

ESTENIO MOREIRA ALVES

PRODUÇÃO DE MILHO-VERDE E GRÃOS CONSORCIADOS COM
LEGUMINOSAS EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Agroecologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A474p
2014

Alves, Estenio Moreira, 1981 -

Produção de milho-verde e grãos consorciados com leguminosas em sistema de plantio direto orgânico / Estenio Moreira Alves. - Viçosa, MG, 2014.

xiv, 64f.: il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Milho. 2. *Canavalia ensiformis*. 3. *Cajanus cajan*. 4. Compostos orgânicos. 5. Sistema de plantio direto.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Agroecologia.
II. Título.

CDD 22.ed. 633.15

ESTÊNIO MOREIRA ALVES

PRODUÇÃO DE MILHO-VERDE E GRÃOS CONSORCIADOS COM
LEGUMINOSAS EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Agroecologia, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

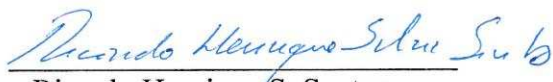
APROVADA: 21 de fevereiro de 2014



Gilberto Bernardo de Freitas



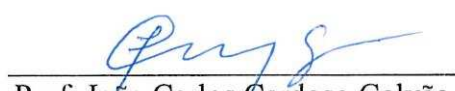
Tatiana Pires Barrella



Ricardo Henrique S. Santos
(Coorientador)



Rodrigo Oliveira de Lima



Prof. João Carlos Cardoso Galvão
(Orientador)

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, que não me abandonou nunca, dando-me força, fé, conhecimento e oportunidades jamais imaginadas, culminando nesta conquista, dedico lhe minha vida.

Dedico também a minha mãe, MARINA MOREIRA MIRANDA, que nos momentos mais difíceis dedica-se a nos apoiar. Sou e serei eternamente grato pela tua compreensão, a você mãe, meu irmão, Rômulo, e de meu pai, Jaime, e de toda minha família.

Dedico a todos da minha família e aos que zelam por mim ao lado de Deus, *in memoriam*, a Estevão Machado Miranda, Maria Moreira Neves e Antônia Pereira da Silva, que certamente se orgulhariam da nossa conquista. Dedico a todos que sempre acreditaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus porque sem ele nada seria possível;

A minha MÃE e a minha família por terem me apoiado e acreditado sempre, mesmo diante das dificuldades, enfim pelo apoio imensurável;

Ao meu irmão que sempre acreditou e apoiou bastante na condução deste projeto;

A você Jaime pai que sempre foi um porto seguro a nossa família;

Ao professor, orientador e grande amigo, Prof^o Dr. João Carlos Cardoso Galvão, pela paciência, dedicação, confiança creditada;

Aos professores e amigos pela participação nesta etapa importante da minha vida, Prof. Dr. Ricardo H. S. Santos, Prof^a Dr^a. Silvia Priori e Prof. Dr. Glauco Vieira Miranda, grandes orientadores responsáveis pela minha formação pessoal e profissional;

Aos professores integrantes da banca pelas contribuições para concretização deste trabalho;

Agradecimentos ao “Carlinhos” em nome dos funcionários da Estação Experimental de Coimbra-MG, as secretarias dos programas de Pós Graduação da UFV, pelas contribuições na condução do experimento e conclusão do curso.

Aos amigos e amigas do mestrado em Agroecologia, da Pós Graduação e demais amigos e amigas desse mundão de meu Deus.

Ao “R.U.” pelo “pão nosso de cada dia”, com qualidade;

A Universidade Federal de Viçosa - UFV, *Campus* de Viçosa-MG, ao Programa de Pós Graduação em Agroecologia e aos Departamentos de Agronomia de Fitotecnia, Solos, Nutrição e Zootecnia.

A Jornalista Karen Terossi, ao Médico Veterinário Tiago do Prado Paim pelas contribuições na realização deste trabalho.

Agradeço a tudo e a todos que contribuíram indireta ou diretamente.

Estenio Moreira Alves.

BIOGRAFIA

ESTENIO MOREIRA ALVES, filho de Marina Moreira Miranda e Geraldino Alves dos Santos, nasceu em Aragarças, Estado de Goiás, em 29 de outubro de 1981.

Concluiu em 1996 Pré-Qualificação em Agropecuária pela Escola Agrícola Municipal Laudelino de Souza Santos, Barra do Garças - MT.

Em 1998 concluiu o Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Cáceres, Cáceres - MT.

Em 1999 concluiu Pós-Técnico em Zootecnia pela Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa, Santa Teresa - ES.

Graduou-se em 2007 em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra - MT.

Especializou-se em Proteção de Plantas em 2009 pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

Em 2014 recebe o título de *Magister Scientiae* em Agroecologia pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, sob orientação do professor Dr. João Carlos Cardoso Galvão e co-orientação do professor Dr. Ricardo Henrique Silva Santos e professora Dr^a Anastácia Fontanetti.

Atualmente é Engenheiro Agrônomo do IF Goiano, *Campus* Iporá, Iporá - GO.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 Objetivos específicos	7
2. HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL	8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
4. CAPITULO 1	
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MILHO-VERDE	
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO	
SPDO	14
RESUMO	14
ABSTRACT	15
4.1. INTRODUÇÃO	16
4.2. MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.2.1. Localização e contexto	18
4.2.2. Delineamento experimental	19
4.2.3. Implantação e condução do experimento	20
4.2.4. Avaliações	21
4.2.4 Análise estatística	21
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.3.1. Índice de prolificidade	22
4.3.2. Produtividade	24
4.3. Atributos morfológicos das espigas de milho-verde	26
4.4. CONCLUSÕES	30
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
5. CAPITULO 2	
TEOR DE PROTEÍNA, EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES E	
COMPONENTES FITOTÉCNICOS DA PRODUÇÃO DE MILHO	

ORGÂNICO CONSORCIADOS COM GUANDU (<i>Cajanus cajan</i>)	34
RESUMO	34
ABSTRACT	35
5.1. INTRODUÇÃO	36
5.2. MATERIAIS E MÉTODOS	38
5.2.1. Localização e contexto	38
5.2.2. Delineamento experimental	39
5.2.3. Implantação e condução do experimento	40
5.2.4. Avaliações	41
5.2.5. Análise estatística	42
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.3.1. Altura de plantas e de inserção de espigas	43
5.3.2. Índice de prolificidade	44
5.3.3. Massa de mil grãos	46
5.3.4. Teor de proteína bruta dos grãos	47
5.3.5. Produtividade de grãos	50
5.3.6. Teor de macronutrientes dos grãos	53
5.3.7. Exportação de macronutrientes pelos grãos produzidos	55
5.4. CONCLUSÕES	58
5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
6. CAPITULO 3	
6.1. ANEXOS.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
*	Multiplicação
“F”	Fisher
ABC	Agricultura de baixo carbono
ANAVA	Análise de variância
ATP	Adenosina trifosfato
B	Boro
C	Carbono
C/N	Relação carbono:nitrogênio
C1...5	Contrastes
Ca	Cálcio
CEASA-MG	Central de abastecimento de Minas Gerais
cm	Centímetro
CO	Carbono orgânico
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Capacidade de troca de cátions
Cu	Cobre
CV	Coefficiente de variação
DAE	Dias após emergência
DBC	Delineamento em blocos casualizados
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
Fe	Ferro
GL	Graus de liberdade
H ₂ O	Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFOAM	Fundação Internacional para Agricultura Orgânica
ILP	Integração lavoura pecuária
IPD-Orgânicos	Instituto de promoção do desenvolvimento - Orgânicos
K	Potássio
K ₂ O	Óxido de potássio
Kg	Quilograma
Kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare
Kg Mg ⁻¹	Quilograma por mega grama
m	Metro
m ⁻¹	Por metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
m ³ ha ⁻¹	Metro cúbico por hectare
Mg	Magnésio
MG	Minas Gerais
Mg ha ⁻¹	Mega grama por hectare
mil ha ⁻¹	Mil por hectare

Mn	Manganês
N	Nitrogênio
N ₂	Nitrogênio atmosférico
Na	Sódio
NH ₄	Amônio
N-NH ₄ ⁺	Nitrogênio Amoniacal
NO ₃	Nitrato
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
p<0,05	Probabilidade a 5%
P ₂ O ₅	Óxido de Fósforo
pH	Potencial de hidrogênio
r ²	Coefficiente de determinação
S	Enxofre
SPC	Sistema de plantio convencional
SPD	Sistema de plantio direto
SPDO	Sistema de plantio direto orgânico
T1...6	Tratamentos
UFV	Universidade Federal de Viçosa
un ha ⁻¹	Unidade por hectare
V3	Estádio vegetativo com três folhas definitivas expandidas
V6	Estádio vegetativo com seis folhas definitivas expandidas
X	Versus
Zn	Zinco

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Histórico de manejo de plantas espontâneas e adubação da área experimental a partir da implantação do sistema de plantio direto orgânico e correspondência dos respectivos tratamentos aplicados	18
Tabela 2 – Índice de prolificidade de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	23
Tabela 3 – Produtividade de espigas comerciais (mil ha ⁻¹) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	25
Tabela 4 – Produtividade de espigas comerciais sem palha (Mg ha ⁻¹) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	25
Tabela 5 – Massa de espigas com palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/2013	26
Tabela 6 – Massa de espigas comerciais sem palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	27
Tabela 7 – Comprimento de espigas comerciais sem palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	28
Tabela 8 – Diâmetro médio de espigas comerciais sem palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	29
Tabela 9 – Histórico de manejo de plantas espontâneas e adubação da área experimental a partir da implantação do sistema de plantio direto orgânico e correspondência dos respectivos tratamentos aplicados	38
Tabela 10 – Altura de plantas de milho UFV M100 cultivados em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	43
Tabela 11 – Altura de inserção de espigas de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	44
Tabela 12 – Prolificidade de milho UFV M100 cultivados em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	45
Tabela 13 – Massa de mil grãos de milho UFV M100 cultivados em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13	47
Tabela 14 – Teor de proteína bruta dos grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico safra 2012/13	50

Tabela 15 – Produtividade de grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico	52
Tabela 16 – Teores de macronutrientes nos grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico dos tratamentos avaliados na safra 2012/13	54
Tabela 17 – Médias absolutas de exportação de macronutrientes pelos grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico nos tratamentos avaliados na safra 2012/13	57

RESUMO

ALVES, Estenio Moreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Produção de milho-verde e grãos consorciados com leguminosas em sistemas de plantio direto orgânico.** Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. Co-orientadores: Ricardo Henrique Silva Santos e Anastácia Fontanetti.

A busca por meios de produção mais sustentáveis é uma necessidade da agricultura. Os sistemas de plantio direto orgânico de milho atende diversos princípios conservacionistas do solo. Proporciona produções isentas de contaminantes, e é responsável por tornar a atividade agrícola menos dependente de insumos externos. Dentre os produtos, o grão e milho-verde são fundamentais para as cadeias produtivas de monogástricos e da alimentação humana contemplando ampla diversidade de pratos típicos da culinária brasileira. Buscando inovações que resulte em alternativas viáveis a produção. O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do residual de adubações em diferentes níveis de composto orgânico e dos consórcios de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e guandus (*Cajanus cajan*) com milho sobre os componentes da produção e produtividade de grãos e milho-verde em sistema de plantio direto orgânico (SPDO). O experimento foi conduzido em DBC com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: T1 – Monocultivo de milho sem adubação (Residual da adubação com composto orgânico das 27 safras anteriores); T2 – Monocultivo de milho, adubado com 20 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T3 – Monocultivo de milho, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T4 Consórcio de milho com feijão-de-porco, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T5 – Consórcio de milho com guandu anão, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e T6 – Consórcio de milho com guandu arbustivo, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico. Realizou-se ANAVA aplicando-se o teste “F” (p<0,05) e submetido ao teste “t” (p<0,05) para comparação de duas médias. A distribuição do composto orgânico foi feita sobre o sulco de semeadura conforme determinado nos tratamentos imediatamente após a semeadura. Foi cultivado em SPDO, com manejo de plantas espontâneas através de roçadas. As leguminosas foram semeadas na linha do milho no mesmo dia. Na avaliação dos componentes da produção de milho-verde, não houve diferenças significativas nas variáveis avaliadas, exceto para o índice de prolificidade. Sabe-se que a segunda espiga pode comprometer a massa, diâmetro e comprimento das espigas de milho-verde, comprometendo a aceitação pelo mercado consumidor. Todavia, embora o índice de prolificidade tenha efeito significativo aos tratamentos não foi capaz de comprometer as

espigas produzidas nos tratamentos. Os resultados referentes a produção de grãos revelam que a produtividade e a exportação de macronutrientes não apresentam diferenças significativas. Já a prolificidade, os teores de proteína bruta dos grãos/nitrogênio e massa de mil grãos diferiram significativamente, destacando os tratamentos consorciados com guandus. O efeito residual da adubação com composto orgânico nos sistemas fertilizados por 27 safras consecutivas mantém a produtividade de milho-verde e grãos, reduzindo a dependência por adubações orgânicas por duas safras. Conclui-se, que o SPDO não depende de adubações anuais com composto orgânico; os consórcios não prejudicam os atributos morfológicos de espigas de milho-verde e os componentes da produção de grãos. Ressalta-se, que os consórcios com guandus proporcionam melhora na qualidade dos grãos de milho. Portanto, a consorciação beneficia o cultivo de milho em sistema de plantio direto orgânico, principalmente quando consorciado com guandus.

ABSTRACT

ALVES, Estenio Moreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2014. **Production of sweet corn and grains intercropped with legumes in no-till organic systems.** Advisor: João Carlos Cardoso Galvão. Co-supervisores: Ricardo Henrique Silva Santos e Anastácia Fontanetti.

The search for more sustainable production ways is an agriculture need. The no-till organic corn production system meets several soil conservation principles. It provides contaminants free products, and it is responsible for making the agriculture less dependent of external inputs. The products, corn grain and sweet corn, are critical to monogastric nutrition and human nutrition, which are in a wide variety of Brazilian typical dishes. To find innovations that can led to viable alternatives of production, the aim of this study was to evaluate the residual fertilizer effects in production components, grain and sweet corn yield at different levels of organic compost and intercropping of jack bean (*Canavalia ensiformis*) and pigeonpea (*Cajanus cajan*) with corn in no-till organic crop system (NTOCS). The experiment was conducted in a randomized block design with six treatments and four replications. The treatments were: T1 – maize monoculture without fertilizer (Residual fertilizing from organic compost of 27 previous crops); T2 – maize monoculture, fertilized with 20 m³ ha⁻¹ of organic compost; T3 – maize monoculture, fertilized with 40 m³ ha⁻¹ of organic compost; T4 – corn and jack bean intercropped, fertilized with 40 m³ ha⁻¹ of organic compost; T5 – maize and dwarf pigeonpea intercropped, fertilized with 40 m³ ha⁻¹ of organic compost and T6 - Maize and pigeon pea shrub intercropped, fertilized with 40 m³ ha⁻¹ of organic compost. The ANAVA was performed using the "F" test ($p < 0.05$) and submitted to the "t" test ($p < 0.05$) for comparison of two means. The organic compost was distributed on planting groove as determined in treatment immediately after planting. The corn crop was conducted in NTOCS with weeds management through mowing. Legumes were planted at the corn row at the same day. In the evaluation of production components of sweet corn, there were no significant differences in the variables studied, except for the prolificacy index. It is known that the second ear can compromise the mass, diameter and length of ears of sweet corn, compromising the market acceptance. However, although the prolificacy index had significant difference between treatments, it was not able to decrease the spikes size produced in treatments. The results show that grain yield and macronutrients exportation did not differ

significantly between treatments. Still, the prolificacy, crude protein content in grain and weight of one thousand grains differed significantly, highlighting that higher levels were obtained in the intercropping with pigeonpeas. The fertilizer residual effect with organic compost in systems fertilized during 27 consecutive years can maintain the sweet corn and grain yield, decreasing the dependence of organic fertilization for two seasons. It was concluded that the NTOCS did not depend on annual fertilization with organic compost; the intercropped system did not affect the morphological traits of ears of sweet corn and grain yield. It is highlighted that pigeonpeas intercropped improved quality of corn grain. Therefore, the intercropping benefits corn production in no-till organic system, especially with pigeonpeas.

1.0 - INTRODUÇÃO GERAL

A produção de milho é de fundamental importância para a economia brasileira, pois, dentre as múltiplas aplicações da produção, cerca de 60 a 80% é empregada na produção animal, principalmente nas cadeias produtivas de aves e suínos, atividades altamente dependentes da produção de milho. Dados da CONAB (2013) apontam que na safra 2013/2014 cerca de 28% da área cultivada no país foi ocupada pelo milho, respondendo por 40,20% dos 195,90 milhões de toneladas de cereais produzidos.

Analisando os últimos 35 anos da cultura do milho no Brasil, nota-se que a área semeada cresceu cerca de 28%. Neste período, a produtividade média brasileira triplicou alcançando a marca de 5109,0 kg ha⁻¹, enquanto a mineira quadruplicou atingindo 5922,0 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013), transparecendo a evolução no processo produtivo, haja visto que a produtividade cresceu bem mais que a área cultivada.

Entretanto, este crescimento alicerça e traz consigo também aumento na demanda por insumos, principalmente fertilizantes. Estima-se que em 2015 o Brasil vai consumir 14,8 milhões de toneladas de N, P₂O₅ e K₂O (LOPES e BASTOS, 2007), sendo que do total de adubos nitrogenados, aproximadamente 78% será importado (FACRE, 2007). É, portanto, evidente a vulnerabilidade e dependência do sistema de produção de milho atualmente praticado que, por sua vez, coloca em risco a agricultura, a segurança alimentar, a economia e a soberania nacional.

Contraopondo-se a essa dependência de fertilizantes dos tradicionais monocultivos de milho, o consórcio de milho com guandu (*Cajanus cajan*) foi apontado como capaz de manter a fertilidade do solo nos cultivos, incorporar matéria orgânica ao solo em profundidade, e obter a mesma produtividade do monocultivo de milho quando moderadamente fertilizado (MYAKA et al., 2006).

A fertilidade e disponibilidade de nutrientes no solo são essenciais ao desenvolvimento da cultura. Ressalta-se ainda, que entre as necessidades da cultura, o nitrogênio é o principal nutriente exportado nos grãos de milho (COELHO et al., 2012) e responsável por melhorar consideravelmente os teores de proteína do grão (FERREIRA et al., 2001), portanto, interferindo diretamente na sua produtividade e qualidade.

Diante da importância do nitrogênio a cultura do milho o guandu tem muito a contribuir, pois através da fixação biológica de nitrogênio (FBN), o guandu incorpora cerca de três quartos de nitrogênio atmosférico na biomassa (CARSKY (1989), apud BURLE et al., 2006), mecanismo alternativo capaz de disponibilizar nitrogênio atmosférico às culturas beneficiadas com a mineralização da matéria orgânica. Portanto, quanto maior for a produção de biomassa, maior serão as contribuições de N_2 proveniente da FBN. Segundo FERNANDES et al. (2006 e 2007), em dois ensaios com 14 genótipos de guandu, avaliados durante duas estações chuvosas e uma entressafra, foi obtida produtividade de matéria seca entre 9,3 à 16,7 Mg ha⁻¹. Os autores relatam ainda variações de 1,5 à 18,7 Mg ha⁻¹, mínima esta correspondente ao genótipo parâmetro do tipo anão.

Nos processos de decomposição e mineralização do nitrogênio, realizados em experimento com palha de milho, folhas verdes de guandu e folhas senescentes de guandú incorporadas ao solo, isoladas ou associadas, apurou-se respostas diferenciadas. Nas folhas verdes do guandu, o nitrogênio é mineralizado em quantidade e velocidade, disponibilizando cerca de 50% no período de incubação, comportamento este similar a disponibilidade de nitrogênio mineral $N-NH_4^+$ disponíveis nos adubos. Entretanto, no caso das folhas senescentes devido ao teor de tanino, esse processo ocorre mais lentamente e se projeta bem aos cultivos subsequentes (SAKALA et al., 2000).

Ressalta-se ainda que nas condições do ensaio, a degradação do carbono na palhada de milho foi limitada pela ausência de nitrogênio e manteve por mais de 400 dias a mineralização negativa de N acumulado nos solos (SAKALA et al., 2000), ou seja, a falta de nitrogênio limita os processos biológicos de decomposição, impedindo a mineralização dos nutrientes da palhada do milho.

Tomando como exemplo a exportação de nutrientes, verifica-se em cultivos de hortaliças balanços negativos para N e P que, por consequência, exaure o solo ao longo dos ciclos produtivos. Entretanto, o cultivo orgânico praticado em aléias com guandu incorporou 283 Kg ha⁻¹ de nitrogênio e 23 Kg ha⁻¹ de fósforo aos cultivos orgânicos de hortaliças, provenientes da produção de 11 Mg ha⁻¹ de matéria seca das aléias de guandu, atenuando os efeitos da exportação de nutrientes (ALVES et al., 2004). A capacidade do guandu condicionar o solo incorporando matéria orgânica em profundidade e favorecer balanços positivos de N também é apontada por MYAKA et al. (2006).

As palhadas de gramíneas como milho têm decomposição limitada pela relação carbono nitrogênio (C/N) alta. Segundo FERRARI NETO et al. (2012), o consórcio guandu anão e milheto proporcionaram produtividade de 6,2 Mg ha⁻¹ aos 75 dias após a emergência (DAE) de matéria seca quando semeados no início do período chuvoso. O acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S e C foi de 100, 14, 120, 41, 15, 14 e 2.970 Kg ha⁻¹, respectivamente. A taxa máxima de decomposição da fitomassa foi de 73 Kg por dia no período de 0 a 18 dias após o corte, cuja mineralização de 50% ocorreu aos 29 (N), 34 (P), 10 (K), 25 (Ca), 32 (Mg) e 22 (S) dias após o corte, respectivamente. Portanto, é fundamental conhecer a dinâmica da reciclagem dos nutrientes oriundos da adubação verde ou consórcio que, por sua vez, determinam as estratégias de manejos a serem adotadas.

Disponibilizar o fósforo adsorvido ao solo em fósforo lábil para as plantas tem sido um grande desafio. Porém, o sistema radicular do guandú é capaz de produzir exsudados, responsáveis por liberar, dos óxidos e hidróxidos de ferro do solo, o fósforo que se encontra adsorvido (AE et al., 1991), característica fundamental na redução da dependência de insumos externos por melhorar a eficiência dos recursos naturais.

A dinâmica da ciclagem de fósforo no solo é fundamental aos cultivos. Nesse sentido SÁ & ISRAEL (1991), descrevem que a privação total de fósforo provoca redução da atividade de nitrogenase [28%], do teor de N da planta [78%] e da ATP dos nódulos [75%]. Visto que, a capacidade de aquisição e utilização de P é fundamental em ambientes onde a disponibilidade é limitada (ARAÚJO & MACHADO, 2006).

O guandu pode ainda fornecer grãos com qualidade, desenvolver-se sob restrição hídrica, adentrando o período seco, produzindo forragem e, até mesmo, produzir lenha (MYAKA et al., 2006). Logo, por essas razões, consórcios com guandu projetam-se como sistemas agrícolas diversificados e promissores.

Todas estas características descritas, bem como, as possibilidades de contribuições dos consórcios e/ou interações entre milho e leguminosas reforçam a importância e a eficiência de sistemas de produção alicerçados em processos ecológicos e na biodiversidade respeitando as condições locais. Nesse sentido, tendem a sustentar a saúde dos agroecossistemas e das pessoas, princípios capazes de reduzirem a pobreza, promoverem a segurança alimentar e, conseqüentemente promover o desenvolvimento dos países (IFOAM, 2014).

Embora, a produção brasileira com vista à sustentabilidade tem sido incentivada recentemente, a exemplo da criação da lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre agricultura orgânica, regulamentada pelo decreto 6.323 de 27/12/2007 (BRASIL, 2007), e do Plano “ABC”, cujos programas buscam fomentar ações voltadas a fixação biológica de nitrogênio, sistema de plantio direto (SPD) e sistemas integrados de produção, atendendo, assim, aos preceitos da sustentabilidade (BRASIL, 2012). Entretanto, informações importantes e seguras sobre produção orgânica ainda são escassas no país. O primeiro e, até então, único censo agropecuário que levantou informações a respeito da agricultura orgânica foi divulgado pelo IBGE em 2006.

Com objetivo de descrever a agricultura orgânica em números, de posse dos dados do Censo Agropecuário 2006, o Instituto de Promoção do Desenvolvimento Orgânicos (IPD Orgânicos) descreve que a produção orgânica ocupou 1,5% dos 333,7 milhões de hectares ocupados pela agropecuária, sendo que apenas 10,5% destas áreas possuíam certificação. O milho orgânico certificado ocupou o 1º lugar entre as culturas produzidas no sistema orgânico, cultivado sem certificação em 235 mil hectares (IPD, 2010). Deste total, não se conhece quanto é produzido em SPD. No entanto, presume-se que grande parte é cultivada em sistema de plantio convencional (SPC), caracterizado pelo emprego de arações e gradagens no preparo de solo, devido à dificuldade de manejo de plantas espontâneas.

No que se refere ao manejo de plantas espontâneas, já se sabe que após cultivos sucessivos em SPD orgânico, as dificuldades vão se intensificando, por conta da seleção de plantas espontâneas de propagação vegetativa que, por sua vez, reduz a produtividade via “mato competição” (FONTANETTI, 2008). Como alternativa para mitigar os efeitos das plantas espontâneas, CORRÊA et al. (2011) descrevem que a presença de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em consórcio com milho no sistema de plantio direto orgânico proporcionou redução da matéria seca das plantas espontâneas, aumentou a produtividade e melhorou a produção de palhada de inverno (CORRÊA, 2009).

Há muito tempo que se conhece os efeitos positivos das leguminosas sobre os cereais. Segundo OSMAN & NERSOYAN (1986), consórcios com leguminosas proporcionaram efeitos residuais positivos na produtividade de cevada cultivada subsequente. Para SINGH et al. (1986), a produtividade e qualidade de grãos de milho é melhorada por cultivos intercalares com leguminosas. Segundo MOITINHO et al. (2012), as leguminosas cultivadas

em consórcio ou como adubo verde em monocultivo influenciam positivamente cultivos de milho subsequente, com destaque ao guandu e misturas de adubos verdes.

Embora conhecidos os benefícios proporcionados pelo consórcio de milho com leguminosas, existem grupos de produtores que não realizam a prática do consórcio de milho com leguminosas. Pesquisa realizada entre extensionistas de 21 municípios mineiros relata que apenas uma propriedade praticava consórcio milho com leguminosas, embora todos declarem serem conhecedores dos benefícios dessa técnica (MASTRANGOLO et al., 2007).

Para a manutenção dos sistemas de plantio direto orgânico, não menos importante que a reciclagem de nutrientes, melhoramento da estrutura do solo, supressão de plantas espontâneas, dentre outras características, existe a necessidade de manutenção da produção da palhada. Neste contexto, AMABILE et al. (2000) relata que a semeadura tardia do guandu prejudica a produção de fitomassa, embora mantenha ainda produtividades próximas a 6000 kg ha⁻¹. Portanto, estes resultados reafirmam a capacidade de contribuição aos agroecossistemas dos quais o guandu faça parte. Pois, segundo NUNES et al. (2006) e LOPES et al. (1987), são necessários no mínimo 6 e 7 Mg ha⁻¹ de palhada para cobertura ideal do solo, respectivamente. Portanto, o guandu tem capacidade de atender as necessidades do sistema de plantio direto (SPD).

Em se tratando do manejo de plantas espontâneas, a arquitetura e a velocidade de crescimento da leguminosa que se deseja consorciar são cruciais nos resultados alcançados na supressão de plantas espontâneas. O feijão-de-porco e guandu possuem comportamentos diferentes, com maior eficiência no início do ciclo e final do ciclo, respectivamente no tocante a supressão de plantas espontâneas. Segundo RAYOL & ALVINO-RAYOL (2012), o guandu foi eficiente na supressão de plantas daninhas quanto à infestação, riqueza e diversidade, aos 90 dias após a semeadura, quando utilizado na cobertura das entrelinhas em áreas de reflorestamento.

A cobertura vegetal oriunda de feijão-de-porco e guandu são, sem dúvidas, grandes promotores de melhorias no solo e dos componentes na produtividade das culturas beneficiadas nos agroecossistemas. PADOVEZZI et al. (2007) apontam aumento no número de folhas e na produtividade de massa fresca de alface, que ocorre, entre outras razões, porque o nitrogênio presente na biomassa destas leguminosas é liberado durante o ciclo da cultura beneficiada.

No manejo da fertilidade do solo, a adubação orgânica com composto orgânico também é capaz de melhorar as características físico (MAIA, 2004) e químicas do solo quando utilizada ao longo dos anos (MAIA, 2004; GOMES et al., 2005), cujas doses de 40 m³ ha⁻¹ apresentam produtividades de milho semelhantes a adubações de 500 kg ha⁻¹ de NPK (GOMES et al., 2005).

Em se tratando da utilização de excrementos de animais nos sistemas de produção orgânicos normatizados só é permitido pela legislação na forma de composto orgânico bioestabilizado (MAPA, 2008). Portanto, a compostagem é um processo necessário na bioestabilização de resíduos de origem vegetal e animal, normalmente combinados.

POHLMANN (2009), descreve o composto de carcaça de aves como capaz de promover o incremento quadrático, que quando comparado a doses equivalentes de NPK proveniente de fertilizantes minerais promove crescimento linear na produtividade de milho-verde. É notório, portanto que os compostos podem elevar a produtividade de milho e milho-verde (MAIA, 2004; POHLMANN, 2009).

Diante das potencialidades dos compostos orgânicos como fertilizantes. Do guandu e feijão-de-porco como adubos verdes. E das necessidades de manutenção da fertilidade do solo, bem como, da geração de técnicas alternativas que atenda as necessidades da cultura do milho orgânico em sistema de plantio direto proporcionando ganhos de produtividades e qualidade. O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar o efeito residual da adubação orgânica com composto orgânico e do consórcio de feijão-de-porco e guandu anão e arbustivo com milho sobre os principais componentes de produção de milho-verde e grãos em sistema de plantio direto orgânico.

1.1 – Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste estudo foram avaliar:

- a) Avaliar o efeito residual e de diferentes níveis de adubação com composto orgânico, e da consorciação com leguminosas sobre a produtividade de milho-verde e características fitotécnicas na safra 2012/2013 em sistema de plantio direto orgânico (SPDO);
- b) Avaliar o efeito residual e de diferentes níveis de adubação com composto orgânico, e da consorciação com leguminosas sobre as características fitotécnicas da produtividade de grãos safra 2012/2013 em sistema de plantio direto orgânico (SPDO);
- c) Avaliar o efeito residual e de diferentes níveis de adubação com composto orgânico, e da consorciação com leguminosas sobre a produtividade de grãos nas safras 2011/2012 e 2012/2013 em sistema de plantio direto orgânico (SPDO).

2.0 – HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

A experimentação agrícola voltada ao desenvolvimento da produção orgânica necessita de projetos duradouros que possibilitem avaliações a longo prazo, em busca de resultados com o decorrer dos anos, conforme o agroecossistema se consolida.

O uso da natureza em a favor da produção requer tempo para obtenção de resultados. Sistemas de produção orgânicos são pensados e construídos a fim de maximizar as interações benéficas de ordem biológica, física e química. Em se tratando de agroecossistemas baseados em princípios agroecológicos, além dos fatores ambientais focados na agricultura orgânica, preceitos socioeconômicos e culturais também devem ser considerados.

Buscando obter resultados científicos diferenciados, com propósito de apresentar alternativas ao modal de produção de milho convencional deu-se início em 1984 a condução de experimento de longo prazo. Este por sua vez, teve por objetivo inicial estudar o uso de composto orgânico como fonte alternativa de adubação para o milho, vislumbrando atenuar o risco de desabastecimento do mercado de adubos formulados, bem como, propor método alternativo de produção.

Com o caminhar das respostas obtidas pelo projeto e surgimento de novas demandas, o projeto foi se ajustando de forma a construir um conjunto de informações atualizadas e coerentes com as demandas dos produtores e do conhecimento acadêmico.

Após 19 safras de cultivo em sistema convencional devidamente comprovado a eficácia da adubação orgânica em melhorar as características físico-químicas do solo (MAIA, 2004) e (GALVÃO, 1995), bem como comprovar o potencial produtivo do consórcio de milho (*Zea mays*) com feijão (*Phaseolus vulgaris*) (GALVÃO, 1995). Obedecendo ao delineamento e histórico das parcelas experimentais inicia-se uma nova fase, e a partir da safra 2003/2004 o experimento passou a ser conduzido em sistema de plantio direto orgânico, totalizando 8 safras até início do presente trabalho na safra (MELO, 2004).

FONTANETTI (2008) descreve que após três anos de SPDO, se faz necessário o preparo do solo com aração para o controle de plantas espontâneas. Visto que, o manejo das plantas espontâneas mecânico por meio de roçadas favorece as espécies de reprodução vegetativa com alta capacidade de rebrota, estas por sua vez comprometem a produtividade do milho.

Entretanto, a consorciação de milho com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em sistema de plantio direto orgânico proporcionou melhora na produção de biomassa, bem como na produtividade do milho e reduziu a matéria seca das plantas espontâneas (CORRÊA, 2009).

O trabalho é apresentado em dois capítulos, nos quais apresenta resultados de avaliações voltadas a produção de grãos e milho-verde.

3.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K. Phosphorus uptake mechanism of pigeonpea grown in Alfisols and Vertisols. IN: JOHANSEN, C.; LEE, K.; SAHRAWAT, K. L. (Ed.). Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi arid tropics. Patancheru: ICRISAT, 1991. p.91-98.
- ALVES, S. M. C.; ABOUD, A. C. de S.; RIBEIRO, R. de L. D.; ALMEIDA, D. L. de. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.11, Brasília, nov. 2004.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. de. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. de T. **Fósforo**. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: SBCS, 2006. p.253-280.
- BRASIL. **Decreto Nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007**. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Brasília, 27 de dezembro de 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173p.
- BURLE, M. L.; CARVALHO, A. M. de; AMABILE, F. R.; PEREIRA, J. **Caracterização das espécies de adubo verde**. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE, F. R. (Ed.). Cerrado: Adubação verde. Brasília: CPAC, 2006. P.71-142.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. **Fertilidade dos solos: Nutrição e adubação do milho**. In: CRUZ, J. C. Cultivo do Milho (Sistema de Produção, 1). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 8ª ed. 2012.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**. v. 1 - Safra 2013/14, n. 3 - Terceiro Levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília: CONAB, 2013. 72 p.
- CORRÊA, M. L. P. **Cultivo orgânico de milho em sistemas de plantio direto**. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; MIRANDA, G. V.; LEMOS, J. P.; RODRIGUES, O. L.; CONCEIÇÃO, P. M. da. Desempenho agrônomico do milho orgânico e tradicional em Sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.1, p.79-87, Julho, 2011.
- FACRE, W. R. Uréia. **Informações Agrônomicas**. n. 120, p. 6-7, dez. 2007.

FERNANDES, F. D.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F.; RAMOS, A. K. B.; GODOY, R. **Avaliação Agronômica de genótipos de guandú forrageiro no Distrito Federal**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 13p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 168).

FERNANDES, F. D.; FALEIRO, RAMOS, A. K. B.; AMABILE, R. F.; BARCELOS, A. de O.; GODOY, R.; LÉDO, F. J. da S. **Potencial forrageiro de linhagens puras selecionadas de guandu**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 14p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 192).

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M. da. Consórcio de Guandú-anão com milheto: Persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa. **Bragantia**: Campinas, v. 71, n. 2, p.264-272, 2012.

FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; PERREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. C. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibidênio e zinco. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.131-138, 2001.

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

GALVÃO, J. C. C. **Característica física e química de solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubações orgânicas e mineral contínuas**. 1995. 194f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

GOMES, J. A.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. de L. e; VIDIGAL FILHO, P. S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Sci. Agron.** v. 27, n. 3, p. 521-529, 2005.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777p.

IFOAM. **Organic Agriculture and Food Security**. Disponível em: <http://infohub.ifoam.org/sites/default/files/page/files/food_security_en.pdf> Acesso em: 22-01-2014.

IPD. **Perfil do mercado orgânico brasileiro como processo de inclusão social**. Curitiba: IPD Orgânicos, 2010. 48p.

LOPES, P. R. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 11, n. 1, p. 71-75, 1987.

LOPES, A. S.; BASTOS, A. R. Fertilizantes nitrogenados no Brasil: Um problema de escassez. **Informações Agronômicas**. n.120, p.4-5, dez. 2007.

MAIA, C.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral continua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 64, de 18 de dezembro de 2008**. Brasília: MAPA, 2008. 31p.

MASTRANGOLO, W. J. R.; FRANÇA, F. C. T.; SANTANA, D. P.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, V. A. V.; ALBERNAZ, W. M. Diagnóstico rápido sobre uso de Consórcio milho - leguminosa em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p. 277-280, 2007.

MELO, A. V de. **Sistema de plantio direto para milho-verde**. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

MOITINHO, M. R.; FERRAUDO, A. S.; SALOMÃO, G. de B.; MOTTA, I. de S.; LA SCALA JUNIOR, N.; PADOVAN, M. P. Avaliação do desempenho de adubos verdes antecedendo o plantio de milho, em agroecossistema sob bases ecológicas, utilizando-se análises multivariadas. **Cadernos de Agroecologia**, v.7, n.2, p.2236-7934, 2012.

MYAKA, F.M.; SAKALA, W. D.; ADU-GYAMFI, J. J.; KAMALONGO, D. NGWIRA, A.; ODGAARD, R. NIELSEN, N. E.; HOGH-JENSEN, H. Yields and accumulations of N and P in farmer-managed intercrops of maize-pigeonpea in semi-arid Africa. **Plant Soil**, v.285, p.207-220, 2006.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C.A. Covering crops straw production and common bean productivity in no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 43-948, 2006.

OSMAN, A. E.; NERSOYAN, N. Effect of the proportion of Species on the Yield and Quality of Forage Mixtures, and on the Yield of Barley in the Following Year. **Experimental Agriculture**, v.22, n.4 p.345-351, 1986.

PADOVEZZI, V. H.; SACCHI, R. T.; PADOVAN, M. P. Efeito de diferentes coberturas do solo sobre o desempenho da alface num sistema sob manejo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, 2007.

POHLMANN, R. A. de C. **Rendimento de milho verde submetido a doses de composto de carcaça de aves**. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2009.

RAYOL, B. P.; ALVINO-RAYOL, F. de O. Uso de feijão guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para adubação verde e manejo agroecológico de plantas espontâneas em reflorestamento no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, n.1, p.104-110, 2012.

SÁ, T. M.; ISRAEL, D. W. Energy status and functioning of phosphorus-deficient soybean nodules. **Plant Physiology**, v.97, n.4, p.928-935, 1991.

SAKALA, W. D.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. Interactions between residues of maize and pigeonpea and mineral N fertilizers during decomposition and N mineralization. **Soil Biology & Biochemistry**, v.32, p.679–688, 2000.

SINGH, N. B.; SINGH, P. P.; NAIR, P. P. Effect of Legume Intercropping on Enrichment of Soil Nitrogen, Bacterial Activity and Productivity of Associated Maize Crops. **Experimental Agriculture**, v.22, n.4, p.339-344, 1986.

4.0 - CAPÍTULO 1

Produtividade e qualidade morfológica de milho-verde em diferentes sistemas de plantio direto orgânico (SPDO)

RESUMO: A produção de milho-verde é importante e amplamente utilizada em pratos típicos da culinária brasileira. É fundamental buscar inovações que resultem em alternativas de consorciação e manejo da fertilidade viável para produção de milho-verde no Brasil. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito residual e de diferentes níveis de adubação com composto orgânico, e da consorciação com leguminosas sobre a produtividade de milho-verde e características fitotécnicas na safra 2012/2013 em sistema de plantio direto orgânico (SPDO). O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC) com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: T1 – Monocultivo de milho sem adubação (Residual da adubação com composto orgânico das 27 safras anteriores); T2 – Monocultivo de milho, adubado com 20 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T3 – Monocultivo de milho, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T4 Consórcio de milho com feijão-de-porco, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T5 – Consórcio de milho com guandu anão, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e T6 – Consórcio de milho com guandu arbustivo, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico. Realizou-se ANAVA aplicando-se o teste “F” (p<0,05) e submetido ao teste “t” (p<0,05) para comparação de duas médias. A distribuição do composto orgânico foi feita sobre o sulco de semeadura conforme determinado nos tratamentos imediatamente após a semeadura. Foi cultivado em SPDO, com manejo de plantas espontâneas através de roçadas. As leguminosas foram semeadas na linha do milho no mesmo dia. Não houve diferenças significativas nas variáveis avaliadas, exceto para o índice de prolificidade. A segunda espiga pode comprometer a massa, diâmetro e comprimento das espigas de milho-verde, comprometendo a aceitação pelo mercado consumidor. Embora, sensível aos tratamentos o índice de prolificidade não foi capaz de comprometer as espigas produzidas nos tratamentos. Concluiu-se, que o SPDO não depende de adubações anuais com composto orgânico, e que a consorciação com feijão-de-porco e guandus não prejudica os atributos morfológicos de espigas de milho-verde e a produtividade.

Palavras-chave: Composto orgânico, feijão-de-porco, guandu, prolificidade e residual.

Morphological productivity and quality of green maize in crop no-till organic systems (NTOCS)

ABSTRACT: The production of sweet corn is important and widely used, and in typical dishes of Brazilian cuisine. It is essential to seek innovations that result in alternative intercropping and fertility management feasible for production of green corn in Brazil. In this context, the present study aimed to evaluate the residual and different levels of fertilization with compost effect, and intercropping with legumes on the productivity of sweet corn agronomic parameters and characteristics in 2012/2013 crop in no-till organic system (NTOCS). The experiment was conducted in a randomized block design with six treatments and four replications. The treatments were: T1 - Maize monoculture without fertilization (residual fertilization from organic compost of 27 previous crops), T2 - Maize monoculture fertilized with 20m³ ha⁻¹ of organic compost, T3 - Maize monoculture fertilized with 40m³ ha⁻¹ of organic compost, T4 - Maize intercropped with jack beans with 40m³ ha⁻¹ of organic compost; T5 - Maize intercropped with pigeon pea dwarf with 40m³ ha⁻¹ of organic compost, and T6 – Maize intercropped with pigeon pea shrub with 40m³ ha⁻¹ of organic compost. The data were submitted to ANAVA using the “F” test (p<0,05) and “t” test (p<0.05) for two means comparison. The organic compost was distributed on planting groove as determined in treatment immediately after planting. The corn crop was conducted in NTOCS with weeds management through mowing. Legumes were planted at the corn row at the same day. There were no significant differences in the variables studied, except for the index prolificacy. The second spike can compromise the mass, diameter and length of ears of sweet corn, compromising the acceptance by the market. Although sensitive to treatment index prolificacy was not able to commit the spikes produced in treatments. It follows that the NTOCS not dependent on annual fertilization with compost, and intercropping with jack beans and pigeon pea not affect the morphological attributes of ears of sweet corn and productivity.

Keywords: Organic compost, jack beans, pigeon pea, prolificacy and residual fertility.

4.1 - INTRODUÇÃO

O milho-verde comum é amplamente consumido no Brasil, seja *in natura* ou processado na forma de curau, suco, pamonha, bolo, sorvete (PEREIRA FILHO et al., 2003), entre outros pratos típicos da culinária brasileira.

Além dos aspectos culturais, o milho tem papel importante na economia. O valor da produção nacional de milho verde em 2006 foi superior a 124 milhões de reais, referentes a 268 mil toneladas produzidas. Dentre os maiores produtores estão os estados de São Paulo, Pernambuco, Paraíba, Minas Gerais e Bahia (IBGE, 2006).

No ranque por estados, Minas Gerais divide o primeiro lugar em valor de produção com o estado de São Paulo e responde por 8,5% da produção nacional (IBGE, 2006). Em 2012, as CEASAS-MG comercializaram em torno de 19 mil toneladas, movimentando cerca de 12,5 milhões de reais (CEASA-MG, 2013).

Em se tratando dos aspectos sociais, a produção de milho verde é essencialmente realizada em pequenas propriedades, principalmente por horticultores/floricultores. No Brasil, aproximadamente 74% dos estabelecimentos produtores de milho-verde possuíam menos de 10 hectares (IBGE, 2006), o que caracteriza esta atividade como predominantemente praticada por pequenos agricultores.

Assim como o milho grão, a produtividade de milho-verde responde diretamente a doses de nitrogênio (FERREIRA et al., 2001). Todavia, grande parte dos agricultores não tem acesso a este insumo. Como alternativa ao nitrogênio sintético tem-se o nitrogênio atmosférico fixado pelas leguminosas que, segundo CREWS & PEOPLES (2004), é mais sustentável e pode minimizar ou mesmo eliminar a dependência de nitrogênio sintético em alguns países.

As leguminosas, por sua vez, vem sendo usadas em adubação verde por promover a melhoria na produtividade de milho (RAO & MATHUVA, 2000; EIRAS & COELHO, 2010), e por serem reconhecidamente benéficas aos agroecossistemas (RAO & MATHUVA, 2000; RAO et al., 2002). Entretanto, em pequenas propriedades estas práticas limitam temporariamente a produção da cultura principal desejada, inviabilizando a adubação verde.

Diante deste quadro, a consorciação pode contribuir com os sistemas de produção de pequenos agricultores. Pois, não impossibilita a produção da cultura principal. Neste contexto, o consórcio de milho com guandu (*Cajanus cajan*) foi apontado também como capaz de manter a fertilidade do solo nos cultivos, fixando nitrogênio, incorporando matéria orgânica, além de propiciar produtividades equivalentes a monocultivos de milho quando moderadamente fertilizados (MYAKA et al., 2006), podendo incrementar lucro, em razão da redução nos custos de produção advindos desta consorciação (RAO et al., 2002).

Há relatos de efeitos benéficos de diferentes tipos de consórcios na melhoria da qualidade de espigas de milho verde (SILVA et al., 2009), no controle de plantas espontâneas (SILVA et al., 2009; CORRÊA, 2009), assim como no incremento da produção de matéria seca do sistema, importante para a manutenção do sistema de plantio direto (FONTANETTI, 2008), sem causar prejuízo à produção do milho (SILVA et al., 2009; CORRÊA, 2009; FONTANETTI, 2008). O consórcio ainda pode diversificar as espécies do agroecossistema e exercer contribuições superiores à adubação verde, bem como contribuir com a oferta de outros produtos. A exemplo, o guandu, que é a sexta leguminosa em importância no quesito uso alimentar, utilizada na alimentação animal ou humana (EIRAS & COELHO, 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de diferentes sistemas de plantio direto orgânico em monocultivo e consorciados com feijão-de-porco, guandu anão e guandu arbustivo, sobre os componentes da produção e produtividade de milho-verde.

4.2 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 – Localização e Contexto

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Coimbra, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Coimbra – MG. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço (EMBRAPA, 2006), com 719 m de altitude e localização geográfica de 20°49'37"S e 42°45'58"W.

Trata-se de experimento de longa duração e vem sendo conduzido desde a safra 1984/85 em sistema orgânico, com preparo de solo convencional por meio de arações e gradagens (GALVÃO, 1995) e, a partir da safra 2003/2004, em sistema de plantio direto orgânico (SPDO) (MELO, 2004). A disposição das parcelas obedece ao histórico da área, conforme as características dos tratamentos empregados (Tabela 1). Portanto, o experimento dispõe de condições consolidadas de produção orgânica no tocante ao manejo e fertilidade do solo.

Tabela 1. Histórico de manejo de plantas espontâneas e adubação da área experimental a partir da implantação do sistema de plantio direto orgânico e correspondência dos respectivos tratamentos aplicados

TRAT	2003/2004, 2004/2005, 2005/2006	2006/2007, 2007/2008, 2008/2009	2009/2010 e 2010/2011
1	40 m ³ de composto + Roçadas	Idem	Idem
2	40 m ³ de composto + Roçadas	Idem	Idem
3	40 m ³ de composto + Roçadas	Idem	Idem
4	40 m ³ de composto + Roçadas	40 m ³ de composto + Roçadas + Feijão-de-Porco	40 m ³ de composto + Roçadas
5	40 m ³ de composto + Roçadas	40 m ³ de composto + Roçadas + Feijão-de-Porco	40 m ³ de composto + Roçadas
6	40 m ³ de composto + Roçadas	40 m ³ de composto + Roçadas + Feijão-de-Porco	40 m ³ de composto + Roçadas

Fonte: (MELO, 2004; FONTANETTI, 2008 e CORRÊA, 2009).

Dando continuidade aos estudos, e almejando novas alternativas foi conduzido nas safras 2011/12 e 2012/13, este trabalho. Entretanto, as avaliações foram realizadas apenas na safra 2012/2013.

Diante dos resultados já descritos para produção de milho em sistema de plantio direto orgânico consorciado com feijão-de-porco (FONTANETTI, 2008). Portanto, em conformidade com os avanços já determinados, permaneceu com um tratamento no qual se consorciou milho com feijão-de-porco, tomando-o como referência.

Outros tratamentos receberam o guandu (*Cajanus cajan*) cultivares de porte anão e arbustivo, a fim de avaliar o potencial de consorciação destas leguminosas com milho. Concomitante, foram criados dois tratamentos com objetivo de colocar a prova a consolidação da adubação com composto orgânico e simular eventual escassez de composto por dois anos consecutivos, avaliando o residual da adubação por duas safras consecutivas após 27 anos ininterruptos de adubação com $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico. É importante ressaltar que esse trabalho só é possível graças às características e ao longo histórico das parcelas experimentais.

4.2.2 – Delineamento Experimental

Embora o experimento tenha sido conduzido por duas safras seguidas o presente trabalho se detém a avaliar os componentes fitotécnicos e a produtividade obtidos na safra 2012/2013.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos, totalizando vinte e quatro unidades experimentais.

Os tratamentos foram caracterizados em: **T1** – Monocultivo de milho sem adubação (Residual das adubações das 27 safras anteriores com composto orgânico); **T2** – Monocultivo de milho adubado com $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico; **T3** – Monocultivo de milho adubado com $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico; **T4** – Consórcio de milho com feijão-de-porco adubado com $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico; **T5** – Consórcio de milho com guandu anão adubado com $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico e **T6** – Consórcio de milho com guandu arbustivo adubado com $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico.

As avaliações foram divididas em duas etapas: Nesta primeira avaliação foram determinadas as características fitotécnicas e a produtividade de milho-verde (Capítulo 1), e na segunda avaliação, características fitotécnicas da produção de milho grão (Capítulo 2).

4.2.3 – Implantação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em parcelas de 8,0 x 8,0 m dispostas lado a lado nos blocos, com nove linhas de semeadura centralizadas, espaçadas a 0,80 m (Figura 1 – A, B e C). A área útil das parcelas foi 4 m², totalizando 20 plantas amostradas e avaliadas nas linhas centrais. A área útil foi subdividida em duas e avaliada no primeiro momento quanto à produção de milho verde e, posteriormente, quanto à produção de milho grão. Esta parcela útil por sua vez é suficiente conforme CARGNELUTTI FILHO et al. (2011).

Na formação da palhada do sistema de plantio direto orgânico durante a entre safra utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), semeada a lanço no mês de junho e irrigada até o início da fase reprodutiva em outubro, quando foi realizada a roçagem para acondicionamento da palhada no solo (Figura 2 – A). Após o corte total da aveia preta, realizou-se a semeadura do milho com semeadora mecânica, apropriada para plantio direto, de três linhas (Figura 2 – B).

A semeadura do milho foi feita com semeadora apropriada ao sistema de plantio direto orgânico (SPDO), depositando 6 sementes por metro linear. Após a emergência das plantas, foi feito o desbaste para ajuste de população para 50 mil plantas por hectare. As leguminosas foram semeadas na linha de semeio do milho, imediatamente após a semeadura do milho, com semeadora manual (Figura 2 – C). Após a emergência, foi feito o desbaste do feijão-de-porco, do guandu anão e do guandu arbustivo, deixando 3 plantas por metro de semeadura de cada leguminosa nos consórcios.

Foi utilizado na semeadura o cultivar de milho de polinização aberta variedade “UFV M100 Nativo” e, nas parcelas dos consórcios com leguminosas, usou-se feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) cv. “Comum”, guandú anão (*C. cajan*) cv. “IAPAR 49” e guandu arbustivo (*C. cajan*) cv. “Fava larga”.

A adubação foi feita em dose única logo após a semeadura do milho e leguminosas nas parcelas, sendo o composto orgânico distribuído sobre o sulco de semeadura evitando

remoção ou danos à palhada de cobertura (Figura 2 – D). O composto orgânico foi confeccionado a partir de restos culturais de sorgo e esterco bovino.

A análise físico-química do composto determinou umidade de 37,6% a 75 °C, pH em H₂O de 7,7, relação C/N de 8,66 e teores de macronutrientes 11,7; 5,8; 13,6; 19,5; 5,6; 8,8; 0,35 e 101,4 (g kg⁻¹) de N, P, K, Ca, Mg, S, Na e CO, respectivamente. Os teores de micronutrientes foram 157, 29715, 715, 33 e 25 (mg kg⁻¹) de Zn, Fe, Mn, Cu e B, respectivamente, com densidade de 602 g L⁻¹.

O manejo das plantas espontâneas no experimento foi feito com roçadora costal a gasolina nos estádios V3 e V6 do milho.

4.2.4 - Avaliações

A colheita do milho verde foi realizada quando os grãos apresentavam-se com endosperma amarelo e leitoso, coletando-se manualmente as espigas com palha. No momento da colheita, as espigas foram pesadas com e sem palha. Após a retirada das palhas das espigas, com uso de régua milimetrada, paquímetro e balança de precisão, determinou-se o comprimento, o diâmetro e massa fresca das espigas, respectivamente. Por meio da contagem das espigas, determinou-se a prolificidade das plantas, ou seja, o número médio de espigas por plantas.

Determinou-se o total de espigas produzidas (un ha⁻¹), deste total retiraram-se as espigas imaturas e mal formadas para determinar a quantidade de espigas comerciais (un ha⁻¹) e a produtividade de espigas comerciais sem palha (Mg ha⁻¹).

4.2.5 – Análise Estatística

A análise estatística foi realizada por meio da ANAVA aplicando-se o teste “F” (p<0,05), e submetido ao teste “t” (p<0,05) para comparação de duas médias de uma análise de variância (COSTA, 2003), determinando assim a diferença mínima significativa.

4.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 – Índice de prolificidade

O índice de prolificidade determina o número de espigas produzidas por planta. Embora seja atribuído a formação da segunda espiga à capacidade de aumentar a produtividade de grãos de milho (FERREIRA et al., 2001), no que se diz respeito à produção de espigas de milho-verde a produção da segunda espiga pode comprometer a qualidade morfológica das espigas, formando espigas com massa, diâmetro e comprimento diminutos, comprometendo as características morfológicas desejadas pelo mercado consumidor de milho-verde. Todavia, é importante enfatizar que os resultados encontrados para massa, comprimento e diâmetro das espigas comerciais não sofreram efeitos significativos dos tratamentos submetidos (Tabela 5, 6, 7 e 9), portanto, não foram influenciados pela prolificidade.

FONTANETTI (2008) descreve índice de prolificidade igual a 0,99 em condições de sistema de plantio direto orgânico consorciando feijão-de-porco com milho UFV M100, resultados estes muito similares aos encontrados.

Segundo OLIVEIRA et al. (2007), avaliando cultivares de milho em sistema orgânico de produção, constataram índices de prolificidade entre 0,94 e 1,00, sendo que a variedade UFV M100 se posicionou entre os materiais com maior índice absoluto de prolificidade do referido ensaio de competição.

A ausência e a redução na adubação com composto orgânico, bem como a consorciação com guandu arbustivo e feijão-de-porco reduzem significativamente o índice de prolificidade (Tabela 2).

Nota-se que o cultivar UFV M100 tem boa capacidade de resposta a prolificidade, quando adubado com 40 m³ de composto orgânico, seja em monocultivo ou consorciado com guandu anão. Existe relato de incremento superior a 30% no índice de prolificidade em consórcios de milho com leocena (CRUZ et al., 2006), portanto corroborando com os resultados aqui encontrados (Tabela 2).

A consorciação com guandu arbustivo reduziu o índice a patamares iguais ao monocultivo submetido à adubação de sementeira com 20 m³ de composto orgânico.

Logo, no que diz respeito ao índice de prolificidade é provável que a competição desta leguminosa seja responsável pela redução averiguada. Já na observação dos resultados da consorciação com feijão-de-porco adubado com composto em relação ao monocultivo sem adubação, demonstra redução significativa de maior intensidade no índice de prolificidade. Fica evidente, que a ausência de adubação assim como o consórcio com feijão-de-porco influenciam negativamente a prolificidade.

O conhecimento da arquitetura e o desenvolvimento de espécies leguminosas são fundamentais na obtenção de resultados em sistemas de consorciação (LOPES, 2000a,b), com vistas a maximizar os ganhos produtivos. Portanto, em se tratando de índice de prolificidade adequados quando se deseja produzir em consórcio grãos (FERREIRA et al., 2001) e milho-verde (PERREIRA FILHO, 2003) o guandu anão e o feijão-de-porco sejam espécies mais adequadas, respectivamente. Por reduzirem e aumentarem significativamente o índice de prolificidade acaba por favorecer a produção de grãos e milho-verde.

Tabela 2 – Índice de prolificidade de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Prolificidade (Espigas planta ⁻¹)
Monocultivo sem Adubação	0,98 b
Monocultivo adubado com 20m ³ ha ⁻¹ de composto	1,00 ab
Monocultivo adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	1,15 a
Consortiado com feijão-de-porco e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	0,98 b
Consortiado com guandu anão e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	1,15 a
Consortiado com guandu arbustivo e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	1,13 ab
Média geral	1,06
DMS	0,16
Coeficiente de Variação (%)	9,86

Na comparação entre as médias letras distintas na coluna representa diferenças significativas entre as médias pelo teste “t” a p<0,05 de probabilidade.

4.3.2 - Produtividade

O número total de espigas produzidas por hectare está diretamente relacionado com a prolificidade anteriormente discutida. Quanto maior a prolificidade, maior será a quantidade de espigas total produzidas. Portanto, esperava-se que o aumento provocado pela prolificidade reduzisse o número e a massa de espigas formadas e aptas a comercialização *in natura*, que por consequência provoca-se redução na produtividade.

Todavia, conforme os resultados observa-se que não há efeitos significativos na produtividade (mil ha⁻¹) de espigas comerciais (Tabela 3). Logo, não implica em perdas por parte do produtor que venha a comercializar a produção por unidade, independente do tratamento empregado.

O número de espigas comerciais médio foi de 45,83 mil ha⁻¹, variando de 40,00 a 48,75 mil espigas por hectare. MELO (2004) descreve valores entre 33,44 e 36,75 mil ha⁻¹ para cultivos em sistema de plantio direto orgânico, registrando máxima de 53,64 mil ha⁻¹ em sistemas convencionais de cultivo. SILVA et al. (2010) determinaram produtividades entre 36,02 a 40,36 mil ha⁻¹. Acredita-se que o estande (50.000 plantas ha⁻¹) usado na condução deste experimento, bem como a consolidação dos tratamentos na área tenha contribuído para o sistema de plantio direto orgânico resultando em produtividades de milho-verde adequadas. Para CRUZ & PERREIRA FILHO (2003), o rendimento máximo de espigas comerciais é atingido com estandes de 47 mil plantas por hectare, ou seja, muito próximo do estande de 50 mil plantas utilizado no presente trabalho.

Embora os solos tropicais sejam naturalmente pouco férteis (SPERA et al., 2006), as adubações realizadas por 27 anos consecutivos, com composto orgânico proporcionaram efeito residual, suficiente para sustentar a produtividade de espigas comerciais por hectare (mil ha⁻¹) conforme pode ser observado (Tabela 3 e 4).

A produtividade de espigas de milho-verde sem palha variou de 2,95 e 6,43 Mg ha⁻¹ (ALMEIDA et al., 2005), relativamente inferior aos dados apresentados (Tabela 4).

Já PEREIRA FILHO et al. (1998), descrevem produtividades entre 5,89 a 9,26 Mg ha⁻¹, com médias de 5,89 e 8,18 Mg ha⁻¹ correspondente às variedades e híbridos, respectivamente. É notável que a produtividade média encontra-se acima da média da produtividade de variedades acima descrita. Contudo, há relatos de produtividades de até

13,23 Mg ha⁻¹ (ALBUQUERQUE et al., 2008) e 13,45 Mg ha⁻¹ (GRIGULO et al., 2011), atingidas por híbridos.

Segundo SILVA et al. (2010), o manejo de plantas daninhas com capina influenciou significativamente na produtividade de espigas de milho-verde sem palha. A produtividade média sem e com capina foi de 6,07 a 8,30 Mg ha⁻¹, respectivamente. Neste caso, a competição das plantas daninhas foi capaz de reduzir 2,23 Mg ha⁻¹.

Tabela 3 – Produtividade de espigas comerciais (mil ha⁻¹) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Produtividade de espigas comerciais (mil ha ⁻¹)*
Monocultivo sem Adubação	47,50
Monocultivo adubado com 20m ³ ha ⁻¹ de composto	40,00
Monocultivo adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	46,25
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	46,25
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	46,25
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	48,75
Média geral	45,83
Coefficiente de Variação (%)	14,82

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste F (p<0,05) da ANAVA.

Tabela 4 – Produtividade de espigas comerciais sem palha (Mg ha⁻¹) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Produtividade de espigas comerciais (Mg ha ⁻¹)*
Monocultivo sem Adubação	6,01
Monocultivo adubado com 20m ³ ha ⁻¹ de composto	5,39
Monocultivo adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	6,33
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	5,84
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	7,28
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	8,10
Média geral	6,49
Coefficiente de Variação (%)	18,90

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste F (p<0,05) da ANAVA.

Notas-se que a consorciação com gandus e feijão-de-porco não prejudicou a produtividade, evidenciando não haver competição entre as leguminosas e o milho. Quando

comparado a média dos monocultivos com a dos consórcios nota-se diferença em valores absolutos de 1,16 Mg ha⁻¹ em favor dos consórcios, embora não tenha apresentado diferenças significativas entre os tratamentos.

Comparando aos resultados obtidos com a literatura, a variedade aqui avaliada apresentou produtividades satisfatórias, que vão de 5,39 a 8,10 Mg ha⁻¹. Estes resultados são reforçados por QUIROZ & MARIN (2007), que descrevem o uso da adubação orgânica e da adubação verde com leguminosas como promotoras da melhoria na produtividade de milho.

4.3.3 - Atributos Morfológicos das Espigas de Milho-Verde

4.3.3.1 – Massa das espigas com e sem palha

A massa média das espigas com palha não diferiu significativamente entre os tratamentos avaliados (Tabela 5). Dados referentes à avaliação de genótipos de milho para consumo *in natura* remetem à média de 170,50 a 245,00 g por espiga com palha (GRIGULO et al., 2011), coerentes com os resultados encontrados.

Tabela 5 – Massa de espigas com palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/2013

TRATAMENTOS	Massa de espigas com palha (g)*
Monocultivo sem Adubação	197,77
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	186,68
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	215,64
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	217,72
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	191,49
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	244,11
Média geral	208,23
Coefficiente de Variação (%)	16,63

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste F (p<0,05) da ANAVA.

Embora não detectada diferença significativa é provável que a consorciação com guandu arbustivo na safra 2011/2012 tenha contribuído nos valores absolutos da massa média das espigas com palha, pois, a decomposição da biomassa depositada sobre o solo na safra anterior oriunda da consorciação pode ter disponibilizado nitrogênio ao cultivo da safra

2012/2013. Para FREIRE et al. (2010) o aumento das doses de nitrogênio aumenta o peso das espigas comerciais.

Doses crescentes de composto orgânico resultaram em massas médias de espigas com palha de 183, 193 e 210 g (POHLMANN, 2009), inferiores a média obtida no consórcio guandu arbustivo e milho devidamente fertilizado com composto orgânico (Tabela 5).

A massa média de espigas sem palha não diferiram significativamente apresentando mínima, média e máxima de 124,28; 135,17 e 159,81 g, respectivamente (Tabela 6). Os resultados contrastados com os apresentados por GRIGULO et al. (2011), cuja mínima e máxima foram 112,25 e 135,50 g, respectivamente. Fica evidente que para esta variável os resultados foram equivalente aos descritos na literatura. Utilizando doses crescentes de composto orgânico POHLMANN (2009), descreve massa média de espigas sem palha de 119, 126 e 140 g, corroborando com a normalidade dos resultados obtidos (Tabela 6).

Tabela 6 – Massa de espigas comerciais sem palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Massa de espigas comercial sem palha (g)*
Monocultivo sem Adubação	126,64
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	126,28
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	135,67
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	138,33
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	124,28
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	159,82
Média geral	135,17
Coefficiente de Variação (%)	18,54

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste F (p<0,05) da ANAVA.

4.3.3.2 – Comprimento das espigas sem palha

Quanto ao comprimento de espigas sem palha não houve diferenças significativas entre os tratamentos conforme os contrastes avaliados (Tabela 7). Segundo a regressão linear proposta {Comprimento (cm) = 19,18-0,043*(Estande (mil plantas ha⁻¹))} (r²=0,98) por CRUZ & PERREIRA FILHO (2003), o comprimento estimado deveria ser de 17,03 cm. De acordo com MELO (2004), o cultivar UFV M100 cultivado solteiro em SPDO apresentou média de 17 cm de comprimento de espigas sem palha.

Tomando como base a média de comprimento de espigas dos tratamentos avaliados (Tabela 7), constata-se que as espigas foram 5 cm ou 30% menores do que o descrito acima pela literatura. Outros autores descrevem variações médias entre 16,71 e 19 cm (PERREIRA FILHO et al., 1998; PERREIRA FILHO et al., 2003), reforçando as evidências de que o comprimento está abaixo do esperado para o cultivar e os sistemas de produção usados.

Tabela 7 – Comprimento de espigas comerciais sem palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Comprimento de espigas comercial sem palha (cm)*
Monocultivo sem Adubação	11,39
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	11,89
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	12,60
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	12,13
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	11,42
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	12,57
Média geral	12,00
Coefficiente de Variação (%)	11,57

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste F (p<0,05) da ANAVA.

4.3.3.3 – Diâmetro das espigas sem palha

O diâmetro médio das espigas alcançado em todos os tratamentos é superior a 3 cm, considerado satisfatório conforme MELO (2004). Nenhum dos tratamentos apresentou diferenças significativas (Tabela 8). CRUZ & PERREIRA FILHO (2003) propõem a seguinte regressão linear para determinar o diâmetro médio das espigas {Diâmetro (cm) = 5,28-0,004*(Estande (mil plantas ha⁻¹))} (r²=0,94). Sabendo-se que o estande utilizado no experimento foi de 50 mil plantas por hectare, temos diâmetro médio previsto de 5,08 cm.

Entretanto, SANTOS et al. (2005) descrevem valores de diâmetro de espigas menores para sistemas orgânicos, entre 4,1 e 4,6 cm. Ressalta-se ainda que média para o mesmo cultivar neste estudo foi 4,4 cm. Estes dados descritos são próximos dos valores absolutos atingidos pelos tratamentos testados (Tabela 8) e coerentes com padrões comerciais.

PAIVA JUNIOR et al. (2001) descrevem variações entre 4 e 5 cm no diâmetro médio das espigas, MELO (2004) descreve diâmetro médio de 5,07 e 5,15 cm atingidos pelo SPDO e cultivar UFV M100, respectivamente.

Conforme os resultados apresentados (Tabela 6, 7 e 8), levanta-se a hipótese de que a massa dos grãos tenha contribuído na massa das espigas, compensando o comprimento (Tabela 7) e diâmetro (Tabela 8) médio das espigas por estarem abaixo dos padrões descritos na literatura.

Tabela 8 – Diâmetro médio de espigas comerciais sem palha (g) de milho-verde UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Diâmetro das espigas comercial sem palha (cm)*
Monocultivo sem Adubação	3,64
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	3,80
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	3,88
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	3,86
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	3,94
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	4,21
Média geral	3,89
Coeficiente de Variação (%)	6,84

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste “F” (p<0,05) da ANAVA.

Fica evidenciando que a privação de adubação e a consorciação com leguminosas não interfere nos atributos morfológicos das espigas de milho-verde sem palha cultivado em sistema de plantio direto orgânico conforme as condições empregadas aos tratamentos.

4.4 – CONCLUSÕES

Conclui-se que o sistema de plantio direto orgânico não é dependente de adubações anuais com composto orgânico para sustentar a produtividade e atributos morfológicos de espigas de milho-verde. Conclui-se, ainda que a consorciação com feijão-de-porco e guandus não prejudica a produção orgânica de milho-verde em sistema de plantio direto orgânico.

4.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; BORGES, E. D.; SOUZA FILHO, A. X. de; FIORINI, I. V. A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 768-775, 2008.
- ALMEIDA, I. P. C.; SILVA, P. S. L.; NEGREIROS, M. Z.; BARBOSA, Z. Baby corn, green ear, and grain yield of corn cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.960-964, 2005.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASARROTO, G.; LUCIO, A. D. C. Métodos de estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais de híbridos de milho simples, triplo e duplo. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1509-1516, set, 2011.
- CEASA-MG. **Procedência de produtos em Kg, Estado/País: Minas Gerais**. Período consolidado do ano de 2012. Disponível em: <http://www.ceasaminas.com.br/informacoes_mercado.asp> Acesso em: 11/05/2013.
- CORRÊA, M. L. P. **Cultivo orgânico de milho em sistemas de plantio direto**. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- COSTA, J. R. **Técnicas experimentais aplicadas às ciências agrárias**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia. 2003. 102p. Documentos 163.
- CREWS, T. E.; PEOPLES, M. B. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: Ecological tradeoffs and human needs. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v.102, n.3, p.279-297, 2004.
- CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. de O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Circular Técnica 81, Sete lagoas, 2006. 17p.
- CRUZ, J. C.; PERREIRA FILHO, I. A. **Manejo e tratos culturais**. In: PEREIRA FILHO, I. A. O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1ª ed. 2003. 204p.
- EIRAS, P. P.; COELHO, F. C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura do milho. **Revista Científica Internacional**. Ano 4, n.17, p.96-124, Abril/Junho, 2010.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; PERREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. C. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibidênio e zinco. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.131-138, 2001.
- FONTANETTI, A. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. 2008. 84f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. M.; MASCARENHAS, M. H. T.; PEDROSA, M. W.; COELHO, A. M.; ANDRADE, C. de L. T. de. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 213-222, 2010.

- GALVÃO, J. C. C. **Característica física e química de solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubações orgânicas e mineral contínuas**. 1995. 194f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- GRIGULO, A. S. M.; AZEVEDO, V. H. de; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P. H. de. Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo in natura em Tangará da Serra, MT, Brasil. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.27, n.4, p.603-608, Jul/Aug. 2011.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777p.
- LOPES, O. M. N. **Feijão-de-porco: Leguminosa para controle de mato e adubação verde do solo**. Recomendações Técnicas, 12, Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2000a. 4p.
- LOPES, O. M. N. **Guandu: Leguminosa para controle do mato, adubação verde do solo e alimentação animal**. Recomendações Técnicas, 10, Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2000b. 4p.
- MELO, A. V de. **Sistema de plantio direto para milho-verde**. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- MYAKA, F.M.; SAKALA, W. D.; ADU-GYAMFI, J. J.; KAMALONGO, D. NGWIRA, A.; ODGAARD, R. NIELSEN, N. E.; HOGH-JENSEN, H. Yields and accumulations of N and P in farmer-managed intercrops of maize-pigeonpea in semi-arid Africa. **Plant Soil**, n.285, p.207-220, Jun. 2006.
- OLIVEIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C.; GALVÃO, J. C. C.; LIMA, J. S.; MENDES, F. F.; FONTANETTI, A.; SOUZA, L. V.; VAS DE MELO, A. Desempenho e seleção de cultivares de milho em sistema orgânico de cultivo. **Revista Brasileira Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.
- PAIVA JÚNIOR, M. C.; VON-PINHO, R. G.; VON-PINHO, E. V. R.; RESENDE, S. G. R. Desempenho de cultivares para a produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura em Lavras (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1.235-1.247, 2001.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C.; GOMES E GAMA, E. E. **Cultivares para o consumo verde**. In: PEREIRA FILHO, I. A. O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1ª ed. 2003. 204p.
- PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, J. C. Milho verde: espaçamentos, densidade de plantas, cultivares e épocas de semeadura influenciando o rendimento e algumas características de espigas comerciais. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22.**, 1998, Recife, PE. Globalização e segurança alimentar – resumos expandidos. Recife: ABMS, 1998. CD ROM.
- PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1ª ed. 2003. 204p.
- POHLMANN, R. A. de C. **Rendimento de milho verde submetido a doses de composto de carcaça de aves**. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2009.

- QUIROZ, A. I.; MARIN, D. Eficiencia de uso de N-P-K en una asociación de maíz (*Zea mays* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) con o sin fertilización. **Bioagro**, n.19, v.2, p.61-68. 2007.
- RAO, M. R.; COLEMAN, S. W.; MAYEUX, H. S. Forage production and nutritive value of selected pigeonpea ecotypes in the southern Great Plains. **Crop Science**, Madison, v.42, n.4, p.1259-1263, 2002.
- RAO, M. R.; MATHUVA, M. N. Legumes for improving maize yields and income in semi-arid Kenya. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.78, n.2, p.123-137, 2000.
- SANTOS, I. C. dos; MIRANDA, G. V.; MELO, A. V. de; MATTOS, R. N.; OLIVEIRA, L. R.; LIMA, J. da S.; GALVÃO, J. C. C. Comportamento de cultivares de milho produzidos organicamente e correlações entre características das espigas colhidas no estágio verde. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.45-53, 2005.
- SILVA, P. S. L.; CUNHA, T. M. S.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, K. M. B.; OLIVEIRA, O. F. Weed control via intercropping with gliricidia. II. Corn crop. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p.105-112, 2009.
- SILVA, P. S. L.; SILVA, K. M. B.; SILVA, P. I. B.; OLIVEIRA, V. R.; FERREIRA, J. L. B. Green ear yield and grain yield of maize cultivars in competition with weeds. **Planta Daninha**, Viçosa, v.28, n.1, p.77-85, 2010.
- SPERA, S. T.; CORREIA, J. R.; REATTO, A. **Solos do bioma cerrado: Propriedades químicas e físico-hídricas sob uso e manejo de adubos verdes**. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE.F. R. (Ed.). Cerrado: Adubação verde. Brasília: CPAC, 2006. p.41-70.

5.0 - CAPÍTULO 2

Teor de proteína, exportação de nutrientes e componentes fitotécnicos da produção de milho em sistemas de plantio direto orgânico (SPDO)

RESUMO: A produção de milho brasileira é responsável por mais de 40% da produção nacional de cereais, entretanto altamente dependente de fertilizantes, principalmente nitrogenados. Diante deste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito residual e de diferentes níveis de adubação com composto orgânico, e da consorciação com leguminosas sobre as características fitotécnicas e da produtividade de grãos em sistema de plantio direto orgânico (SPDO). O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC) com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: T1 – Monocultivo de milho sem adubação (Residual da adubação com composto orgânico das 27 safras anteriores); T2 – Monocultivo de milho, adubado com 20 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T3 – Monocultivo de milho, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T4 Consórcio de milho com feijão-deporco, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; T5 – Consórcio de milho com guandu anão, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e T6 – Consórcio de milho com guandu arbustivo, adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico. Realizou-se ANAVA aplicando-se o teste “F” (p<0,05) e submetido ao teste “t” (p<0,05) para comparação de duas médias. A distribuição do composto orgânico foi feita sobre o sulco de semeadura conforme determinado nos tratamentos imediatamente após a semeadura. Foi cultivado em SPDO, com manejo de plantas espontâneas através de roçadas. As leguminosas foram semeadas na linha do milho no mesmo dia. Os resultados revelam que a produtividade e a exportação de macronutrientes não apresentam diferenças significativas. Já a prolificidade, os teores de proteína bruta dos grãos (nitrogênio) e massa de mil grãos diferiram significativamente, destacando os tratamentos consorciados com guandus. Conclui que os consórcios com guandus proporcionam melhora na qualidade dos grãos, já o feijão-deporco comporta-se de forma intermediária. O efeito residual da adubação com composto orgânico nos sistemas fertilizados por 27 safras consecutivas mantém a produtividade de grãos de milho, reduzindo a dependência por adubações orgânicas.

Palavras-chave: Composto orgânico, consórcio, feijão-deporco, guandu e residual.

Protein content, nutrients exportation and phytotechnical traits of corn production in no-till organic crop systems

ABSTRACT: Brazilian corn production is responsible for over 40% of domestic production of cereals, however it is highly dependent on fertilizers, especially nitrogen. So, this study aimed to evaluate the effect of different fertilization levels with organic compost and legume intercropping in phytotechnical traits and grain yield in no-till organic crop system (NTOCS). The experiment was conducted in a randomized block design with six treatments and four replications. The treatments were: T1 - Maize monoculture without fertilization (residual fertilization from organic compost of 27 previous crops), T2 - Maize monoculture fertilized with 20m³ ha⁻¹ of organic compost, T3 - Maize monoculture fertilized with 40m³ ha⁻¹ of organic compost, T4 - Maize intercropped with jack beans with 40m³ ha⁻¹ of organic compost; T5 - Maize intercropped with pigeon pea dwarf with 40m³ ha⁻¹ of organic compost, and T6 – Maize intercropped with pigeon pea shrub with 40m³ ha⁻¹ of organic compost. The data were submitted to ANAVA using the “F” test (p<0,05) and “t” test (p<0.05) for two means comparison. The organic compost was distributed on planting groove as determined in treatment immediately after planting. The corn crop was conducted in NTOCS with weeds management through mowing. Legumes were planted at the corn row at the same day. The results show that productivity and macronutrients exportation did not differ significantly. Still, the prolificacy, the crude protein content and weight of one thousand grains differed significantly, highlighting the pigeon pea treatments. It was concluded that intercropping with pigeon pea improved the quality of grains, while the jack bean showed intermediate results. The residual effect of fertilization with compost in fertilized systems with 27 consecutive years can maintain the corn yield, decreasing the dependence of organic fertilization.

Keywords: Organic compost, intercropping, jack bean, pigeon pea and residual fertility.

5.1 - INTRODUÇÃO

O cultivo de milho (*Zea mays*) no Brasil ocupará 15,42 milhões de hectares na primeira e segunda safra do ano agrícola 2013/2014, cuja estimativa de produção é de 78,78 milhões de toneladas de grãos. A área semeada cresceu quase um terço nos últimos 35 anos. Já a produtividade média brasileira triplicou e deve ficar em 5109 kg ha⁻¹, enquanto a mineira quadruplicou, atingindo 5922 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013).

A principal característica do sistema de produção de grãos de milho no Brasil é o cultivo em sequeiro, pois mais de 95% da produção de milho brasileira é cultivada no período de chuvas, sem sistema de irrigação (IBGE, 2006). Nestas condições, busca-se maximizar o uso dos recursos naturais como a chuva, que em determinadas regiões do Brasil, o período chuvoso permite o cultivo de duas safras seguidas em sequeiro. Nota-se, entretanto, que os cultivos de sequeiro dispõem de curto período para desenvolvimento.

Neste contexto, a janela de plantio e cultivo destinada ao cultivo do milho inviabiliza o cultivo de adubos verdes, pois ocupa e compete diretamente pela melhor área. Sendo assim, para atender práticas de adubação verde, se faz necessário o emprego de novas técnicas de cultivo durante o cultivo do milho ou até substituir a cultura desejada em detrimento do pousio necessário para condução da adubação verde.

Logo, espécies que possam ser semeadas em consórcio com a cultura principal, sem causar prejuízos, apresentam-se como boa opção no tocante ao aproveitamento do período chuvoso. Dentre as características a serem consideradas, PITOL et al. (2006) descrevem ser fundamental que a espécie secundária não provoque perdas por competição e tenha estabelecimento inferior à cultura principal. Bons resultados já são conhecidos em consórcios de milho com feijão de porco em sistema de plantio direto orgânico (FONTANETTI, 2008). Melhorias nas atividades microbiológicas proporcionadas pela adubação orgânica depõem ainda em favor do sistema de plantio direto orgânico de milho (CORREA, 2009).

Diversos benefícios estão associados aos consórcios, inclusive melhorias no teor de proteína dos grãos produzidos (CRUZ et al., 2006). No tocante aos teores de proteína no grão de milho, a literatura relata haver relação direta com a disponibilidade de nitrogênio na cultura (OLIVEIRA et al., 2007), Sendo os efeitos lineares e crescentes, com incremento de

doses de fertilizantes nitrogenados RIBEIRO et al. (1999), BORDIN et al. (2003) e KOLCHINSK & SCHUCH (2004).

Os cultivos de leguminosas também têm contribuído com a melhora nos teores de proteína de grãos cultivados em sucessão aos adubos verde (BORDIN et al., 2003). PITOL et al. (2006) descrevem incremento de 3% na produtividade de grãos de milho consorciados com guandu ao longo de quatro anos sob semeadura convencional, quando comparado ao cultivo solteiro. No caso de gramíneas forrageiras, quando consorciadas com leguminosas, usufruem do aporte de nitrogênio oriundo da fixação biológica de nitrogênio (CARVALHO & PIRES, 2008), em média de 15 a 20% do total de nitrogênio fixado (CARVALHO, 1986).

É importante ressaltar que a espécie de adubo verde deve apresentar atributos que possam contribuir como sistema produtivo, principalmente quando utilizada em consorciação. O feijão-de-porco e o guandu são leguminosas capazes de proteger o solo, reciclar nutrientes, bem como melhorar a capacidade de troca de cátions (CTC), e os aspectos físicos e microbiológicos (LOPES, 2000a, 2000b; CORREA, 2009).

O consórcio de milho com guandú (*Cajanus cajan*), por sua vez, é capaz de manter a fertilidade do solo nos cultivos, fixar nitrogênio e propiciar produtividades similares aos monocultivos de milho moderadamente fertilizados (MYAKA, et al. 2006). A prática de adubação verde com guandu para recuperação de áreas em sistemas de base agroecológicas melhora o teor de matéria orgânica e fósforo disponível no solo, refletindo em aumento na produção de milho (VEIGA et al., 2012).

Diante do apresentado, nota-se que o método de consorciação pode atender melhor as necessidades do cultivo do adubo verde sem prejuízo do cultivo principal, pois permite o cultivo simultâneo da espécie desejada (CRUZ et al., 2006; MYAKA et al., 2006; PERIN et al., 2007; FONTANETTI, 2008; QUEIROZ et al., 2008), enquanto melhora as condições do solo e diversifica o sistema de produção, diferente do monocultivo.

O presente trabalho teve por objetivo, avaliar os efeitos dos consórcios de feijão de porco, guandu anão e guandu arbustivo, e os efeitos da adubação residual com composto orgânico em sistema de plantio direto orgânico, sobre os componentes da produção e produtividade de grãos de milho orgânico.

5.2 - MATERIAIS E MÉTODOS

5.2.1 – Localização e Contexto

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Coimbra, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Coimbra – MG. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço (EMBRAPA, 2006), com 719 m de altitude e localização geográfica de 20°49'37"S e 42°45'58"W.

Trata-se de experimento de longa duração e vem sendo conduzido desde a safra 1984/85 em sistema orgânico, com preparo de solo convencional por meio de arações e gradagens (GALVÃO, 1995) e, a partir da safra 2003/2004, em sistema de plantio direto orgânico (SPDO) (MELO, 2004). A disposição das parcelas obedece ao histórico da área, conforme as características dos tratamentos empregados (Tabela 9). Portanto, o experimento dispõe de condições consolidadas de produção orgânica no tocante ao manejo e fertilidade do solo.

Tabela 9. Histórico de manejo de plantas espontâneas e adubação da área experimental a partir da implantação do sistema de plantio direto orgânico e correspondência dos respectivos tratamentos aplicados

TRA	2003/2004, 2004/2005, 2005/2006	2006/2007, 2007/2008, 2008/2009	2009/2010 e 2010/2011
1	40 m ³ de composto + Roçadas	Idem	Idem
2	40 m ³ de composto + Roçadas	Idem	Idem
3	40 m ³ de composto + Roçadas	Idem	Idem
4	40 m ³ de composto + Roçadas	40 m ³ de composto + Roçadas + Feijão-de-Porco	40 m ³ de composto + Roçadas
5	40 m ³ de composto + Roçadas	40 m ³ de composto + Roçadas + Feijão-de-Porco	40 m ³ de composto + Roçadas
6	40 m ³ de composto + Roçadas	40 m ³ de composto + Roçadas + Feijão-de-Porco	40 m ³ de composto + Roçadas

Fonte: (MELO, 2004; FONTANETTI, 2008 e CORRÊA, 2009).

Dando continuidade aos estudos, e almejando novas alternativas foi conduzido nas safras 2011/12 e 2012/13, este trabalho. Entretanto, as avaliações foram realizadas apenas na safra 2012/2013.

Diante dos resultados já descritos para produção de milho em sistema de plantio direto orgânico consorciado com feijão-de-porco (FONTANETTI, 2008). Portanto, em conformidade com os avanços já determinados, permaneceu com um tratamento no qual se consorciou milho com feijão-de-porco, tomando-o como referência.

Outros tratamentos receberam o guandu (*Cajanus cajan*) cultivares de porte anão e arbustivo, a fim de avaliar o potencial de consorciação destas leguminosas com milho. Concomitante, foram criados dois tratamentos com objetivo de colocar a prova a consolidação da adubação com composto orgânico e simular eventual escassez de composto por dois anos consecutivos, avaliando o residual da adubação por duas safras consecutivas após 27 anos ininterruptos de adubação com $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico. É importante ressaltar que esse trabalho só é possível graças às características e ao longo histórico das parcelas experimentais.

5.2.2 – Delineamento Experimental

5.2.2.1 - Produtividade

Na avaliação da produtividade o experimento obedeceu ao DBC (Delineamento em blocos casualizados), com parcelas sub-divididas, com quatro repetições, seis tratamentos e duas épocas, totalizando quarenta e oito unidades experimentais. Avaliou-se os resultados das safras 2011/2012 e 2012/2013 apenas para a variável produtividade de grãos.

5.2.2.2 – Características Agronômicas

As demais avaliações das características agronômicas foram avaliadas somente na safra 2012/2013. Neste caso, portanto, o experimento foi em DBC, com quatro repetições e seis tratamentos, totalizando vinte e quatro unidades experimentais.

Embora o experimento tenha sido conduzido por duas safras seguidas o presente trabalho se detém a avaliar as características agronômicas obtidos na safra 2012/2013.

Os tratamentos principais foram caracterizados em: **T1** – Monocultivo de milho sem adubação (Residual das adubações das 27 safras anteriores com composto orgânico); **T2** – Monocultivo de milho adubado com 20 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; **T3** – Monocultivo de milho adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; **T4** – Consórcio de milho com feijão-de-porco adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; **T5** – Consórcio de milho com guandu anão adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e **T6** – Consórcio de milho com guandu arbustivo adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico. E os tratamentos secundários das sub-parcelas foram: Safra 2011/2012 e 2012/2013 (Época). Portanto, trata-se da única variável cujos dados apresentam resultados comparativos entre as safras.

As avaliações foram divididas em duas etapas: Na primeira avaliação foram determinadas as características fitotécnicas e a produtividade de milho-verde (Capítulo 1), e nesta segunda etapa realizaram-se avaliações das características agrônômicas da produtividade de milho grão (Capítulo 2).

5.2.3 – Implantação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em parcelas de 8,0 x 8,0 m dispostas lado a lado nos blocos, com nove linhas de semeadura centralizadas, espaçadas a 0,80 m (Figura 1 – A, B, C e D). A área útil das parcelas foi 4 m², totalizando 20 plantas amostradas e avaliadas nas linhas centrais. A área útil foi subdividida em duas e avaliada no primeiro momento quanto à produção de milho verde e, posteriormente, quanto à produção de milho grão. Esta parcela útil por sua vez é suficiente conforme CARGNELUTTI FILHO et al. (2011).

Na formação da palhada do sistema de plantio direto orgânico durante a entre safra utilizou-se aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), semeada a lanço no mês de junho e irrigada até o início da fase reprodutiva em outubro, quando foi realizada a roçagem para acondicionamento da palhada no solo (Figura 2 – A). Após o corte total da aveia preta, realizou-se a semeadura do milho com semeadora mecânica, apropriada para plantio direto, de três linhas.

A semeadura do milho foi feita com semeadora apropriada ao sistema de plantio direto orgânico (SPDO), depositando 6 sementes por metro linear (Figura 2- B). Após a emergência das plantas, foi feito o desbaste para ajuste de população para 50 mil plantas por

hectare. As leguminosas foram semeadas na linha de semeio do milho, imediatamente após a semeadura do milho, com semeadora manual (Figura 2 – C). Após a emergência, foi feito o desbaste do feijão-de-porco, do guandu anão e do guandu arbustivo, deixando 3 plantas por metro de semeadura de cada leguminosa nos consórcios.

Foi utilizado na semeadura o cultivar de milho de polinização aberta variedade “UFV M100 Nativo” e, nas parcelas dos consórcios com leguminosas, usou-se feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) cv. “Comum”, guandú anão (*C. cajan*) cv. “IAPAR 49” e guandu arbustivo (*C. cajan*) cv. “Fava larga”.

A adubação foi feita em dose única logo após a semeadura do milho e leguminosas nas parcelas, sendo o composto orgânico distribuído sobre o sulco de semeadura evitando remoção ou danos à palhada de cobertura (Figura 2 – D). O composto orgânico foi confeccionado a partir de restos culturais de sorgo e esterco bovino.

A análise físico-química do composto determinou umidade de 37,6% a 75 °C, pH em H₂O de 7,7, relação C/N de 8,66 e teores de macronutrientes 11,7; 5,8; 13,6; 19,5; 5,6; 8,8; 0,35 e 101,4 (g kg⁻¹) de N, P, K, Ca, Mg, S, Na e CO, respectivamente. Os teores de micronutrientes foram 157, 29715, 715, 33 e 25 (mg kg⁻¹) de Zn, Fe, Mn, Cu e B, respectivamente, com densidade de 602 g L⁻¹.

O manejo das plantas espontâneas no experimento foi feito com roçadora costal a gasolina nos estádios V3 e V6 do milho.

5.2.3 - Avaliações

No momento da colheita, com uso de régua determinou-se a altura de plantas e de inserção de espigas das plantas amostrada para colheita das espigas e por meio da contagem das espigas determinou-se a prolificidade das plantas.

A colheita foi feita por ocasião da maturação fisiológica do grão. Após a colheita das espigas realizou-se a debulha, limpeza, pesagem e determinou a massa e a umidade pela leitura em balança de precisão e leitor de umidade, respectivamente. De posse dessas informações determinou-se a produtividade corrigida a umidade dos grãos de milho para 13%.

É importante ressaltar que somente a produtividade de grãos foi determinada nas safras 2011/2012 e 2012/2013, e por obedecer ao delineamento em blocos casualizados com

parcelas sub-divididas, foi a única variável a ser avaliada o efeito de interação tratamentos x safras (épocas), e efeito de safra.

De posse dos grãos colhidos procedeu-se amostragem e contagem para determinação em balança de precisão a massa de mil sementes. Outra amostra de grãos após secagem em estufa de ventilação de ar forçado foi moída em peneira de malha 20 *mesh* e destinada à análise de macronutrientes. Para a determinação do teor de nitrogênio total (g kg^{-1}) usou-se o método de Kjeldahl (g kg^{-1}). Os teores de macronutrientes P, K, Ca, Mg e S foram determinados pela digestão em extrato ácido, a partir de ácido nítrico com ácido perclórico (g kg^{-1}) (SILVA, 1998).

A proteína bruta (%) foi determinada a partir da composição centesimal de N total multiplicada pela constante 6,25 (SILVA, 1998). A exportação de macronutrientes pelos grãos produzidos foi determinada a partir do teor de macronutrientes e da produtividade de grãos obtida (kg ha^{-1}).

5.2.5 – Análise Estatística

A análise estatística foi realizada por meio da ANAVA aplicando-se o teste “F” ($p < 0,05$), e submetido ao teste “t” ($p < 0,05$) para comparação de duas médias de uma análise de variância (COSTA, 2003), determinando assim a diferença mínima significativa.

5.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 - Altura de Plantas e de Inserção de Espigas

Dentre as variáveis fitotécnicas avaliadas, a altura de plantas não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 10). Segundo FONTANETTI, (2008), a altura de plantas de milho em sistema de plantio direto orgânico médio foi de 1,55 m, sendo que os cultivares UFV M100 e AG 9010 apresentaram médias de 1,53 m e 1,87 m, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10 – Altura de plantas de milho UFV M100 cultivados em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Altura de Plantas (m)*
Monocultivo sem Adubação	1,59
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,64
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,63
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,65
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,71
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,73
Média geral	1,66
Coefficiente de Variação (%)	5,38

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste “F” (p<0,05) da ANAVA.

A altura de inserção de espigas não diferiu significativamente entre os tratamentos (Tabela 11). Valores muito baixos para esta característica pode comprometer a colheita das espigas, seja por meios mecanizados ou manuais. Entretanto, os resultados mínimos apresentados (Tabela 11) não são preocupantes, uma vez, que de acordo com FONTANETTI (2008), a altura de inserção de espiga média em sistema de plantio direto orgânico foi de 0,68 m, variando entre 0,67 e 0,96 m dependendo do cultivar.

Em condições muito similares às estudadas neste trabalho, MELO (2004), relata altura de inserção de espiga média foi de 0,80 m. Fica claro que os tratamentos não influenciaram negativamente nesta variável. Resultados estes, coerentes com o sistema de produção e o cultivar empregado neste estudo.

O trabalho conduzido sob cultivo orgânico pode ter interferido na média geral destas características avaliadas, pois em condições de cultivo orgânico em sistema de plantio direto,

FONTANETTI (2008) apurou médias de 1,82 m e 0,91 m de altura de plantas e altura de inserção de espigas, respectivamente. Estes resultados aproximam-se dos resultados médios observados no presente trabalho e, portanto, observa-se que em condições de sistema de plantio direto orgânico há tendência na redução da altura de inserção de espigas e de plantas.

Todavia, estes valores são menores que os determinados por OLIVEIRA et al. (2007), em que o cultivar de milho UFV M100 apresentou média de 2,16 m de altura de plantas e 1,15 m de altura de inserção de espigas para produção orgânica em sistema convencional de preparo de solo.

Tabela 11 – Altura de inserção de espigas de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Altura de Inserção de Espigas (m)*
Monocultivo sem Adubação	0,70
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	0,74
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	0,77
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	0,76
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	0,81
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	0,85
Média geral	0,77
Coeficiente de Variação (%)	8,73

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste “F” (p<0,05) da ANAVA.

5.3.2 - Índice de Prolificidade

No que se refere à prolificidade, a produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura pecuária (ILP) utilizando milho híbrido apresentou prolificidade igual a 0,96 (NOVAKOWISKI et al., 2013). Tomando como referência este índice, nota-se que de maneira geral a prolificidade descritas aos tratamentos (Tabela 12), foi superior. Entretanto sabe-se que o comportamento da prolificidade sofre influência principalmente do estande, do material genético e do ambiente.

A prolificidade, por sua vez, é um índice fundamental na estabilidade de genótipos de milho, por torná-los mais estáveis e menos dependente de faixas restritas de estandes ideais para que produzam satisfatoriamente (TOKATLIDIS & KOUTROUBAS, 2004). A alta prolificidade converge em resistência alta à esterilidade, provocadas por estresses ambientais (SVECNJAK et al., 2006), no tocante a consorciação, há relatos de incremento superior a

30% no índice de prolificidade nos consórcios de milho com leucena (CRUZ et al., 2006), portanto corroborando com os resultados encontrados.

Segundo OLIVEIRA et al. (2007), avaliando variedades e híbridos de milho em sistema orgânico de produção, constataram índices de prolificidade médios idênticos de 0,94 para híbridos e variedades. Embora não tenha apresentado superioridade significativa, a variedade UFV M100 apresentou índice igual a 1,00, posicionando-se entre os materiais com maior índice absoluto de prolificidade do referido ensaio de competição (OLIVEIRA et al., 2007) e índice igual a 0,99 quando consorciada com feijão-de-porco em sistema de plantio direto orgânico (FONTANETTI, 2008).

Tabela 12 – Prolificidade de milho UFV M100 cultivados em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Prolificidade (Espigas planta ⁻¹)
Monocultivo sem Adubação	0,98 b
Monocultivo adubado com 20m ³ ha ⁻¹ de composto	1,00 ab
Monocultivo adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	1,15 a
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	0,98 b
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	1,15 a
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40m ³ ha ⁻¹ de composto	1,13 ab
Média geral	1,06
DMS	0,16
Coeficiente de Variação (%)	9,86

Na comparação entre as médias letras distintas na coluna representa diferenças significativas entre as médias pelo teste “t” a p<0,05 de probabilidade.

Diante destas informações, nota-se que os consórcios com guandu arbustivo e principalmente anão proporcionaram incremento na prolificidade de forma significativa ao cultivar UFV M100, quando comparado aos resultados obtidos (Tabela 12), podendo assim proporcionar maior estabilidade na produção. Pois, segundo FERREIRA et al. (2001), a formação da segunda espiga pode contribuir para o aumento da produtividade de grãos de milho. Esta constatação não acontece no presente trabalho, pois o efeito significativo ocorrido na prolificidade (Tabela 12), não se repete na produtividade (Tabela 15).

5.3.3 - Massa de Mil Grãos

Em condições de sistema de plantio direto orgânico, avaliando o cultivar UFV M100, CAIXETA (2013) relata massa mínima e máxima de mil grãos de milho igual a 222 e 302 g, respectivamente. Estas máximas descritas são muito similares às máximas determinadas pelo presente trabalho (Tabela 13).

O tratamento com adubação de 20 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e o consorciado adubado com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico reduziu a massa de mil grãos de forma significativa quando comparados aos sistemas consorciados com guandus adubados com 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico (Tabela 13). Portanto, podemos considerar que os resultados do consórcio com guandus representa as melhores condições de cultivo em sistema de plantio direto orgânico, no que se refere à massa de mil grãos.

Entretanto, a massa de mil grãos ficou bem acima da mínima descrita por CAIXETA (2013) e próxima de 286 g, descritas por FONTANETTI (2008) e NOVAKOWISKI et al. (2013).

No que se refere aos tratamentos consorciados com feijão-de-porco e guandus, nota-se diferenças significativas em favor dos guandus. A causa da diferença significativa na massa de mil grãos do milho quando consorciado com feijão-de-porco, se deve provavelmente pela capacidade de favorecer o milho dos guandus, já que é conhecido resultados donde o feijão-de-porco não prejudica a produção de milho (FONTANETTI, 2008). No presente trabalho observa-se não haver diferenças significativas entre o consórcio com feijão-de-porco e demais tratamentos cultivados em monocultivo.

É importante ressaltar que o uso de extratos de feijão-de-porco para o controle de plantas espontâneas em sistema de plantio direto orgânico de milho reduziu significativamente a altura de plantas, a produtividade e a massa de mil grãos de milho (CAIXETA, 2013). Comprovando assim, seu potencial de fito tóxico sobre os componentes da produção de milho orgânico quando aplicado na forma de extrato.

Nesse estudo CAIXETA, (2013), observou que o consórcio com feijão-de-porco reduziu aproximadamente 7% na massa de mil grãos de milho, redução esta provavelmente atribuída a competição. No presente trabalho a redução foi significativa e superior a 12% em relação aos consórcios com guandus.

Deve-se destacar que as explicações destas diferenças sejam ocasionadas pelos guandus, responsáveis por elevar qualidade dos grãos, expressados na massa de mil grãos, cujos valores foram superiores a 300 g (Tabela 13), assim como no teor de proteína bruta (Tabela 14), produzindo grãos mais ricos em proteína e massa.

Tabela 13 – Massa de mil grãos de milho UFV M100 cultivados em sistema de plantio direto orgânico na safra 2012/13

TRATAMENTOS	Massa de Mil Grãos (g)
Monocultivo sem Adubação	271,2 ab
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	249,5 b
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	273,2 ab
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	262,8 b
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	302,0 a
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	300,6 a
Média geral	276,56
DMS	33,48
Coeficiente de Variação (%)	8,04

Na comparação entre as médias letras distintas na coluna representa diferenças significativas entre as médias pelo teste “t” a p<0,05 de probabilidade.

5.3.4 - Teor de Proteína Bruta dos Grãos

Dentre as variáveis avaliadas, o teor de proteína bruta diferiu significativamente (Tabela 14). O aumento da produtividade e melhora na qualidade nos grãos de milho proporcionados por consórcios são conhecidos há muito tempo. Segundo SINGH et al. (1986) relatam incrementos médios da ordem de 20%, proporcionados pelo consórcio com soja e outras leguminosas, dos teores de proteína dos grãos de milho, resultado similar aos 21% encontrados neste trabalho, quando comparado os teores médios de proteína determinados no monocultivo (8,19%) frente ao consórcio com guandu arbustivo (9,91%).

O aumento no teor de proteína do grão, por sua vez, reflete diretamente no balanceamento de rações e, conseqüentemente no desempenho dos animais. Logo, a quantidade necessária de grão com teor de proteína igual a 9,91% será 17,36% menor que a quantidade de grãos com proteína igual 8,19%. Portanto, propriedades que possuam sistemas integrados de produção de milho destinados à alimentação animal tornam-se mais competitivas e menos dependentes de concentrados proteicos, nestas condições. Cabe destacar

ainda que mesmo que destinado à comercialização, este produto tem potencial de remuneração premiada, haja vista ser diferenciado em termos qualitativos.

De fato o nitrogênio disponível aos cultivos reflete diretamente sobre os teores de proteína dos grãos. Trabalhos envolvendo adubações nitrogenadas demonstram incremento linear da concentração de proteína nos grãos de aveia branca independentemente do cultivar avaliado, sem comprometer o rendimento industrial e qualidade fisiológica das sementes (KOLCHINSK & SCHUCH, 2004), o mesmo ocorre com os teores de proteína nos grãos de milho (FERREIRA et al., 2001).

Dessa maneira, o aumento no teor de proteína dos tratamentos avaliados assemelha-se ao comportamento dos grãos de aveia branca e de milho acima descritos. Podemos inferir que a disponibilidade de nitrogênio para milho foi mais eficiente nos consórcios com leguminosas, com destaque aos cultivares de guandus usados nos consórcios. É importante ressaltar que os resultados obtidos são referentes a safra 2012/2013, cujo consórcio foi estabelecido pelo segundo ano consecutivo, portanto influenciado pelo residual da consorciação estabelecida na safra 2011/2012.

Sistemas de cultivo de guandu no inverno e milho/guandu no verão é apontado por acumular $58 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nitrogênio, ressalta-se ainda no mesmo estudo que 48% do nitrogênio mineral aplicado é perdido, cerca de $68 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (WEBER & MIELNICZUK, 2009).

Outros trabalhos apresentam resultados positivos das leguminosas sobre as espécies de gramíneas e de leguminosas. Grãos de arroz e feijão têm os teores de proteína bruta melhorado quando cultivados após adubação verde com leguminosas, destacando-se neste trabalho como adubo verde o feijão bravo do ceará (BORDIN et al., 2003), o que evidencia a importância do nitrogênio oriundo de leguminosas no sistema de produção para a melhoria nos teores proteicos dos grãos.

De acordo com WEBER & MIELNICZUK (2009), a produção de milho em sistemas com leguminosas apresentam produção maior de grãos ao longo de duas décadas, quando comparado a sistema sem aporte de N, fica evidenciado assim a contribuição das leguminosas na produção de milho.

Para SINGH et al. (1986), BORDIN et al. (2003) e SILVA et al. (2006) e SANTOS et al. (2010), leguminosas antecedendo os cultivos reduzem a demanda por adubações

nitrogenadas, proporcionando maiores produtividades. Isso ocorre, dentre outras razões descritas, porque existe aumento das populações de bactérias na rizosfera do milho e nas concentrações de NO_3 e NH_4 do solo proporcionados pela presença de leguminosas (SINGH et al., 1986), reforçando o argumento da maior disponibilidade de nitrogênio. OLIVEIRA et al. (2010) relatam que os teores de nitrogênio na palhada dos consórcios de milho com guandu em relação ao monocultivo são maiores.

Segundo VEIGA et al. (2012), há superioridade no cultivo de milho em todos os quesitos avaliados quando cultivado após adubação com fosfato natural combinado à adubação verde com guandu, em comparação ao feijão-de-porco com fosfato natural e fosfato isolado. Estes resultados configuram gradientes semelhantes aos apurados nos tratamentos aplicados, nos teores de proteína, embora não detectada diferença significativa entre o consórcio com feijão-de-porco e guandus no presente trabalho.

Tomando o tratamento 3 como referência, por representar neste trabalho as condições de produção orgânica em monocultivo adubado com $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de composto orgânico, é possível observar teor de proteína bruta no grão igual a 8,19%, muito semelhante ao teor médio padrão de 8,26% (ROSTAGNO, 2005).

A variação de 7,88 a 9,91% na proteína dos grãos é similar a descrita por FERREIRA et al. (2001), que variou de 7,5 a 10,5% correspondente respectivamente a doses de 0 à 210 kg ha^{-1} de nitrogênio. Este aumento pode ser atribuído pela contribuição dos sistemas consorciados. Pois segundo WEBER & MIELNICZUK (2009), a contribuição de N pode chegar a $58 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, podendo variar conforme leguminosa, e condições edafoclimáticas.

Os teores médios de proteína de 8,19; 9,27; 9,70 e 9,91% correspondentes aos agrupamentos monocultivo, consórcios, guandus e guandu arbustivo, respectivamente, são equivalentes a adubações de 25, 78, 105 e 121 kg ha^{-1} de nitrogênio conforme a regressão [Proteína (dag kg^{-1}) = $7,573 + (0,026276 * N) - (0,00005738 * N^2)$], $r^2=0,99$ proposta por FERREIRA et al. (2001). Ressalta-se que ambos os tratamentos envolvidos na comparação acima descrita receberam a mesma quantidade de adubação, portanto a diferença é dada pelo efeito das leguminosas consorciadas.

Ainda baseando-se no tratamento 3 que recebeu 40 m^3 de composto por hectare, ofertando cerca de $175,80 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio. Entretanto, os teores de proteína bruta dos grãos colhidos neste tratamento equivale a 25 kg ha^{-1} de nitrogênio segundo a regressão

proposta por FERREIRA et al. (2001), ou seja correspondeu a apenas 14,28% de todo o nitrogênio disponível no composto orgânico.

Quando comparado o monocultivo aos consórcios com guandus, as respostas significativas no teor de proteína bruta dos grãos equivalem a incrementos aproximados de 400 e 500%, respectivamente nas doses de nitrogênio conforme a regressão proposta por FERREIRA et al. (2001). Portanto, em se tratando da quantidade proteica dos grãos, existem contribuições significativas por parte das leguminosas estudadas na disponibilidade de nitrogênio nos sistemas de plantio direto orgânico.

Estes resultados conotam grande avanço em termos de melhorias proporcionadas ao teor proteico dos grãos de milho quando consorciado ao feijão-de-porco, e principalmente com guandus.

Tabela 14 – Teor de proteína bruta dos grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico safra 2012/13

TRATAMENTOS	Teor de Proteína (%)
Monocultivo sem Adubação	7,88 b
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	7,98 b
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	8,19 b
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	8,42 ab
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	9,48 a
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	9,91 a
Média geral	8,64
DMS	1,19
Coeficiente de Variação (%)	9,11

Na comparação entre as médias letras distintas na coluna representa diferenças significativas entre as médias pelo teste “t” a p<0,05 de probabilidade.

5.3.5 – Produtividade de Grãos

De acordo com os resultados apresentados, não há efeitos significativos das safras 2011/12 e 2012/13 sobre a produtividade de grãos de milho orgânico, ou seja, não há efeito de época (Tabela 15). Não houve efeito de interação entre épocas e tratamentos. É provável que a continuidade dos tratamentos ao longo das safras subsequentes apresente diferenças significativas, assim como demonstrado por MAIA & CANTARUTTI (2004) que, em sistema de produção de milho orgânico cultivado por treze anos consecutivos, mais que dobraram as

produtividades, alcançando a marca de 8 mil quilos por hectare. Dentre as causas da elevação da produtividade ao longo dos anos pode-se citar a elevação dos estoques de N no solo pelas leguminosas, bem como melhora na produtividade de grãos (WEBER & MIELNICZUK, 2009).

Trabalhos avaliando a variedade de milho UFM M100 em sistema orgânico e em sistema de plantio direto orgânico apresentaram produtividades médias de 3741 e 4900 kg ha⁻¹, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2007; FONTANETTI, 2008). Logo, nota-se que as produtividades descritas na tabela abaixo foram condizentes com o potencial do cultivar e do sistema de plantio direto orgânico. Vale ressaltar que o consórcio com guandus proporcionou resultados de produtividade média acima de 6000 kg ha⁻¹, independente do cultivar de guandu ou da safra avaliada no presente trabalho.

Considerando as produtividades médias de 4590 e 4900 kg ha⁻¹ registrada na área avaliada na safra 2004/2005, referentes ao cultivar UFV M100, e ao sistema de plantio direto orgânico, respectivamente (FONTANETTI, 2008). Os resultados das produtividades registradas na safra 2011/12 e 2012/13 de 5170 kg ha⁻¹ e 5562 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 15), demonstram em números absolutos aumento na produtividade do sistema de plantio direto orgânico, embora sem apresentar diferenças estatísticas significativas. Estes patamares de produtividade são coerentes, pois estão acima da média nacional e pouco abaixo da média mineira (CONAB, 2013).

A produtividade de grãos de milho orgânico não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 15). Pode-se, portanto, inferir que as leguminosas empregadas nos tratamentos 4, 5 e 6 tem aptidão para consorciação com milho orgânico por atender as necessidades da cultura principal, sem comprometer rendimento produtivo e qualitativo conforme premissas descritas por PITOL et al. (2006), bem como contribuir para formação de palhada (FONTANETTI, 2008).

Estes dados são também corroborados por HEINRICHS et al. (2002), que descrevem resultados similares entre consórcios de milho com guandu e feijão de porco comparados ao monocultivo. Segundo OLIVEIRA et al. (2010), o consórcio de guandu com milho não supre a necessidade de produtividade do milho, porém não interfere na produtividade quando fornecido o nitrogênio exigido. Em se tratando de consórcios com feijão de porco, FONTANETTI (2008) relata também não haver efeitos negativos sobre o desenvolvimento do

milho. Para CHEIZA et al. (2009), em cultivos adubados com cama de peru, as produtividades de milho consorciados com guandu foram similares ao cultivo solteiro.

O efeito residual das adubações realizadas nas 27 safras anteriores ao início do experimento foi suficiente para manter a produtividade, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos 1 e 2 dos demais tratamentos, para a variável produtividade de grãos. Sendo assim, verifica-se que a adubação residual é suficiente para manter o sistema de plantio direto orgânico produzindo, reduzindo a dependência por fertilização parcial ou total, por até dois anos consecutivos, sem que haja comprometimento significativo da produtividade de grãos de milho orgânico.

Tabela 15 – Produtividade de grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)*	
	Safra 11/12	Safra 12/13
Monocultivo sem Adubação	4049	5106
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	4526	5233
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	4787	5512
Consoiciado c/ feijão-de-porco, adubado c/ 40 m ³ ha ⁻¹ composto	4151	5090
Consoiciado c/ guandu anão, adubado c/ 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	6829	6325
Consoiciado c/ guandu arbust., adubado c/ 40 m ³ ha ⁻¹ composto	6681	6107
Épocas	5170	5562
Média geral	5366	
CV Parcela - Sub parcela (%)	30,43	25,43

* Não há efeitos significativos entre os tratamentos, épocas e de interação entre tratamentos x épocas pelo teste “F” a p<0,05 de probabilidade.

Tomando como base a produtividade, na exportação de nutrientes, e no teor de nutrientes do composto orgânico usado. Cada 40 m³ de composto orgânico aplicado por hectare fornece via adubação 2,38; 4,92; 9,24; 4,37; 20,02 e 20,05 vezes mais que a necessidade de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Portanto, para efeito de cálculo, considerando hipoteticamente não haver perdas dos nutrientes aplicados ao solo, e tomando por base o nitrogênio cuja oferta entre os macronutrientes é menos abundante em relação à exportação de nutrientes pelos grãos, cada adubação seria suficiente para repor os nutrientes exportados por no mínimo dois ciclos. Os resultados sugerem este raciocínio, por não haver diferenças significativas entre as

produtividades entre os tratamentos, independente da adubação recebida. O condicionamento proporcionado ao solo no SPDO adubado com composto orgânico é fundamental para o solo na sustentação das produtividades aqui alcançadas.

Embora não se tenha encontrado evidências de aumento na produtividade na segunda safra de consorciação, as observações encontradas no teor proteico dos grãos de milho produzido sinalizam existência de melhora do SPDO quando cultivado em consórcio. Segundo OLIVEIRA et al. (2010), há incremento de produtividade de feijão cultivado em sucessão sobre a palhada do consórcio milho com guandu quando comparado a palha do milho solteiro, ambos sem adubação nitrogenada. Esses resultados são reforçados por FONTANETTI (2008), que descreve haver contribuições significativas na produtividade de matéria seca do sistema de plantio direto orgânico. Baseado nestas evidências, é esperado que ocorra diferenciação na produtividade dos tratamentos ao longo das safras, similarmente ao determinado nos teores de proteína.

5.3.6 - Teores de Macronutrientes dos Grãos

Os teores dos macronutrientes P, K, Ca, Mg e S (%) não apresentaram diferenças significativas (Tabela 16). Para HEINRICHS et al. (2002), os cultivos consorciados de milho com mucuna anã, guandu anão, *Crotalaria spectabilis* e feijão-de-porco não apresentaram diferenças nos teores de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas diagnóstico no primeiro ano de cultivo.

Entretanto, diferenças são encontradas no segundo ano de cultivo nos teores de nitrogênio e, com menos intensidade, nos teores de fósforo, em favor dos consórcios (HEINRICHS et al., 2002). Embora, evidenciadas as diferenças em favor dos guandus no que se refere ao teor de nitrogênio, já o feijão-de-porco mostrou de forma intermediária entre os guandus e os monocultivos independente da dose de composto aplicada no tratamento.

Dentre as explicações SILVA et al. (2006) relata que a crotalária acumulou mais macro e micronutrientes. Destes o nitrogênio foi acumulado 2,8 vezes mais que a cobertura com milheto, refletindo diretamente nos teores de nitrogênio na folha diagnóstico do milho no estágio de florescimento cultivado em sistema de plantio direto, logo exerce papel

fundamental na disponibilidade de nitrogênio ao milho que reflete diretamente nos teores de proteína.

Tomando como referência a teor de nitrogênio (Tabela 16), é exportado de 12,6 a 15,8 kg Mg⁻¹ de nitrogênio nos grãos de milho produzidos. Para SILVA et al. (2006) a exportação média de nitrogênio foi de 15,7 kg Mg⁻¹ de grãos. Sendo que o teor de nitrogênio no grão foi significativamente superior quando cultivado em sucessão à crotalária durante os dois anos agrícolas consecutivos, cuja média foi de 1,69% de N nos grãos, reafirmando os resultados observados.

Embora não determinados melhoras nos teores dos demais macronutrientes estudados, SILVA et al. (2006) demonstram melhoras nos teores de N P Ca Mg e S nas folhas e/ou grãos de milho quando cultivados em sucessão a crotalária. Os benefícios proporcionados ao solo pelas leguminosas são amplos, sendo que, entre elas, podemos citar a capacidade de liberação do fósforo adsorvido do solo (AE et al., 1991), bem como a maior disponibilidade de N-NH₄⁺ no solo (SILVA et al., 2006), atributos proporcionados pelo guandu e crotalária, respectivamente.

Tabela 16 – Teores de macronutrientes nos grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico dos tratamentos avaliados na safra 2012/13

Tratamentos	N	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
	%					
Monocultivo sem Adubação	1,26 b	0,32	0,43	1,24	0,08	0,16
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,28 b	0,34	0,46	1,21	0,08	0,13
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,31 b	0,29	0,36	1,15	0,07	0,09
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,35 ab	0,36	0,43	1,22	0,09	0,12
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,52 a	0,33	0,38	1,37	0,07	0,13
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	1,58 a	0,33	0,41	1,20	0,08	0,15
Média geral	1,38	0,33	0,41	1,24	0,08	0,12
CV (%)	9,11	15,67	15,63	9,11	23,86	26,80

Na comparação entre as médias letras distintas na coluna representa diferenças significativas entre as médias pelo teste “t” a p<0,05 de probabilidade.

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste “F” (p<0,05) da ANAVA.

Sendo o teor de nitrogênio nos grãos determinante do teor de proteína bruta dos grãos de milho, este foi o único macronutriente afetado significativamente pela restrição parcial e total de adubação com composto orgânico e consorciação, influenciado negativamente pela restrição na adubação e positivamente pela consorciação, igualmente como descrito nos resultados de proteína bruta, haja visto, a determinação ser feita pela constante 6,25. Isso permite recomendar novos trabalhos que possam conciliar redução na adubação combinada à consorciação com leguminosas. É esperado que se maximize o uso dos recursos naturais, sem comprometer a produtividade e qualidade dos grãos produzidos. Os macronutrientes que vem sendo disponibilizados em pelo composto orgânico estão submetidos a dinâmica do solo, podendo se perder, por exemplo, via lixiviação ou adsorção, condição esta não desejada na busca pela sustentabilidade dos agroecossistemas.

5.3.7 - Exportação de Macronutrientes pelos Grãos Produzidos

A exportação dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Tabela 17). Estes resultados são esperados haja vista não haver diferença entre as produtividades que interferem diretamente nos resultados de exportação dos macronutrientes. Para produtividades de 5800 kg ha⁻¹ são extraídos 100, 19, 95, 17 e 17 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente (COELHO et al., 2012). Estes resultados assemelham-se para os nutrientes N e P, divergindo consideravelmente dos nutrientes K, Ca e Mg determinados neste trabalho.

Segundo HIROCE et al. (1989), a exportação de N, P, K, Ca e Mg nos grãos é de 89,44; 21,82; 27,81; 3,27 e 9,27 kg ha⁻¹, respectivamente para produtividade média de 5366 kg ha⁻¹, dos tratamentos nas duas safras. Com exceção do cálcio os demais valores encontram-se mais próximos dos determinados (Tabela 17).

A exportação de cálcio encontrada foi superior de 4 a 20 vezes ao descrito na literatura. Estes resultados podem ser explicados devido a possíveis melhorias no solo e diferenças nas condições de realização dos trabalhos comparados. Esta, tendência é reforçada por SANTOS et al. (2009), que relatam leguminosas cultivadas em aléias compostas por guandu, terem contribuído no aumento da produtividade de mandioca e influenciado

significativamente os teores de cálcio, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação de bases (V%) em camadas superficiais do solo.

Segundo COELHO (2006), a extração de enxofre total pela cultura para produções entre 5 e 7 Mg ha⁻¹ fica em torno de 15 a 30 kg. Considerando que 60% do enxofre é translocado para o grão (COELHO et al., 2012), é possível estimar que tenham sido extraídos pela cultura aproximadamente 11 kg ha⁻¹, haja visto a exportação média nos grãos de 6,59 kg ha⁻¹.

Considerando a produtividade média alcançada de 5,37 Mg ha⁻¹, são estimadas exportações de enxofre da ordem de 6,11 a 9,45 kg ha⁻¹ segundo HIROCE et al. (1989), e ANDRADE et al. (1975), respectivamente. Estes resultados denotam boas condições de fertilidade e nutrição da cultura, pois não houve grandes alterações na composição percentual dos macronutrientes.

Cabe destacar que o fato dos teores de cálcio e magnésio estarem acima e abaixo, respectivamente do descrito na literatura reflete o desbalanceamento entre as proporções Ca/Mg de 3,48 do composto aplicado na adubação de sementeira. Esta condição de adubação imposta pelo composto pode influenciar o desbalanceamento destes nutrientes nos grãos de milho. Portanto, é importante enfatizar a necessidade de intervenções na quantidade e uso de corretivos no preparo dos compostos orgânicos com propósito de evitar o desbalanceamento dos macronutrientes.

Considerando para efeitos de plano de manejo da fertilidade do sistema, baseando-se na necessidade de reposição dos nutrientes que venham a serem exportados pelos grãos, a adubação com 40 m³ de composto orgânico fornece, em média, 175,80; 87,16; 204,35; 292,90; 84,11; e 132,18 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Esta, adubação é suficiente para gerar um saldo positivo de 101,89; 69,45; 182,24; 225,97, 79,91; 125,59 kg ha⁻¹ destes macronutrientes, com produtividades próximas de 5366 kg ha⁻¹. Fica, assim evidente que o uso de 40 m³ de composto é superior as necessidades, no que se refere à exportação de nutrientes pelos grãos produzidos, e que a consorciação com guandu pode melhorar o aproveitamento dos nutrientes aplicados via composto orgânico, a exemplo do nitrogênio.

Tabela 17 – Médias absolutas de exportação de macronutrientes pelos grãos de milho UFV M100 cultivado em sistema de plantio direto orgânico nos tratamentos avaliados na safra 2012/13

Tratamentos	N*	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
	(kg ha ⁻¹)					
Monocultivo sem Adubação	64,18	16,13	21,81	61,55	3,86	7,99
Monocultivo adubado com 20 m ³ ha ⁻¹ de composto	67,61	17,33	23,20	61,82	4,11	6,52
Monocultivo adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	72,78	16,02	19,85	62,01	3,80	4,45
Consoiciado com feijão-de-porco e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	69,34	17,71	21,23	61,28	4,51	5,78
Consoiciado com guandu anão e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	95,56	21,37	24,46	87,98	4,54	8,22
Consoiciado com guandu arbustivo e adubado com 40 m ³ ha ⁻¹ de composto	96,86	20,04	24,90	72,52	4,85	8,93
Média geral	73,89	17,71	22,11	66,93	4,20	6,59
CV (%)	26,16	26,52	24,37	20,53	29,72	35,55

* Não há diferenças significativas entre as médias de acordo com o teste “F” (p<0,05) da ANAVA.

5.4 – CONCLUSÕES

Conclui-se que os consórcios com leguminosas proporcionam melhora na qualidade dos grãos, no que se refere aos teores de proteína e massa dos grãos, com destaque aos cultivares de guandu, sem prejuízo da produtividade em sistema de plantio direto orgânico.

Conclui-se que a adubação residual por dois anos seguidos em sistemas com fertilidade do solo consolidada não sustenta todos os componentes da produção, reduz o teor de proteína bruta dos grãos, porém sem influenciar a exportação de nutrientes mantendo a produtividade de grãos em sistema de plantio direto orgânico.

5.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K. **Phosphorus uptake mechanism of pigeonpea grown in Alfisols and Vertisols**. IN: JOHANSEN, C.; LEE, K.; SAHRAWAT, K. L. (Ed.). Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi arid tropics. Patancheru: ICRISAT, 1991. p.91-98.
- ANDRADE, A. G. de; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. de; SARRUGE, J. R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.) – I: Acumulação de macronutrientes. **ANAIIS DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”**, Piracicaba, v.32, p.115-149, 1975.
- BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERE FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.417-428, 2003.
- CAIXETA, A. G. Uso de vinagre e extrato de feijão-de-porco no manejo de plantas daninhas em plantio direto de milho orgânico. 2013. f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; CASARROTO, G.; LUCIO, A. D. C. Métodos de estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais de híbridos de milho simples, triplo e duplo. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1509-1516, set, 2011.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com Pastagens. **Archivos de Zootecnia**. v.57, p.103-113, 2008.
- CARVALHO, M. M. **Fixação biológica como fonte de nitrogênio para pastagens**. In: MATOS, H. B.; WERNER, J. C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Eds). Calagem e adubação de pastagens. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e Fósforo. p.125-144. 1986.
- CHEIZA, E. D.; LOVATO, T.; RODRIGUES, J.; PIZZANI, R.; PIAIA, A.; TONIN, J.; SCHAEFER, P. E.; JONER, G.; MACHADO, D. S. Produtividade do milho e produção de fitomassa em cultivo solteiro ou consorciado com leguminosas sob diferentes formas de adubação. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.4, n. 2, p.1931-1934, 2009.
- COELHO, A. M. **Nutrição e adubação**. Circular Técnica, 78, Sete Lagoas, 2006. 10p.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. **Fertilidade dos solos: Nutrição e adubação do milho**. In: CRUZ, J. C. Cultivo do Milho (Sistema de Produção, 1). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 8ª ed. 2012.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**. v. 1 - Safra 2013/14, n. 3 - Terceiro Levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília: CONAB, 2013. 72 p.

- CORRÊA, M. L. P. **Cultivo orgânico de milho em sistemas de plantio direto**. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- COSTA, J. R. **Técnicas experimentais aplicadas às ciências agrárias**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia. 2003. 102p. Documentos 163.
- CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PERREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I. DUARTE, J. de O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura familiar**. Circular Técnica, 81, Sete Lagoas, 2006. 17p.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; PERREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. C. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibidênio e zinco. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.131-138, 2001.
- FONTANETTI, A. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. 2008. 84f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- GALVÃO, J. C. C. **Característica física e química de solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubações orgânicas e mineral contínuas**. 1995. 194f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- HEINRICH, 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**, v.26, p.225-230, 2002.
- HIROCE, R.; FURLANI, A. M. C.; LIMA, M. **Extração de nutrientes na colheita por populações e híbridos de milho**. Boletim Científico, 17, Campinas, 1989. 24p.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777p.
- KOLCHINSK, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.379-383, 2004.
- LOPES, O. M. N. **Feijão-de-porco: Leguminosa para controle de mato e adubação verde do solo**. Recomendações Técnicas, 12, Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2000a. 4p.
- LOPES, O. M. N. **Guandu: Leguminosa para controle do mato, adubação verde do solo e alimentação animal**. Recomendações Técnicas, 10, Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2000b. 4p.

MAIA, C.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral continua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 39-44, jan/abr. 2004.

MELO, A. V de. **Sistema de plantio direto para milho-verde**. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

MYAKA, F.M.; SAKALA, W. D.; ADU-GYAMFI, J. J.; KAMALONGO, D. NGWIRA, A.; ODGAARD, R. NIELSEN, N. E.; HOGH-JENSEN, H. Yields and accumulations of N and P in farmer-managed intercrops of maize-pigeonpea in semi-arid Africa. **Plant Soil**, v.285, p.207-220, 2006.

NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J. H. Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1663-1672, jul./ago. 2013.

OLIVEIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C.; GALVÃO, J. C. C.; LIMA, J. S.; MENDES, F. F.; FONTANETTI, A.; SOUZA, L. V.; VAZ DE MELO, A. Desempenho e seleção de cultivares de milho em sistema orgânico de cultivo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, 2007.

OLIVEIRA, P. de.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J. L.; SANTOS, D. de C. **Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa: Consorciação de Milho com Leguminosas**. Circular Técnica, 88, Santo Antonio de Goiás, 2010. 16p.

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

PITOL, C.; BROCH, D. L.; CARVALHO, A. M. de.; SPERA, S. T. **Uso de adubos verdes nos sistemas de produção no Bioma cerrado**. In: CARVALHO, A. M. de; AMABILE.F. R. (Eds.). Cerrado: Adubação verde. Brasília: CPAC, 2006. p.301-330.

QUEIROZ, L.R.; GALVÃO, J. C. C.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; COELHO A. M.; OLIVEIRA, M. F. de; TARDIN, F. D.; MATRANGOLO, W. J. R. Milho Verde em Sistema Orgânico de Produção, Consorciado com Leguminosas. **ANAIS**. In CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 27, 2008, Londrina. Anais... Sete Lagoas ABMS, 2008. CD ROM.

RIBEIRO, K. G.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D. S. C. Adubação Nitrogenada do Capim-elefante cv. Mott. 2. Valor Nutritivo ao Atingir 80 e 120 cm de Altura. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.6, p.1194-1202, 1999.

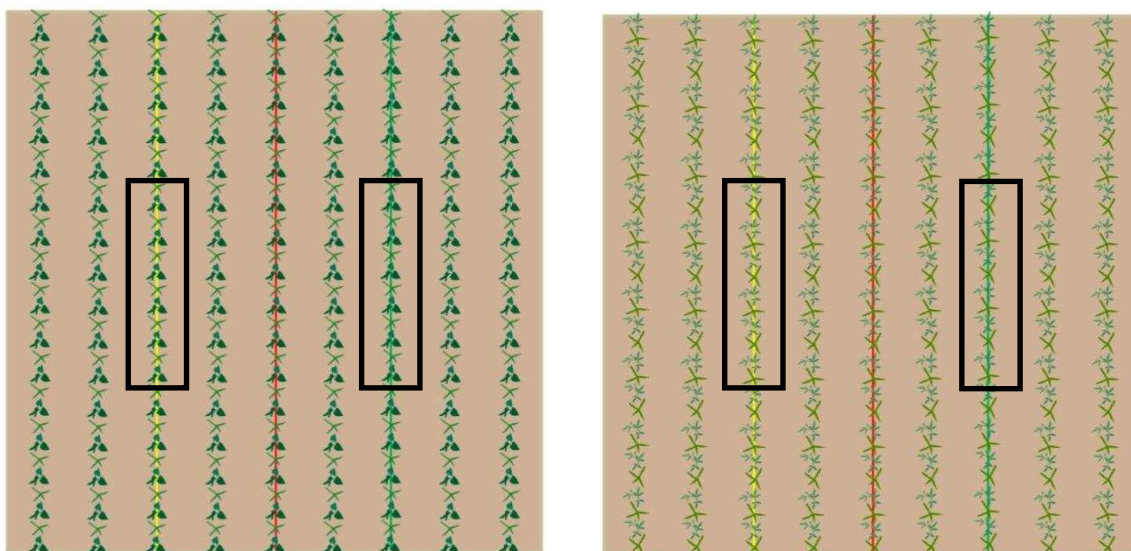
ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186 p.

- SANTOS, A. W. de O.; COSTA, N. N. F.; SILVA, R. R. da; CORREA, B. C.; MACHADO, K. K. G.; MOURA, E. G. de. Investigação do potencial sustentável de combinações de leguminosas em aléias para o uso em solos tropicais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.3622-3626, 2009.
- SANTOS, P. A.; SILVA, A. F. da; CARVALHO, M. A. C. de; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.123-134, 2010.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998. 165p.
- SILVA, E. C. da; MURAOKA, T.; GUIMARÃES, G. L.; BUZETTI, S. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2, p.202-217, 2006.
- SINGH, N. B.; SINGH, P. P.; NAIR, P. P. Effect of legume intercropping on enrichment of soil nitrogen, bacterial activity and productivity of associated maize Crops. **Experimental Agriculture**, v.22, n.4 p.339-344, 1986.
- SVECNJAK, Z.; VARGA, B.; BUTORAC, J. Yield components of apical and subapical ear contributing to the grain yield responses of prolific maize at high and low plant populations. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 192, p.37-42, 2006.
- TOKATLIDIS, I. S.; KOUTROUBAS, S. D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. **Field Crops Research**, v. 88. p. 103-114, 2004.
- VEIGA, D. V. de; CARVALHO, C. J. R. de; KATO, O. R.; MOURÃO JUNIOR, M. Alternativas de recuperação da fertilidade de solo em sistema agrícola de subsistência no Nordeste Paraense. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.7, n.1, p.111-120, 2012.
- WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.33, p.429-437, 2009.

6.0 - CAPÍTULO 3

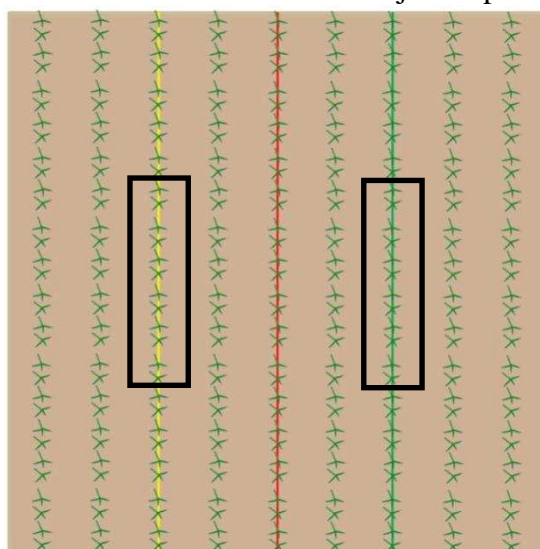
6.1 - ANEXOS

Figura 1. Disposição das plantas nas parcelas experimentais.




A - Milho consorciado com feijão de porco.

B - Milho consorciado com guandú.



C - Milho em monocultivo.



 Delimitação da área útil das avaliações.

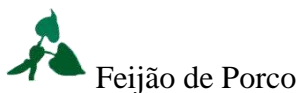


Figura 2. Atividades desenvolvidas no estabelecimento do experimento.



A - Roçagem da aveia preta.



B – Semeadura mecanizada do milho.



C- Semeadura manual das leguminosas.



D – Composto orgânico distribuído.