o efeito da ciclagem do K por fabáceas perenes, pode ser verificado de forma mais eficiente no segundo ano de cultivo sob a sua palhada. Silva et al. (2015) verificaram que no consórcio de *Urochloa brizantha* com milho, também não foram observadas interferências nos teores de K, apesar de serem espécies com exigências nutricionais semelhantes.

Ressalta-se que o teor de K encontrado nas folhas de milho está abaixo da faixa adequada ( $17 - 35 \text{ g kg}^{-1}$ ) segundo Cantarella, Rajj e Camargo et al. (1997).

Neste trabalho os teores de Ca, Mg e K nas folhas de milho estão abaixo dos valores indicados para o K a diferença para o valor de referência chega a ser 77% a menos. Uma possível explicação para tal resultado é o fato de Ca e Mg disputarem o mesmo sítio de absorção das raízes e do efeito antagônico entre Ca e K, pois maior quantidade de Ca presente ou absorvida prejudica a absorção de Mg e K pela planta (MEDEIROS et al., 2008). Desta maneira, o resultado encontrado pode sugerir que o Ca fixou-se nos sítios primeiro, sendo absorvido antes dos demais, e desta forma o milho não conseguiu absorver, eficientemente, o Mg e o K.

Em relação ao teor de P nas folhas de milho (TABELA 6), no consórcio com o calopogônio foi encontrado o maior teor do nutriente, enquanto que para a puerária e a soja perene não houve diferenças.

Alguns autores, relatam que as raízes do calopogônio liberam ácidos orgânicos no solo, (CHIEN et al., 2003; DELARME LINDA et al., 2010), que acidificam a região da rizosfera e contribuem para a maior solubilização do P. Flores et al. (2015) explicam que a acidificação é ocasionada pela maior absorção de cátions em relação à ânions, o que gera maior excreção de  $\text{H}^+$  (ARCAND; SCHNEIDER, 2006), acidificando a região.

Entretanto, como observado no presente trabalho, o teor de P nos sistema consorciado de milho com calopogônio semeado no V4 ou VT, não se diferiu do milho solteiro, o que pode sugerir que essa solubilização não foi realizada (TABELA 5). Esse resultado pode indicar, também, que o calopogônio não competiu pelo P, diferente da puerária e da soja perene. Estes adubos verdes podem ser mais exigentes em P, o que proporcionou o menor teor do nutriente nas folhas do milho (TABELA 5).

Tabela 6. Médias dos Teores de fósforo (P) e enxofre (S) no milho, de acordo com o tipo de adubo verde (Calopogônio, Puerária e Soja Perene) e as épocas de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT), respectivamente. Araras/SP, safra 2014/2015.

<b>Nutrientes</b>	<b>P (g kg<sup>-1</sup>)</b>
Calopogônio	1,12 a
Puerária	0,83 b
Soja Perene	0,73 b
CV (%)	20,34
MÉDIA	0,89
<b>Época de semeadura</b>	<b>S (g kg<sup>-1</sup>)</b>
V4	1,12 a
VT	0,98 b
CV (%)	15,36
MÉDIA	1,05

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem entre si de acordo Com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), a absorção do P é influenciada pela concentração de Mg no meio, podendo este ser carregador do P para dentro da planta. Assim, para ambos os nutrientes, os teores estão abaixo dos valores de adequados, que para o P é de 2,0 – 4,0 g Kg<sup>-1</sup>, segundo Cantarella, Raij e Camargo et al. (1997), provavelmente o baixo teor de Mg pode ter influenciado o menor teor de P nas folhas do milho.

O P está diretamente relacionado com a geração e transferência de energia para os processos bioquímicos (FLORES et al., 2014), como a FBN, que necessita de maior gasto de energia e P (QUEIROZ et al. 2008).

No cultivo convencional de milho consorciados com diversos adubos verdes (mucuna-anã, guandu-anão, *C. spectabilis* e feijão-de-porco), Heinrichs et al. (2002), verificaram que o teor deste macronutriente esta dentro da faixa adequada, e a não diferenciação entre os tratamentos se deve a adubação convencional realizada. Mendes et al. (2004) verificaram que no consórcio de milho com calopogônio, sendo este cortado durante o experimento (61DAS), o teor de P ficou dentro da faixa recomendada, devido a adubação realizada no início do experimento.

O teor foliar de S no milho foi influenciado pelas épocas de semeaduras das fabáceas, com o maior valor observado quando a semeadura foi realizada no estágio V4 do milho, independente dos adubos verdes (TABELA 6).

Comparando os consórcios milho/adubos verdes com o milho solteiro (TABELA 5) verificou-se, que o calopogônio semeado no estágio V4 do milho proporcionou o maior teor foliar de S, em relação ao milho solteiro, sendo esse tratamento também, o que acumulou maior massa de matéria seca.

Silva et al. (2015) explicam que a competição por S entre poáceas pode ser menos limitante em relação aos outros nutrientes, como observado neste trabalho, no qual não houve diferença significativa entre os sistemas consorciados. No entanto os valores, no sistema consorciado e no milho solteiro, se encontram abaixo dos valores adequados ( $1,5 - 3,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) segundo Cantarella, Raij e Camargo et al. (1997), indicando uma possível deficiência deste no solo.

O N pode influenciar no teor de S disponível para absorção do milho, fato que fica evidente na avaliação dos contrastes (TABELA 5). No consórcio milho calopogônio semeado no estágio V4 o teor de N não diferiu do milho solteiro, enquanto que para o S, neste mesmo tratamento, foi verificado valor acima do milho solteiro e acima dos demais tratamentos, ou seja, enquanto o teor de N reduziu no milho, o S teve o seu teor aumentado.

Para as fabáceas, o enxofre é requerido nos nódulos para a FBN, dado que este nutriente é um elemento constituinte da nitrogenase, enzima fixadora de N (PAIVA; NICODEMO, 1994). Assim, pode-se dizer que quanto menor for a FBN, menor é a absorção de S pelas fabáceas, e mais S ficaria disponível para o milho.

Em experimento de milho consorciado com fabáceas, Heinrichs et al. (2002) e Mendes et al. (2004), encontraram o teor de S dentro da faixa recomendada nas folhas de milho. No entanto, esse fato se deve a adubação realizada, pois os autores explicam que muitas vezes o efeito nutricional dos adubos verdes, são mais significativos no segundo ano de cultivo, afirmando que no mesmo ciclo da cultura principal tem influência reduzida.

Segundo Heinrichs et al. (2002), muitas vezes a fabácea acumula maior quantidade de massa de matéria seca e assim, maior quantidade de nutrientes e conseqüentemente, no segundo ano, poderá disponibilizá-los para a cultura subsequente ou no mesmo ciclo, quando da semeadura sob sua palhada. Segundo Queiroz et al. (2008), quando há cultivo sucessivo de milho em consórcio e sob palhada de fabáceas perenes, há maior acúmulo de material orgânico a ser mineralizado, e assim pode suprir as necessidades de nutrientes para o milho, quando comparado com o cultivo de um único ano, sendo que os benefícios irão depender da capacidade da planta em transformar a energia luminosa em química (biomassa), e de acordo com o seu potencial de extração e ciclagem dos nutrientes (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012)

De maneira geral, pode-se afirmar que, para a maioria dos nutrientes (P, K, Ca, Mg e S), as fabáceas não incrementaram os seus teores foliares do milho, pelo contrário, podem ter competido pelos nutrientes, o que proporcionou valores abaixo do recomendado por Cantarella, Raij e Camargo (1997). Porém, esse fato não refletiu na produtividade de grãos, como visto no capítulo 1. Fato que corrobora com Heinrichs et al. (2002) que afirmaram que o consórcio de milho com adubos verdes, no primeiro ano de cultivo não reduz a produtividade de grãos do milho.

O cultivar AL Avaré, parece ser mais eficiente e com maior potencial produtivo, pois apesar de ser encontrado menor teor de alguns nutrientes nas folhas do milho, a produtividade foi mantida. De acordo com a COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (2010) esta variedade tem estabilidade produtiva e maior capacidade de produção de grãos em relação a outras variedades, como o AL Bandeirante. O potencial produtivo do milho AL Avaré, pode passar de  $7,0 \text{ t ha}^{-1}$ , isto é uma vantagem para o pequeno produtor que não utiliza milho híbrido, e assim com menor capacidade tecnológica pode-se obter bons rendimentos (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2010; CRUZ et al., 2010).

## **5. Conclusões**

Os adubos verdes afetaram de forma negativa os teores foliares de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre do milho em relação ao cultivo solteiro.

O calopogônio semeado no estágio V4 competiu com o milho por nitrogênio.

O calopogônio semeado no VT, a puerária e a soja perene, semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio ao milho em comparação ao milho solteiro.

## 6. Literatura Citada

ALMEIDA, L. D.; MAEDA, J. A.; FALIVENE, S. M. P. Efeitos de métodos de escarificação na germinação de sementes de cinco leguminosas forrageiras. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 9, p. 83-96, 1979.

ALMEIDA, J. C. C.; MORAIS, L. F. de; SILVESTRE, M. S.; PÁDUA, F. T. de; SOARES, F. A. Métodos para quebra da dormência das sementes de *Pueraria phaseoloides*. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 24. 2014, Vitória. **Resumos...** Vitória: ABZ, 2014. 4 p.

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, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas - MG: Embrapa-CNPMS, 2006. 12p. (Circular Técnica 80).

ARCAND, M. M.; SCHNEIDER, K. D. Plant- and microbial-based mechanisms to improve the agronomic effectiveness of phosphate rock: a review. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 791 – 807, 2006

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C. E. O. 13 cereais. In: RAIJ, B. van et al., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação, 1997. p. 45-72. (Boletim técnico, 100).

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção do milho: Economia, Cultivares, Biotecnologia, Safrinha, Adubação, Quimigação, Doenças, Plantas daninhas e Pragas**. Viçosa: UFV, 2004. p. 139-182.

CASTRO, A. M. C. e; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônomo do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v.1, n.2, p.35-44, 2008.

CECCON, G. Cálculo para taxa de semeadura de espécies forrageiras perenes em cultivos anuais. **Agrarian**, Dourados, v.8, n.27, p. 39-46, 2015.

CHIEN, S. H.; CARMONA, G.; HENAO, J.; PROCHNOW, L. I. Evaluation of rape response to different sources of phosphate rock in an alkaline soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 34, n. 13-14, p. 1825-1835, 2003.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Circular Técnica 78. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 10 p, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, v. 3 - Safra 2015/16: 11º levantamento. Brasília, p. 1-176, 2016.

<  
[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_08\\_09\\_12\\_08\\_19\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_09_12_08_19_boletim_graos_agosto_2016.pdf)>. Acesso em: jun. 2016.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). **Evolução das cultivares de milho variedade “AL” produzidas pela CATI**. 2010. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_4/MilhoCati/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/MilhoCati/index.htm)>. Acesso em: ago. 2016

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; MIRANDA, G. V.; LEMOS, J. P.; RODRIGUES, O. L.; CONCEIÇÃO, P. M. da. Desempenho agrônômico do milho orgânico e tradicional em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.1, n.1, p.79-87, Julho, 2011.

COSTA, N. de L. (Editor). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 219 p. 2004.

COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.663-667, 2008.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I.; DUARTE, J. de O.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Circular Técnica 81. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 17 p, 2006.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; GUIMARÃES, L. J. M.; MOREIRA, J. A. A.; MATRANGOLO, W. J. R. **Varietades de Milho em Sistema Orgânico de Produção na Safra 2009/10**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28, 2010, Goiânia. *CD-Rom*...Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010, 6 p.

CURY, J. P.; SANTOS, J. B.; SILVA, E. B.; BYRRO, E. C. M.; BRAGA, R. R.; CARVALHO, F. P.; VALADÃO SILVA, D. Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 287-296, 2012.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. da. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625-628. 2010.

DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Árvore do conhecimento: milho**. 2010. AGEITEC, Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html#](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html#)>. Acesso em: jan. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Brasília: 3.ed., 2013. 353p.

FERREIRA D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 456, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.

FLORES, R. A.; COLLIER, L. S.; SANTOS, C. L. R. dos; MODA, L. R.; SILVA, A R. da. Produção de *Andropogon gayanus* consorciado com espécies leguminosas, adubadas com fósforo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Palmas. v. 5, n.1: p. 50-62, 2014.

FINHOLDT, R. S.; ASSIS, A. M.; BISINOTTO, F. F.; AQUINO JÚNIOR, V. M.; SILVA, L. O. I. Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2009.

FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C.C.; SANTOS, I. C. dos; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema de plantio direto. In: Cultivo de milho no sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 27, n. 233, 2006, p. 127-136.

FONTANETTI, A.; MAHLMEISTER, K.; SALGADO, G. C.; ALTARUGIO, V.; SILVA NETO, F. J. da; ARANTES, A. C. C.; SANTOS, D. G. P. de O. dos. Teores de Nutrientes Foliares do Milho em Consórcio com Guandu anão (*Cajanus cajan* L.) em Sistema de Plantio Direto. **Cadernos de Agroecologia** [On-line], v. 9, n. 4, 2014.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D., BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. INCAPER, Vitória, 28p., 2008.

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C. **Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do milho**. Circular Técnica 74. ISSN 1679-1150. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG. 2006.

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 225-230, 2002.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 39-46, 2005.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional de plantas, princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 210p.

MATRANGOLO, W. J. R.; OLIVEIRA, M. F. de; RODRIGUES, B. F.; GOMES, S. X. Aspectos da produção orgânica de milho na região central de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 30.; SIMPÓSIO SOBRE LEPTÓPTEROS COMUNS A MILHO, SOJA E ALGODÃO, 1., 2014, Salvador. Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global: **Resumos expandidos**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; ROSA, J. D.; ATIBONI, L. C. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Aplico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 04, p.799-806, 2008.

MENDES, F. F.; SANTOS, I. C. DOS; GUIMARÃES, L. J. M.; MIRANDA, G. V.; FONTANETTI, A.; OLIVEIRA, L. R.; SALGADO, L. T. **Efeito do consórcio milho-leguminosas e da aplicação de esterco na produtividade e no estado nutricional do milho em sistema orgânico**. EPAMIG, 2004. Disponível em: <[http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphrase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15](http://www.epamig.br/index.php?option=com_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphrase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15)>. Acesso em: jan. 2014.

MONTEIRO, E. M. M.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F. dos; AVIZ, M. A. B. de. Valor nutritivo da leguminosa *Pueraria phaseoloides* como alternativa na suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, 2009.

MÔRO, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A., PIMENTEL, M. A. (Ed.). **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 09-25.

NEVES, I. P. **Adubação Verde**. Bahia: SBRT/RETEC, 2007. 20 p. Dossiê Técnico.

PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M. L. F. **Enxofre no sistema solo-planta-animal**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 45 p. (Documentos 56).

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M. A.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. DE; LIMA, R. C.; Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

PEREIRA, L. C.; FONTANETTI, A.; BATISTA, J. N.; GALVÃO, J. C. C.; GOULART, P. L. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia** [On line], v.6, n.3, p. 191-200, 2011.

PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; PEREIRA S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde**, Pombal, v. 7, n. 5, p. 36-40, 2012.

PERES, J. G.; MARCUSSI, L.; SOUZA, C. F.; BRUGNARO, C. Utilização de lisímetros de pesagem para a determinação dos coeficientes de cultura do meloeiro

(*Cucumis melo L.*) para cultivo em estufa agrícola na região de Araras – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.475-487, 2013.

QUEIROZ, L. R.; COELHO, F. C.; BARROSO, D. G.; GALVÃO, J. C. C. Cultivo de milho consorciado com leguminosas arbustivas perenes no sistema de aléias com suprimento de fósforo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 409-415, 2008.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. 2 amostragem de solo. In: **Boletim Técnico, 100 – Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. rev. atual. Campinas, Instituto Agronômico/ Fundação IAC, 1997. 285 p.

RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. V. M. dos; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTIN, C. A. de S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**, Pombal, v.6, n.1, p. 43 – 50, 2011.

RUSCHEL, A. P.; VOSE, P. B.; VICTORIA, R. L. SALATI, E. Comparison of isotope techniques and non-nodulating isolines to study the effect of ammonium fertilization on dinitrogen fixation in soybean, *Glycine max.* **Plant and Soil**, v.53, p.513-525, 1979.

SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C. Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p.259-267, 2002.

SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. dos S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semi árida. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 1735-1744, 2011.

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A .M.; FREITAS, M. A. M. de; SILVA, A. A. da; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R. ; CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, p.1394-1400, 2015.

SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 417-423, 2002.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os adubos verdes perenes calopogônio, puerária e soja perene produziram reduzida massa de matéria seca, palhada, para a cobertura do solo, quando comparadas a outras espécies de adubos verdes. Pois, não houve diferença na produção de massa de matéria seca entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes e o cultivo do milho solteiro. No entanto, a quantidade de palhada total, independente dos sistemas consorciados ou milho solteiro, foi superior a recomendada ( $6,0 \text{ t ha}^{-1}$ ) para cobertura do solo em sistemas de agricultura de conservação, como o plantio direto. Essa quantidade de palhada pode beneficiar as características químicas, físicas e biológicas do solo, com reflexos positivos na produtividade de grãos

O calopogônio, a puerária e a soja perene em consórcio com o milho não foram eficientes para o controle das espontâneas, por apresentarem crescimento e estabelecimento inicial lento. Dentre os adubos verdes avaliados o calopogônio foi a espécie que produziu maior massa de matéria seca e proporcionou maior porcentagem de cobertura do solo, provavelmente, por apresentar crescimento inicial, apesar de lento, superior as demais espécies avaliadas. No entanto, em função disso, foi também a espécie que mais competiu com o milho por nitrogênio, quando semeado no estágio V4.

Os adubos verdes calopogônio, puerária e soja perene, afetaram de forma negativa o teores foliares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) do milho. O calopogônio semeado no VT, a puerária e a soja perene,

semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio ao milho. Porém, as espécies não interferiram nos parâmetros de crescimento e produtividade de grãos do milho em relação ao cultivo solteiro.

## APÊNDICE

## Apêndice 1

**A.** Resumo da análise de variância com o quadrado médio, para adubos verdes e épocas de semeadura dos adubos verdes e a interação entre estes para as variáveis do milho: altura de plantas (ALT); diâmetro do colmo (DIA); área foliar específica (AFE); índice de área foliar (IAF); massa de seca dos colmos (MSC); das folhas (MSF); total (MST); índice de clorofila Falker (ICF) e folhas acima da espiga superior (FAE). Araras/SP, safra 2014/2015.

Fontes de Variação <sup>1</sup>	ALT	DIA	AFE	IAF	MSC	MSF	MST	ICF	FAE
	(m)	(cm)	(cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )		------(kg ha <sup>-1</sup> )-----				
QUADRADO MÉDIO									
A	0,006 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	339,63 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	1229290,80 <sup>ns</sup>	72370,92 <sup>ns</sup>	1571436,21 <sup>ns</sup>	10,20 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
S	0,005 <sup>ns</sup>	3,61 <sup>ns</sup>	437,25 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	2502591,25 <sup>ns</sup>	185699,39 <sup>ns</sup>	3808935,08 <sup>ns</sup>	3,78 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>
A x S	0,028 <sup>ns</sup>	3,21 <sup>ns</sup>	792,50 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	2481869,24 <sup>ns</sup>	890654,71 <sup>ns</sup>	6209390,55 <sup>ns</sup>	11,63 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
CV (%)	6,35	3,91	15,55	22,42	31,27	28,93	29,60	7,05	6,91
Média	2,35	24,41	145,67	3,33	4320,61	2349,54	6682,64	57,90	6,10

<sup>1</sup> - A - Adubos Verdes (Calopogônio, Puerária e Soja Perene); S - Época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT milho); AxS - Interação Adubos Verdes e Época de Semeadura.  
ns - Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

**B.** Resumo das análises de variância com o quadrado médio dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro para as variáveis do milho: altura de plantas (ALT); diâmetro do colmo (DIA); área foliar específica (AFE); índice de área foliar (IAF); massa de matéria seca dos colmos (MSC); das folhas (MSF); total (MST); índice de clorofila Falker (ICF) e folhas acima da espiga superior (FAE). Araras/SP, safra 2014/2015.

Fontes de Variação	ALT	DIA	AFE	IAF	MSC	MSF	MST	ICF	FAE
	(m)	(cm)	(cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )		------(kg ha <sup>-1</sup> )-----				
QUADRADO MÉDIO									
Tratamentos	0,02 <sup>ns</sup>	1,91 <sup>ns</sup>	473,61 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	2256409,22 <sup>ns</sup>	425520,81 <sup>ns</sup>	4305515,28 <sup>ns</sup>	8,10 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
CV (%)	6,04	4,02	14,62	20,39	28,17	26,30	26,59	6,51	7,15
Média	2,4	24,5	144,8	3,4	4476,3	2400,8	6878,8	58,0	6,1

ns - Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

## Apêndice 2

**A.** Resumo das análises de variância com os quadrados médios para adubos verdes e época de semeadura dos adubos verdes e a interação entre estes para as variáveis: Massa de matéria seca dos adubos verdes (MSA), porcentagem de cobertura do solo pelos adubos verdes (PC), massa de matéria seca das espontâneas (MSE) e massa da matéria seca total do consórcio milho/adubos verdes (MSTC). Araras/SP, Safra 2014/2015.

Fontes de Variação <sup>1</sup>	MAS (kg ha <sup>-1</sup> )	PC (%)	MSE (kg ha <sup>-1</sup> )	MSTC (kg ha <sup>-1</sup> )
	QUADRADO MÉDIO			
A	629007,79*	416,24*	12913,78 <sup>ns</sup>	807807,87 <sup>ns</sup>
S	722731,63*	1395,37*	25593,68 <sup>ns</sup>	1213331,07 <sup>ns</sup>
A x S	246058,67*	115,15*	728753,84 <sup>ns</sup>	8827221,73 <sup>ns</sup>
CV (%)	60,54	32,68	49,65	28,79
Média	307,27	15,66	1238,29	6989,91

<sup>1</sup> - A - Adubos Verdes (Calopogônio, Puerária e Soja Perene); S - Época de semeadura dos adubos verdes ( estádios V4 e VT do milho); A x S - Interação Adubos Verdes e Época de Semeadura.

\* - Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

ns - Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

**B.** Resumo das análises de variância com os quadrados médios para os contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro para as variáveis: massa de matéria seca total do consórcio milho e adubos verdes (MSTC) e massa de matéria seca das espontâneas (MSE). Araras/SP, safra 2014/2015.

Fontes de variação	MSE -----(kg ha <sup>-1</sup> )-----	MSTC
	QUADRADO MÉDIO	
Tratamentos	263762,20 <sup>ns</sup>	4062816,81 <sup>ns</sup>
CV (%)	48,27	26,05
Médias	1217,35	7142,14

ns - Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste F

## Apêndice 3

**A.** Resumo das análises de variância, com os quadrados médios, para os adubos verdes e épocas de semeadura dos adubos verdes e a interação entre estes para as variáveis do milho: Estande Final de Plantas (EF); Prolificidade (PROL); Número de Fileiras por Espiga (NFE); Número de Grãos por Fileira (NGF); Produtividade (PROD) e Peso de 100 Grãos (P100). Araras/SP, safra 2014/2015.

Fontes de Variação <sup>1</sup>	EF (plantas ha <sup>-1</sup> )	PROL	NFE	NGF	PROD (t ha <sup>-1</sup> )	P100 (g)
QUADRADO MÉDIO						
A	5761333,13 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,090 <sup>ns</sup>	13,56 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	3,14 <sup>ns</sup>
S	416666583,33*	0,007 <sup>ns</sup>	0,633 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	11,23*
A x S	51851881,48 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	4,62 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>
CV (%)	9,95	6,56	5,44	6,89	13,14	4,81
Média	65648,15	1,23	15,12	31,71	9,04	31,21

<sup>1</sup> - A - Adubos Verdes (Calopogônio, Puerária e Soja Perene); S - Época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT do milho); A x S - Interação Adubos Verdes e Época de Semeadura.

\* - Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

ns - Valores não significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

**B.** Resumo das análises de variância dos contratos entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro para as variáveis do milho: Estande Final de Plantas (EF), Prolificidade (PROL), Número de Fileiras por Espiga (NFE), Número de Grãos por Fileira (NGF), Produtividade (PROD) e Peso de 100 Grãos (P100). Araras/SP, safra 2014/2015.

Fontes de Variação	EF (plantas ha <sup>-1</sup> )	PROL	NFE	NGF	PROD (t ha <sup>-1</sup> )	P100 (g)
QUADRADO MÉDIO						
Tratamentos	89476779, 83*	0,021*	0,02 <sup>ns</sup>	5,42 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	6,20**
CV (%)	9,12	7,68	0,63	6,82	12,30	4,53
Medias	65476,19	1,21	15,34	31,72	9,02	32,54

\*, \*\* Significativo, de acordo com o teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

ns - Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

## Apêndice 4

**A.** Resumo da análise de variância com o quadrado médio, para adubos verdes e época de semeadura dos adubos verdes e a interação entre estes para o teor de nutrientes nas folhas de milho, quanto a: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Araras/SP, safra 2014/2015.

Fontes de variação <sup>1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----( $\text{g kg}^{-1}$ )-----					
QUADRADO MÉDIO						
A	82,218**	0,324**	0,326 ns	0,047 ns	0,217 **	0,001 ns
S	147,510**	0,074 <sup>ns</sup>	0,666 ns	0,0002 ns	0,010 ns	0,127 **
A x S	119,385**	0,037 <sup>ns</sup>	0,502 ns	0,330 **	0,171 **	0,062 ns
CV (%)	6,19	20,34	15,33	11,32	27,3	15,36
Média	33,31	0,89	3,258	2,192	0,687	1,049

<sup>1</sup> - A - Adubos Verdes (Calopogônio, Puerária e Soja Perene); S - Época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT do milho); A x S - Interação Adubos Verdes e época de Semeadura .

\*\* - Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste F;

ns- Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

**B.** Resumo das análises das médias dos contratos entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro para o teor de nutrientes nas folhas de milho, quanto a: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Araras/SP, safra 2014/2015.

Fontes de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----( $\text{g kg}^{-1}$ )-----					
QUADRADO MÉDIO						
Tratamentos	120,289 **	0,181 **	0,520 ns	0,166 **	0,149 **	0,059 **
CV (%)	7,33	23,73	16,26	11,19	26,54	14,66
Médias	32,303	0,934	3,189	2,230	0,713	1,025

\*\* Significativo, de acordo com o teste F, a 5% de probabilidade.

ns - Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade