

**PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE
TORTA DE MAMONA NO CULTIVO
ORGÂNICO DE ALFACE SOB PLANTIO
DIRETO**

JULIANA ORTEGA SMITH

2009

JULIANA ORTEGA SMITH

**PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE TORTA DE MAMONA NO
CULTIVO ORGÂNICO DE ALFACE SOB PLANTIO DIRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Élberis Pereira Botrel

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Smith, Juliana Ortega.

Plantas de cobertura e doses de torta de mamona no cultivo orgânico de alface sob plantio direto / Juliana Ortega Smith. – Lavras : UFLA, 2009.

101 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Élberis Pereira Botrel.

Bibliografia.

1. *Lactuca sativa* L. 2. Adubos verdes . 3. Adubação orgânica .
4. Tortas vegetais. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.5287

JULIANA ORTEGA SMITH

**PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE TORTA DE MAMONA NO
CULTIVO ORGÂNICO DE ALFACE SOB PLANTIO DIRETO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 25 de junho de 2009.

Prof. Luiz Antonio Augusto Gomes	UFLA
Prof. Jony Eishi Yuri	UNINCOR
Prof. Arminda Moreira de Carvalho	EMBRAPA

Prof. Élberis Pereira Botrel
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

*A minha família,
Ao meu companheiro em todas as horas, Maurílio.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por proporcionar tantas alegrias e sucesso em minha vida.

A minha família, pelo grande amor e por sempre estar ao meu lado e me apoiando em minhas decisões.

Ao meu noivo, Maurílio, pelo grande amor, incentivo e companheirismo nas horas alegres e nas horas difíceis, e pelos momentos felizes vividos juntos.

Ao Prof. Élberis Pereira Botrel, meu orientador, pela paciência, disposição, ensinamentos e amizade.

À Pesquisadora Arminda Moreira de Carvalho (Embrapa Cerrados), minha coorientadora, e aos professores Luiz Antônio Augusto Gomes, Rovilson José de Souza (DAG), Eduardo Valério B. Vilas Boas, Ana Carla Marques Pinheiro (DCA), Augusto Ramalho de Moraes (DEX) e Jony Eishi Yuri (Unincor), pela disposição e ensinamentos.

À secretária da Fitotecnia, Marli, pelas muitas dúvidas esclarecidas, dicas, prestatividade e amizade.

Ao amigo Sirlei, pela força nos trabalhos de campo, disposição e amizade.

Aos funcionários do DAG, Manguinho, Leandro, Josemar, Miltinho e Pedro, pela força nos trabalhos de campo e disposição.

Ao pessoal de Ijaci, Vicente, Ná e Paulo pela ajuda na produção das mudas.

Aos colegas Calil, Felipe, Marcelo, Guilherme, Renato, Allison, Tiago, Gabriel, Aline e Taísa, pela grande ajuda nos trabalhos realizados.

Aos colegas do Núcleo de Estudos em Plantio Direto (NESPD), pela oportunidade, experiência, aprendizado e amizade.

Ao pessoal da Casa da Semente, pelo ótimo atendimento, cordialidade e prestatividade.

À UFLA, pela oportunidade e respaldo em conhecimento, estrutura e materiais, e pela bolsa atividade concedida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1.....	01
1 Introdução geral	01
2 Referencial teórico.....	03
2.1 Plantio direto.....	03
2.2 Agricultura orgânica	04
2.3 Plantio direto orgânico.....	05
2.4 Caracterização das plantas de cobertura	06
2.4.1 Crotalária júncea.....	08
2.4.2 Feijão-guandu	10
2.4.3 Feijão-de-porco.....	12
2.4.4 Milheto.....	14
2.4.5 Mucuna-preta	15
2.5 Torta de mamona	17
2.6 Cultura da alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	18
2.6.1 A alface no sistema orgânico de cultivo	19
2.6.2 Pós-colheita de alface	20
3 Material e métodos.....	22
3.1 Local e época	22
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	23
3.3 Instalação e condução do experimento	26
3.3.1 Preparo do solo	26
3.3.2 Plantas de cobertura	26

3.3.2.1	Implantação.....	26
3.3.2.2	Corte	27
3.3.3	Cultura da alface	27
3.3.3.1	Preparo das mudas	27
3.3.3.2	Preparo da área.....	28
3.3.3.3	Adubação de plantio	29
3.3.3.4	Transplântio	29
3.3.3.5	Adubações de cobertura.....	30
3.3.3.6	Tratos culturais	30
3.3.3.7	Colheita.....	31
3.4	Análise estatística	31
4	referências bibliográficas	33
CAPÍTULO 2: Desempenho agrônômico de alface com diferentes plantas de cobertura e doses de torta de mamona em plantio direto orgânico.....		
43		
	Resumo	43
	Abstract.....	44
1	Introdução	45
2	Material e métodos.....	47
2.1	Características avaliadas das plantas de cobertura.....	47
2.1.1	Massa fresca da parte aérea	47
2.1.2	Massa seca da parte aérea	47
2.1.3	Taxa de cobertura do solo.....	47
2.1.4	Composição química da parte aérea	48

2.2 Características avaliadas da cultura da alface.....	48
2.2.1 Massa fresca de plantas.....	48
2.2.2 Massa fresca de folhas	49
2.2.3 Massa seca de plantas	49
2.2.4 Massa seca de folhas.....	49
2.2.5 Número de folhas por planta.....	49
2.2.6 Coloração das folhas	50
3 Resultados e discussão.....	51
3.1 Plantas de cobertura.....	51
3.1.1 Massa fresca da parte aérea	51
3.1.2 Massa seca da parte aérea	53
3.1.3 Taxa de cobertura do solo.....	54
3.1.4 Composição química da parte aérea	54
3.2 Cultura da alface	60
3.2.1 Massa fresca de plantas e de folhas	64
3.2.2 Massa seca de plantas e de folhas.....	67
3.2.3 Número de folhas por planta.....	69
3.2.4 Coloração das folhas	70
4 Conclusões.....	72
5 Referências bibliográficas.....	73
CAPÍTULO 3: Qualidade pós-colheita de alface orgânica cultivada sob diferentes plantas de cobertura e doses de torta de mamona	78
Resumo	78
Abstract.....	79
1 Introdução	80
2 Material e métodos.....	82
2.1 Perda de massa pós-colheita	82
2.2 Sólidos solúveis	82

2.3 pH	83
2.4 Acidez titulável	83
2.5 Coloração	83
2.6 Análise sensorial	84
2.6.1 Teste de aparência – preferência de cor	85
2.6.2 Teste de sabor	85
3 Resultados e discussão	86
3.1 Perda de massa pós-colheita	87
3.2 Sólidos solúveis	88
3.3 pH	88
3.4 Acidez titulável	88
3.5 Coloração	89
3.6 Análise sensorial	89
3.6.1 Teste para planta de cobertura	89
3.6.2 Teste para adubação	91
4 Conclusões	94
ANEXOS	97

RESUMO GERAL

SMITH, Juliana Ortega. **Plantas de cobertura e doses de torta de mamona no cultivo orgânico de alface sob plantio direto**. 2009. 101p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O plantio direto e a agricultura orgânica vêm trazendo benefícios ao ambiente, ao agricultor e ao consumidor. No entanto, ainda são poucas as informações a respeito das práticas mais adequadas de manejo no plantio direto, especialmente tratando-se do cultivo de hortaliças e, ainda, orgânicas. O uso de coprodutos industriais é uma prática interessante, do ponto de vista ambiental e econômico. Este é o caso da torta de mamona, cuja cultura vem se expandindo devido à produção de biodiesel. A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida e, sendo esse consumo *in natura*, possui alto valor agregado quando produzida organicamente, sem resíduos de agrotóxicos. Neste trabalho, o objetivo foi estudar o efeito de diferentes plantas de cobertura e doses de torta de mamona, comparadas a um tratamento mineral, no desempenho agrônomo e na qualidade pós-colheita da alface cv. Veronica. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura da UFLA, Lavras, MG, no período de 17 de setembro de 2008 a 06 de abril de 2009. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas consistiram nas plantas de cobertura: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr.) e vegetação espontânea. Os tratamentos nas subparcelas foram: adubação mineral com 120 kg/ha de N e adubações orgânicas com 0, 60, 120 e 240 kg/ha de N. O fósforo e o potássio foram fornecidos nas quantidades de 100 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O, via superfosfato simples e cloreto de potássio para o mineral, e termofosfato Yoorin Master e cinzas de madeira para os orgânicos, respectivamente. As plantas de cobertura foram semeadas nas parcelas e roçadas aos 134 dias, ficando distribuídas sobre as parcelas. As parcelas foram subdivididas nas cinco diferentes adubações. As adubações de plantio foram feitas em sulcos e a cultura da alface transplantada entre a palhada, aos 43 dias após a semeadura, com espaçamento 25 x 30 cm. A colheita ocorreu aos 73 dias.

Palavras chave: *Lactuca sativa* L., adubos verdes, adubação orgânica, tortas vegetais.

¹ Comitê Orientador: Prof Élberis Pereira Botrel – UFLA (Orientador),
Pesq. Arminda Moreira de Carvalho – Embrapa Cerrados.

GENERAL ABSTRACT

SMITH, Juliana Ortega. **Covering plants and castor cake doses in no-tillage organic production of lettuce.** 2009. 101p. Dissertation (Master's in Crop Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.²

No-tillage system and organic agriculture has been bringing benefits to environment, agriculturist and consumer. However, there are still little information about the most adequate practices to no-tillage system, specially about vegetables production, and organic. The use of industrial residues is an interesting practice by the environmental and economic points of view. This is the situation of castor cake, which cultivation has been expanding due to biodiesel production. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the most consumed leaf vegetable and, being this consume *in natura*, it has a high aggregated value when organically produced, without pesticides. The present work had for objective to study the effect of covering cultures and castor cake doses, compared to a mineral treatment, over the agronomic performance and postharvest quality of lettuce. The experiment was accomplished in the experimental field of the Agriculture Department of UFLA, Lavras, MG, Brazil, from September, 2008 to April, 2009. The experimental design consisted of a split-plot scheme in completely randomized blocks with four replications. The plots consisted of six covering plants: *Crotalaria juncea* L., *Canavalia ensiformis* (L.) DC, *Cajanus cajan* (L.) Millsp, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown, *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr. and spontaneous vegetation. The subplots consisted of five fertilizations: mineral with 120 kg/ha of N and organic with 0, 60, 120 e 240 kg/ha de N. It was applied 100 kg/ha of P₂O₅ and 60 kg/ha of K₂O on every treatments, by superfosfato simples and potassium clorate for the mineral, and termofosfato and ash for the organic. The covering plants were seeded on the plots, cut by 134 days and distributed over the soil. The plots were split in the five fertilizations. The lettuce seedlings were planted over the mulch, by 43 days after seedling. The harvest was made by 73 days after seedling.

Key words: *Lactuca sativa* L., green manure, organic fertilization, vegetal cakes.

² Guidance Committe: Élberis Pereira Botrel – UFLA (Major Professor),
Arminda Moreira de Carvalho – Embrapa Cerrados.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A adoção do sistema plantio direto e da agricultura orgânica vem trazendo uma série de benefícios ao solo, ao ambiente e aos produtores. A utilização conjunta dessas duas tecnologias tende a fortalecer e ampliar ainda mais estes benefícios, concretizando a sustentabilidade conservacionista e econômica do sistema produtivo.

O plantio direto orgânico ainda é uma técnica pouco difundida e pouco conhecida e tem encontrado dificuldades em função da recente introdução desse sistema, principalmente quando se tratam de culturas olerícolas. Essa falta de informações sobre as melhores técnicas de manejo para o plantio direto, incluindo-se aí recomendações sobre plantas de cobertura e adubação, especialmente quando associado à produção de hortaliças e, sobretudo, sob um manejo orgânico, torna o presente trabalho relevante aos interesses de toda comunidade agrocientífica, além de agricultores interessados na sustentabilidade de sua atividade.

Os principais problemas, no que diz respeito à produção orgânica, especialmente quando associada ao plantio direto, são a falta de assistência técnica e a escassez de informações científicas sobre este assunto.

Sendo assim, a pesquisa por métodos alternativos e sustentáveis de produção se torna muito importante, principalmente porque alguns métodos, copiados de países de clima temperado, não são ideais para as condições brasileiras. É necessário adaptar e, até mesmo, desenvolver técnicas que sejam mais adequadas à nossa realidade.

A utilização de coprodutos industriais, como é o caso da torta de mamona, é uma realidade e uma tendência que vem se difundindo na agricultura.

Com as crescentes demanda e produção de biocombustíveis, na qual se insere a cultura da mamona, o volume de resíduos provenientes dessas indústrias tende a crescer e estar mais disponível no mercado. Assim, pesquisas sobre as melhores formas de utilização destes resíduos como adubo para a agricultura, especialmente sob sistemas orgânicos, são de grande importância no cenário atual.

A cultura da alface foi escolhida para estes estudos por ser a hortaliça folhosa mais consumida. Quando se trata ainda de produção orgânica, as culturas olerícolas merecem destaque, uma vez que são cultivadas por um grande número de produtores em diversas regiões. Além disso, a produção dessas espécies apresenta altos índices de rentabilidade em relação às grandes culturas e há, ainda, o apelo ao consumo de hortaliças orgânicas observado nos meios de comunicação, como alternativa os produtos convencionais que apresentam contaminação por agrotóxicos, o que tem despertado a atenção dos consumidores.

Existem diversos trabalhos de pesquisa relacionados ao desempenho agrônomo da cultura da alface, inclusive em sistema orgânico de cultivo, mas pesquisas relacionadas à pós-colheita são muito escassas.

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a viabilidade da utilização das técnicas usuais de produção orgânica associadas ao plantio direto, com uso de plantas de cobertura e doses de torta de mamona, avaliando-se o desempenho agrônomo e a qualidade pós-colheita da cultura da alface, em comparação a um tratamento padrão com adubação mineral.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantio direto

O sistema plantio direto surgiu na década de 1930, na Inglaterra, para controle da erosão, tornando-se viável como prática agrícola a partir de 1956, com o lançamento pela ICI dos herbicidas de contato Paraquat e Diquat. No Brasil, surgiu na década de 1970, em trabalhos de pesquisa realizados no Rio Grande do Sul e no Paraná. A partir da década de 1980, houve grande evolução na indústria de máquinas e de herbicidas, acontecimento essencial para a expansão do plantio direto (Salton et al., 1998).

Esse sistema consiste na aplicação de um conjunto ordenado de tecnologias que, por sua vez, estão alicerçadas em quatro pilares de sustentação: ausência de revolvimento do solo, permanente cobertura do mesmo, rotação de culturas e manejo integrado de pragas e doenças. Essas bases garantem a sustentabilidade ambiental do sistema produtivo. Consiste na semeadura sem o preparo prévio da área, sem alterar a estrutura física e a vida biológica do solo, mantendo praticamente intacta a cobertura morta formada por restos culturais e plantas de cobertura. Com isso, há a formação de uma camada de palha, que é a essência do plantio direto, pois assegura ao solo menor susceptibilidade à erosão (Associação de Plantio Direto no Cerrado-APDC, 1994). A essência do plantio direto é a palhada, originada dos restos vegetais e reforçada pelas plantas cultivadas para esse fim, as plantas de cobertura.

O Brasil possui área de mais de 25 milhões de hectares cultivados em sistema de plantio direto, sendo o segundo em área no mundo, atrás somente dos Estados Unidos (Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha-FEBRAPDP, 2009). Em 2008, 70% da produção de grãos no Brasil estava baseada nesse sistema (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, 2008).

Um dos motivos que levam os agricultores a adotarem o plantio direto é a intensa degradação ambiental provocada pela erosão dos solos, que eleva os custos de produção a ponto de tornar a atividade agrícola insustentável (Salton et al., 1998).

A adoção do plantio direto reduz a erosão, aumenta o teor de matéria orgânica do solo, melhora a qualidade da água, proporciona menores custos com recuperação de estradas e carregadores, incrementa a produtividade e os lucros e, de maneira geral, melhora a qualidade de vida (Salton et al., 1998).

Entre as diversas vantagens do plantio direto na produção de hortaliças está a redução de doenças e pragas. O plantio direto ainda não é comum na produção de hortaliças, pois são plantas de crescimento rápido e, por isso, cultivadas de forma intensiva. No entanto, o método deve se popularizar no setor, uma vez que os resultados obtidos são bem significativos. O plantio direto reduz a erosão do solo e melhora sua porosidade. Além dos benefícios ambientais, há, ainda, vantagens econômicas, como a redução do gasto com água e capina (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais-EMATER-MG, 2009).

No sistema convencional, o controle das plantas daninhas antes da semeadura de uma cultura é efetuado por operações mecânicas (aração e gradagens), ao passo que, na semeadura direta tradicional, pelo não-revolvimento do solo, as plantas daninhas presentes são eliminadas por meio dos herbicidas dessecantes.

2.2 Agricultura orgânica

A Lei 10.831/03 (Brasil, 2003) define como sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais. Tem por

objetivos a sustentabilidade econômica e ecológica; a maximização dos benefícios sociais; a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos; a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização e a proteção do meio ambiente.

A demanda por alimentos mais saudáveis e produzidos de forma ecologicamente sustentável está se tornando cada vez maior. Melão et al. (2007) observaram que, no cenário atual, é crescente a demanda por alimentos orgânicos, decorrente da busca por mais qualidade de vida e por sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Apesar de crescer mais de 20% ao ano (Ormond et al., 2002), a produção orgânica de alimentos tem como um dos principais entraves a pouca disponibilidade de fontes eficazes de N, de baixo custo e admitidas pelas normas técnicas vigentes (Brasil, 2007, 2008).

2.3 Plantio direto orgânico

Uma das principais críticas de ao sistema orgânico de produção é a de que os agricultores orgânicos costumam, erroneamente, revolver em demasia o solo. Verifica-se que ainda é grande a utilização de implementos, como a enxada rotativa, que movimentam excessivamente o solo, o que não está de acordo com os princípios orgânicos (Darolt, 2000). Em verdade, a melhor saída para atender aos preceitos da sustentabilidade seria a prática do plantio direto seguindo os princípios orgânicos (Darolt, 2008) ou a prática da agricultura orgânica seguindo preceitos do plantio direto.

Estudos preliminares sobre agricultura orgânica mostraram que existe viabilidade técnica e econômica para o estabelecimento da produção orgânica,

utilizando o plantio direto. No entanto, em termos técnicos, o grande desafio ainda está no manejo das infestantes sem o uso de herbicidas. A utilização de plantas de cobertura e roçadoras tem mostrado resultado satisfatório (Darolt, 2008).

O emprego de herbicidas constitui um dos maiores questionamentos com relação à sustentabilidade do sistema plantio direto, no qual esta prática é uma característica marcante. Há alguns anos, quando o sistema plantio direto se iniciou, era comum ouvir dizer que os herbicidas eram um mal necessário e que não era possível controlar plantas daninhas sem eles. Atualmente, com maior conhecimento e compreensão sobre o sistema, já está sendo alcançado sucesso no seu controle em pequenas propriedades e chegando cada vez mais próximo de consegui-lo em áreas mais extensas. A escolha de espécies de maior cobertura e maior intensidade do efeito alelopático reduz significativamente a incidência de invasoras e facilita muito o seu controle sem o uso de herbicidas (Vallejos et al., 2001).

2.4 Caracterização das plantas de cobertura

O manejo do solo, que permite a manutenção da sua capacidade produtiva ao longo do tempo sem causar impactos negativos ao ambiente e preservando a qualidade do recurso solo, é uma prática para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. A adição de material vegetal que favoreça o acúmulo de carbono, o aumento da matéria orgânica do solo e a ciclagem mais eficiente de nutrientes, seja como adubo verde, seja como cobertura (plantio direto), poderá conferir maior sustentabilidade aos sistemas de produção praticados no cerrado. A manutenção da matéria orgânica do solo aumenta a disponibilidade de nutrientes e a manutenção de cobertura da superfície, principalmente se for utilizada palha de plantas condicionadoras de solo. Em relação aos nutrientes, especialmente o nitrogênio tem suas quantidades no solo

aumentadas pelo uso de leguminosas com elevada capacidade de fixação biológica de nitrogênio (Carvalho & Amabile, 2006).

A existência de intensa atividade biológica no interior do solo, decorrente do desenvolvimento e decomposição de raízes de plantas, constitui uma melhoria para o crescimento das plantas. O sistema radicular das plantas de cobertura pode favorecer, após a sua decomposição, o desenvolvimento das raízes das plantas subsequentes, conduzidas em plantio direto, devido à formação de canais e poros, constituindo um ambiente favorável ao crescimento das raízes das plantas (Salton, 1993).

Na Tabela 1 são apresentados os períodos de floração e a produtividade de matéria verde e de matéria seca, encontradas no cerrado do Distrito Federal, das plantas de cobertura estudadas.

TABELA 1 Período de emergência/floração e produção de matéria verde e matéria seca da parte aérea de plantas condicionadoras de solo semeadas no período chuvoso, no cerrado do DF.

	Floração (dias)	Matéria verde t.ha ⁻¹	Matéria seca
Crotalária júncea	72	77,3	17,6
Feijão-guandu	91	17,3	5,7
Milheto	93	17,5	3,0
Mucuna-preta	112	31,5	6,4
Feijão-de-porco*	64-118	-	5,7-19,8

Fonte: *Pereira (1991) e Carvalho et al. (1999).

A quantidade de palha sobre o solo e a uniformidade de sua distribuição podem servir de referência para uma avaliação preliminar sobre as condições nas quais o sistema plantio direto está se desenvolvendo. Igualmente importante é a distribuição dos resíduos sobre o solo, que deve ser a mais uniforme possível. Em média, 5 t.ha⁻¹ de palha distribuídas uniformemente sobre a superfície do

solo, ou um mínimo 80% da superfície do solo coberta, corresponde a uma boa cobertura (Heckler et al., 1998)

Em um experimento com milho em sistema plantio direto, Ohland et al. (2005) observaram que as plantas de cobertura apresentam efeitos diferenciados sobre os atributos da cultura subsequente, mas que, independente da espécie de cobertura, a adição de nitrogênio eleva a produtividade de grãos de milho.

2.4.1 Crotalária júncea

A crotalária júncea (*Crotalaria juncea* L.), leguminosa originária da Índia e Ásia tropical, é uma planta de ciclo anual, subarborescente, podendo atingir até 3 m de altura (Calegari et al., 1993). Possui raiz pivotante, com pequena capacidade de penetrar em camadas compactadas e concentração delas acima do horizonte de impedimento (Alvarenga et al., 1995).

É cultivada, em muitos países, para a produção de fibras, como na Ásia tropical e na Rússia meridional (Calegari et al., 1993). No Brasil, a crotalária júncea foi introduzida, inicialmente, para este fim, mas se difundiu como planta condicionadora de solo. É uma espécie utilizada como adubo verde no cerrado, além de apresentar potencial para cobertura de solo no sistema plantio direto.

Em geral, possui resposta ao fotoperíodo, comportando-se como planta de dias curtos, pois, à medida que a semeadura dessa leguminosa é atrasada, ocorre redução no seu porte e, conseqüentemente, na produção de fitomassa. Contudo, entre as espécies do gênero *Crotalaria*, a crotalária júncea é uma das menos sensíveis ao fotoperíodo (Amabile et al., 1996; Burle et al., 2006). Em relação ao déficit hídrico, ela é relativamente tolerante à seca, desde que não ocorra compactação ou adensamento do solo, já que seu sistema radicular não é eficiente para romper essas camadas de impedimento no solo. Não tolera geada, pois é planta de clima tropical e subtropical.

A crotalária júncea é uma das leguminosas com ciclo, até a floração, mais curto no cerrado. Quando semeada no início do período chuvoso, floresce aos 90 dias e, quando semeada no final dessa estação, floresce aos 60 dias, completando o ciclo com 120 dias (Pereira et al., 1992; Carvalho et al., 1999; Burle et al., 2006).

A principal vantagem dessa espécie é a sua acelerada velocidade inicial de crescimento, resultando em rápida cobertura do solo com efeito supressor às plantas invasoras, além de promover liberação mais rápida do terreno para o estabelecimento da cultura comercial. É boa recicladora de nutrientes, em especial de macronutrientes.

Essa espécie apresenta elevado potencial para a produção de fitomassa, quando semeada no início do período chuvoso. No cerrado de Goiânia, chegou a acumular 17 t.ha⁻¹ de matéria seca. Quando a semeadura foi realizada em meados do período de chuva, houve redução dos rendimentos de matéria seca para 8 t.ha⁻¹, chegando a 6 t.ha⁻¹ quando semeada no final dessa estação (Amabile et al., 2000). Nessa mesma região, quando cultivada no período de entressafra, a produção de matéria seca variou entre 6,0 e 6,9 t.ha⁻¹, em anos agrícolas distintos (Carvalho et al., 1996).

A crotalária júncea apresenta capacidade elevada para fixar N, principalmente em condições de não-ocorrência de estresse hídrico. Segundo Calegari (1995), ela pode fixar de 150 a 165 kg.ha⁻¹.

Recomendam-se de 15 a 20 sementes viáveis por metro, com espaçamento de 25 a 50 cm. Densidades mais elevadas devem ser utilizadas para cobertura, reduzindo a população de plantas quando a finalidade for a incorporação. Amabile et al. (2000) não constataram diferenças entre os espaçamentos de 0,40 e 0,50 m entre linhas, recomendando aquele que for mais adaptado às culturas comerciais semeadas na propriedade. Essas populações de

plantas resultam em gasto de 20 a 30 kg.ha⁻¹ de sementes, com o peso de mil sementes variando de 40 a 60 g (Pereira et al., 1992; Calegari et al., 1993).

O manejo da fitomassa deve ser efetuado na floração, que varia com a época de semeadura, aproximadamente, de 60 a 120 dias. Quanto mais tardia for a semeadura, menor o período até a floração (Amabile et al., 1996, 2000; Carvalho et al., 1999).

2.4.2 Feijão-guandu

O centro de origem do feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) permanece incerto, sendo considerada uma planta nativa da região leste do subcontinente indiano (Vavilov, 1939) ou do leste africano (Purseglove, 1968; Zeven & Zhukovsky, 1975).

É uma das leguminosas forrageiras mais comumente semeadas nas regiões tropicais e subtropicais, até mesmo em regiões áridas e semiáridas, sendo encontrada desde o nível do mar até 1.800m de altitude. Adaptada a ampla faixa de precipitação, mostra-se tolerante à seca, porém, muito sensível à geada (Whyte et al., 1953; Mitidieri, 1983; Seiffert & Thiago, 1983). É sensível ao fotoperíodo, tendo resposta quantitativa ao florescimento em dias curtos (Summerfiled & Roberts, 1985). Desenvolve-se melhor em temperaturas mais elevadas (Skerman, 1977), suportando condições extremas de desidratação (Teixeira et al., 1983). Na estação seca, no Cerrado, torna-se caducifólia devido à severa deficiência hídrica que ocorre na região nesse período (Pereira et al., 1992). O guandu, como a maioria das leguminosas tropicais, é descrito, em termos gerais, como uma espécie influenciada pelo termoperíodo (Summerfiled & Roberts, 1985), sendo este, por vezes, mais importante do que o comprimento do dia.

O guandu é considerado uma planta pouco exigente em relação à fertilidade do solo (Gomes, 1977; Edwards, 1981; Johansen, 1990). Morton

(1976) verificou baixa resposta dessa espécie à aplicação de fertilizantes. O guandu cresce e desenvolve-se bem em solos cujo pH varia entre 5,0 e 8,0 (Dalal & Quilt, 1977; Johansen, 1990). Em solos ácidos, seu crescimento é bastante afetado por níveis tóxicos de alumínio, porém, mostra-se bem adaptado aos solos que predominam no Bioma Cerrado (Tanaka, 1981).

Desenvolve-se bem em solos argilosos a franco-argilosos, mas não tolera solos mal drenados. Os elevados teores de manganês em solos de cerrado, principalmente em áreas cultivadas com soja, podem limitar o desenvolvimento do guandu (Pereira et al., 1992).

O sistema radicular pivotante e bem desenvolvido que atinge a profundidade de até três metros (Alvarenga et al., 1995) proporciona a essa espécie resistência aos períodos prolongados de seca, sobretudo em condições de safrinha no cerrado. Segundo Ae et al. (1991), as raízes do guandu produzem exsudados que promovem a liberação do fósforo comumente adsorvido aos óxidos e hidróxidos de Fe nos solos do cerrado.

O guandu possui a característica de acumular a maior parte da fitomassa e dos nutrientes na fase compreendida entre o florescimento e a maturação da planta (Dalal, 1980; Wijnberg & Whiteman, 1985). Em muitos materiais, cerca de 50% a 80% da matéria seca foi produzida após o início do florescimento (Dhingra et al., 1981; Pandey, 1981). Por esse motivo, o manejo deve ser efetuado do pleno florescimento ao início da formação das vagens, que varia, na região dos Cerrados, de 70 a 110 dias.

A decomposição do guandu é mais lenta em relação a outras leguminosas (Carvalho et al., 1996; Carvalho, 2005). Assim, essas características, associadas a uma alta produção de fitomassa, representam vantagens para uso dessa leguminosa como cobertura do solo em áreas de Cerrado.

Para Pereira & Sharma (1984) e Pereira (1985), na região do Brasil Central, o guandu deve ser semeado no início do período de chuvas. O guandu pode ser semeado a lanço, com semeadeira, matraca ou avião, adaptando-se bem tanto ao sistema convencional quanto ao plantio direto. O espaçamento recomendado para que se tenha boa cobertura de solo varia de 40 a 60 cm entre as linhas. Para uso como adubo verde ou planta de cobertura, recomenda-se a quantidade de 30 a 40 kg.ha⁻¹ de sementes, semeando-se de 15 a 30 sementes viáveis por metro.

2.4.3 Feijão-de-porco

Acredita-se que o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) seja de origem centro-americana. É encontrado, em estado silvestre, nas Antilhas e nas zonas tropicais africanas e asiáticas (Calegari et al., 1993). Segundo Duke (1981), a espécie parece ser nativa das regiões que abrangem o sul do México, o Brasil, o Peru e também das Índias Ocidentais.

Trata-se de uma planta anual ou bianual de origem tropical, muito adaptada a clima seco, suportando, com folhas verdes, longos períodos sem ocorrência de chuva (Calegari et al., 1993). Apresenta resistência ao déficit hídrico e é insensível ao fotoperíodo. Vem sendo utilizada como cobertura de solo também na região semiárida do nordeste brasileiro. Uma opção de uso dessa espécie no cerrado é em associação com culturas perenes, já que ela tolera o sombreamento parcial e vem sendo empregada desse modo em diversos países.

O feijão-de-porco parece ser uma planta adaptada a condições ambientais bem adversas, suportando desde o clima árido e seco das regiões semiáridas, até regiões de clima temperado e úmido e regiões com florestas tropicais (Duke, 1981), sendo cultivada até altitudes de cerca de 1.800 m.

O feijão-de-porco é igualmente rústico quanto às exigências nutricionais, adaptando-se bem aos solos de baixa fertilidade do cerrado. Quanto às condições

edáficas, essa espécie tem ampla adaptação, tolerando, além de solos ácidos e de baixa fertilidade, solos salinos e mal drenados, com texturas variáveis, desde arenosos a argilosos.

Quando semeado no início do período de chuvas (novembro), o feijão-de-porco apresentou ciclo, até o florescimento, variável, entre 64 e 118 dias, em anos agrícolas distintos (Pereira, 1991) e atingiu a maturação oscilando entre 168 e 249 dias (Pereira, 1991). O crescimento acelerado e as amplas folhas cotiledonares favorecem a rápida cobertura de solo e o eficiente controle de invasoras proporcionado pelo feijão-de-porco. Efeitos alelopáticos também são atribuídos a essa espécie condicionadora de solo.

As principais desvantagens dessa espécie referem-se ao grande tamanho das sementes, resultando em um gasto elevado no seu estabelecimento (em torno de 110 a 150 kg.ha⁻¹) e à suscetibilidade a algumas viroses com potencial de infectar culturas associadas, como a do maracujá (Burle et al., 2006; Carvalho & Amabile, 2006).

Quando foi semeado em novembro, o feijão-de-porco apresentou produções de fitomassa, em áreas de cerrado do Distrito Federal, que oscilaram entre 5,7 e 19,8 t.ha⁻¹ de matéria seca (Pereira, 1991). Em semeadura no período de chuvas, obtiveram-se 7,7 t.ha⁻¹ de matéria seca, nessa mesma região (Carsky, 1989). A produção de matéria seca não é severamente afetada quando ele é semeado próximo ao final da estação chuvosa (em fevereiro), variando entre 4,7 e 11,9 t.ha⁻¹ (Pereira, 1991).

O feijão-de-porco pode ser semeado a lanço, em linhas ou em covas. Recomenda-se semear 5 a 8 sementes viáveis por metro ou densidade de semeadura de, aproximadamente, 100 a 150 kg.ha⁻¹. Mil sementes pesam entre 1 kg e 1,5 kg. A produção de sementes está em torno de 4,2 t.ha⁻¹ (Pereira et al., 1992; Carvalho et al., 1999; Burle et al., 2006).

2.4.4 Milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), planta anual da família das gramíneas, de clima tropical, apresenta crescimento ereto com porte alto, podendo atingir de 4 a 5m de altura, conhecida, na região sul do Brasil, como pasto italiano. Sua provável origem é no continente africano, das regiões denominadas savanas, apresentando capacidade de produção de grãos em condições de solos com baixa fertilidade e déficit hídrico (Carvalho & Amabile, 2006). Entretanto, responde bem às adubações ou a condições de solo mais fértil. Possui ciclo de 130 dias e produção de grãos que variam de 500 a 1.500 kg.ha⁻¹. O rendimento de palha pode atingir até 9.000 kg de MS/ha, com relação C/N de 42,9 (Moraes, 2001).

O milheto tolera bem a seca por causa de seu sistema radicular profundo, que pode atingir até 3,60 m e a sua grande eficiência de transformar água em fitomassa. Possui acentuada capacidade em adaptar-se a diferentes solos, como os arenosos, de baixa fertilidade e com elevados níveis de alumínio e baixo pH (Burle et al., 2006; Carvalho & Amabile, 2006). Apresenta facilidade para produzir sementes e boa adaptação à mecanização (Bonamigo, 1999).

É recomendado para a produção de palha e cobertura de solo para o sistema plantio direto por apresentar elevada taxa de crescimento, proporcionando rápida cobertura do solo, e decomposição mais lenta. Nas condições de plantio direto no cerrado, o estabelecimento dessa espécie é recomendado para o outono, logo após a colheita da cultura de verão, aproveitando as últimas chuvas, com vistas ao seu melhor estabelecimento. O milheto já mostrou efeito redutor no controle de nematoides-das-galhas de soja (*Meloydogine javanica*) e de *Meloydogine incognita* (Asmus & Andrade, 1998).

O alto conteúdo de K, associado à sua elevada produção de matéria seca, caracteriza essa espécie como altamente eficiente em reciclar potássio, sendo seu uso recomendado com esse objetivo para solos arenosos nos quais esse elemento

seja bastante lixiviado (Salton & Kichel, 1997). Os teores e os conteúdos de nitrogênio e de fósforo na parte aérea dessa gramínea são baixos, se comparados aos das leguminosas (Carvalho et al., 1999).

No cerrado do Brasil Central, demonstrou-se que a produção de fitomassa de milheto é bastante variável, devido aos efeitos de estresse hídrico resultante da má distribuição de chuvas nessa região. A produção de fitomassa seca variou de 3,1 a 7,3 t.ha⁻¹ e de 2,3 a 8,1 t.ha⁻¹, em sistemas de produção com semeadura antecipada e em sucessão à soja, respectivamente (Spehar, 1999).

A semeadura poderá ser realizada em sulcos ou a lanço, com a quantidade de sementes variando de 15 a 25 kg.ha⁻¹ (Burle et al., 2006; Carvalho & Amabile, 2006).

2.4.5 Mucuna-preta

A mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr.), originária do sudeste da Ásia e difundida em regiões tropicais, é uma leguminosa de ciclo anual superior a 150 dias, robusta, bastante agressiva, de hábito de crescimento indeterminado, com ramos trepadores (Calegari et al., 1993) e raiz pivotante com raízes secundárias horizontais, alcançando comprimento médio de 50 cm, mas podendo atingir mais de um metro (Alvarenga et al., 1995).

Sua floração e maturação não são uniformes (Pereira et al., 1992). Várias espécies do gênero *Mucuna* podem ser utilizadas como adubos verdes, sendo a mucuna-preta a mais difundida em áreas de cerrado, possivelmente pela maior disponibilidade de sementes e uso mais comum nas demais regiões do Brasil.

A mucuna-preta desenvolve-se bem em condições de deficiência hídrica, não possui reação fotoperiódica, suporta temperaturas elevadas, podendo ser cultivada do início até final do período de chuva em áreas de cerrado. Suporta sombreamento, mas não tolera encharcamento nem geadas (Pereira & Kage, 1980; Pereira et al., 1992; Calegari et al., 1993).

A mucuna-preta desenvolve-se em solos argilosos a arenosos e arejados, tolera acidez e não é exigente em fertilidade do solo (Pereira et al., 1992; Calegari et al., 1993). Um aspecto muito importante a ser considerado em relação à mucuna-preta é a sua alta capacidade de reciclar fósforo, aumentando a disponibilidade desse nutriente nos solos de Cerrado (Le Mare et al., 1987).

Por apresentar baixa ou nula sensibilidade ao fotoperíodo e ao déficit hídrico, a mucuna-preta praticamente não tem sua produção de fitomassa reduzida com a mudança da época de semeadura do início para o final da estação chuvosa (Pereira & Kage, 1980; Fornasieri Filho et al., 1989; Amabile et al., 1996).

As principais vantagens dessa espécie são: a rápida e eficiente cobertura de solo, a rusticidade no período da seca em áreas de cerrado, o controle de invasoras, de pragas, doenças e nematoides, além da ciclagem de nutrientes. Em relação ao controle de nematoides, deve-se considerar que a mucuna-preta é eficiente em controlar a espécie de *Meloidogyne javanica*, que é a mais frequente nessa região (Carvalho & Amabile, 2006).

A mucuna-preta proporciona cobertura do solo (viva e morta) bastante eficiente, devido, principalmente, à quantidade elevada de fitomassa produzida, à sua velocidade de crescimento e à sua decomposição menos acentuada, em relação a outras leguminosas. A cobertura do solo avaliada depois do corte das plantas (na floração) variou de 73% a 95%, em medidas realizadas em dois anos consecutivos e cultivos efetuados na estação seca e no início do período de chuva (Carvalho et al., 1996). A taxa de cobertura verde, avaliada por Alvarenga (1993), atingiu 90% a partir dos 40 dias, chegando a 100% aos 60 dias após a emergência.

Amabile et al. (1996) verificaram produções de matéria seca de 4,8; 5,3 e 4,5 t.ha⁻¹ para as semeaduras em novembro, janeiro e março, respectivamente. No ano agrícola seguinte, foram obtidas produções de 3,5 e 4,0 t.ha⁻¹, para

semeaduras no início e no final do período de chuva (Amabile et al., 2000). Quando cultivada na entressafra (semeadura no final da época chuvosa), os ensaios mostraram produções de matéria seca que variaram de 6,1 a 8,6 t.ha⁻¹, no cerrado de Goiânia (Carvalho et al., 1996) e entre 2,2 e 5,6 t.ha⁻¹, no cerrado do Distrito Federal (Burle et al., 1992).

A densidade de semeadura está relacionada ao uso e ao manejo e ao sistema de produção empregado. Densidades mais elevadas, de 7 a 10 sementes viáveis/m e espaçamentos variando de 40 a 50 cm devem ser recomendados para uso em cobertura e com incorporação. O peso de mil sementes varia de 500 a 900 g (Pereira et al., 1992; Calegari, 1995; Amabile et al., 2000).

2.5 Torta de mamona

A mamona (*Ricinus communis* L.), originária da África, é uma planta rústica, tolerante à seca, com altura variável de até 3 metros e pertencente à família *Euphorbiaceae* (Gonçalves et al., 2005). Das sementes são extraídos 43% a 53% de óleo, seu principal produto, que contém 90% de ácido graxo ricinoleico, o que possibilita ampla gama de aplicações industriais (Savy Filho, 2005).

Com os incentivos à produção de biocombustíveis, principalmente o biodiesel, a área cultivada com mamona terá destaque, uma vez que é uma oleaginosa com alta produção de óleo por unidade de área. Assim, prevê-se que esse resíduo seja abundante nas regiões produtoras, com destaque para as proximidades das indústrias extratoras de óleo (BiodieselBR, 2008).

Como coproduto da extração do óleo, obtém-se a torta, rica em nitrogênio, fósforo e potássio, utilizada na adubação de solos (Pires et al., 2004). Apesar de seu alto teor proteico, a torta de mamona não pode ser utilizada na alimentação animal, a menos que passe por processo de desintoxicação, devido à

presença da proteína tóxica ricina, que causa paralisia da respiração em animais (Anandan et al., 2005; Gonçalves et al., 2005; Kim, 2006).

Assim, devido à sua disponibilidade, a torta de mamona mostra-se como uma interessante opção como fonte de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, especialmente no que se refere à agricultura orgânica, na qual não é permitido o uso de fertilizantes sintéticos solúveis.

Na Tabela 2 são apresentados os teores de alguns nutrientes encontrados na torta de mamona.

TABELA 2 Composição química da torta de mamona.

Umidade	Óleo	Proteína bruta	Cinzas	N	P	K
8,13%	13,10%	28,74%	12,11%	4,60%	3,00%	0,96%

Fonte: Costa et al. (2004).

Com relação aos benefícios da aplicação de torta de mamona ao solo, Lear (1959) explica que o aporte desse resíduo em dosagens variando de acordo com a cultura e o tipo de solo, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas, aumenta o pH do solo, eleva o conteúdo de carbono, promove melhoria nos atributos físicos do solo e reduz a população de nematoides. Kiehl (1979) enfatiza que a aplicação de torta de mamona ajuda a reduzir a densidade aparente do ambiente edáfico para todos os tipos de solo e Primavesi (1980) destaca que ela melhora o poder tampão e a capacidade de troca de cátions do solo.

2.6 Cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta originária da Europa e da Ásia, pertencente à família *Asteracea*, como a escarola e o almeirão, conhecida desde 500 a.C. (EMBRAPA, 2009). Possui vitaminas A e C, cálcio, fósforo e ferro e, na medicina popular, é recomendada como um produto de propriedade calmante.

Apesar de não constituir fonte considerável de vitaminas e minerais, com exceção feita à vitamina A, sua importância nutricional é proveniente da regular utilização dessa folhosa na dieta da população brasileira (Meirelles, 1998).

A alface está entre as dez hortaliças mais apreciadas para consumo *in natura* no Brasil. Em uma área cultivada de aproximadamente 30 mil ha, a produção anual no Brasil é de cerca de dois milhões de toneladas (Yuri et al., 2002).

2.6.1 A alface no sistema orgânico de cultivo

Devido ao fato de seu consumo ser exclusivamente *in natura*, possui alto valor agregado quando produzida sem agrotóxicos (Mello et al., 2003).

Em um estudo econômico realizado por Miguel et al. (2008), em Bebedouro, SP, verificou-se que a produtividade média de alface, obtida pelos agricultores orgânicos da região, foi de 19,6 t.ha⁻¹, com índice de lucratividade de 77,6%. A título de comparação, segundo dados do Agriannual (2006), o sistema convencional proporcionou índice de rentabilidade de 39,7%, praticamente a metade do sistema orgânico. Outra prática também bastante aplicada na produção orgânica é o consórcio de culturas. Rezende et al. (2009) encontraram, para o consórcio alface-pimentão sob manejo convencional, redução de 21% nos custos operacionais e aumento de 49% na receita líquida, resultando em maior taxa de retorno e índice de lucratividade do consórcio, comparado à monocultura. Assim, pode-se observar que a rentabilidade na produção orgânica se mostra bastante superior à convencional, especialmente quando se associam outras práticas culturais interessantes.

Esta espécie produz melhor sob condições de dias curtos e temperaturas amenas. As cultivares são lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de “cabeça”. A planta é exigente nas características físicas e químicas do solo. Por ser de ciclo curto e a parte consumida ser a das folhas, responde muito ao

fornecimento de nitrogênio. O solo ideal para o seu cultivo é o areno-argiloso, rico em matéria orgânica e nutrientes (Ferreira et al., 1993; Filgueira, 2003).

A cultivar Verônica é do tipo crespa, com plantas de porte grande, folhas de coloração verde claro e sementes de coloração preta. Apresenta alta resistência ao pendoamento precoce e a colheita se inicia em torno de 40 a 60 dias após a semeadura (Sakata, 2009). É indicada para cultivo o ano todo e é tolerante ao vírus LMV (Sediyama et al., 2007).

O programa Horti & Fruti, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, classifica o produto comercial em Americana, Crespa, Lisa, Mimosa e Romana. Desses tipos, o mais consumido é a alface crespa (Meirelles, 1998). Segundo dados da CEAGESP, a alface crespa teve grande participação, da ordem de 61%, na quantidade de engradados comercializados para o quinquênio 2000-2004 (Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, 2008).

Na cultura da alface, a utilização de adubos orgânicos de lenta solubilização e contendo alta concentração de nitrogênio é mais eficiente para seu crescimento e desenvolvimento (Katayama, 1993).

A adubação orgânica com esterco de animais e compostos orgânicos, bem como os benefícios advindos desta prática, tem sido amplamente estudada e empregada na produção de alface, com o objetivo de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos e melhorar as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo (Kiehl, 1985; Silva et al., 2001). Sua utilização tem proporcionado aumento na produção e nos teores de nutrientes em plantas de alface (Rodrigues, 1990; Santos, 1993; Ricci et al., 1994; Vidigal et al., 1995, 1997; Santos et al., 1997; Rodrigues & Casali, 1998).

2.6.2 Pós-colheita de alface

As pesquisas relacionadas à pós-colheita de alface *in natura* são bastante escassas. A maioria dos trabalhos, que ainda são muito poucos, se refere ao

produto minimamente processado, pelo fato de este possuir maior valor agregado e demanda crescente no mercado.

Segundo Mello et al. (2003), o cultivo orgânico de alface gera um produto com melhores características sensoriais e de maior vida útil pós-colheita, em comparação aos sistemas convencionais.

Maluf (1996) e Filgueira (2003) relatam que o início da fase reprodutiva, ou pendoamento da cultura, caracterizada pela produção de látex, reduz o valor comercial da alface devido à presença de sabor amargo. Este pendoamento ocorre devido ao atraso na colheita ou, mesmo, à inadequação da cultivar à época de cultivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, no período de 17 de setembro de 2008 a 06 de abril de 2009.

Situada no sul do estado de Minas Gerais, a 918 metros de altitude, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, a cidade de Lavras possui clima classificado como mesotérmico temperado e temperado subtropical com inverno seco, Cwb, segundo a classificação de Köppen.

As ocorrências diárias de temperatura média e precipitação pluviométrica, fornecidas pela Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), podem ser observadas no gráfico da Figura 1.

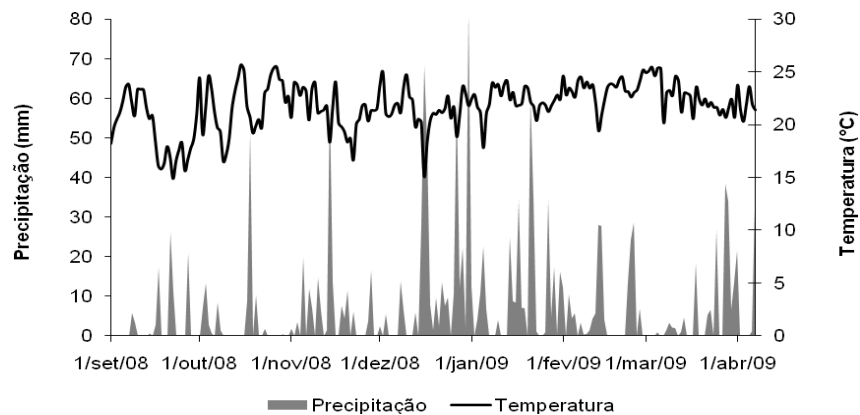


FIGURA 1 Temperatura média e precipitação pluviométrica diária, de 1º de setembro de 2008 a 7 de abril de 2009.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). Sua caracterização química na camada de 0-20 cm é apresentada na Tabela 3.

TABELA 3 Análise química de amostra de solo da área experimental antes da implantação do experimento.

RESULTADOS ANALÍTICOS							
pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB
H ₂ O	..... mg.dm ⁻³ .....	.....	.....	.....	..... cmol _c .dm ⁻³ .....	.....	.....
6,0	12,8	73	2,9	0,5	0,1	3,2	3,6
(t)	(T)	V	m	MO	P-rem	Zn	B
.... cmol _c .dm ⁻³ ....	.....%.....	.....	.....	dag.kg ⁻¹	mg.L ⁻¹	..... mg.dm ⁻³ .....	.....
3,7	6,8	52,9	3	3,1	14,5	6,9	0,4

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em um esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, cujos fatores de variação estudados nas parcelas foram seis espécies de plantas de cobertura e, nas subparcelas, cinco adubações, sendo elas quatro doses de torta de mamona e uma adubação mineral. Assim, totalizam-se 24 parcelas e 120 subparcelas.

As parcelas consistiram nas plantas de cobertura crotalária júncea (CJ), feijão-de-porco (FP), feijão-guandu (FG), milho (Mi), mucuna-preta (MP) e vegetação espontânea (VE), com dimensões de 2 m x 7,5 m cada, resultando em uma área total de 15 m². A área útil da parcela foi constituída pela porção central, desconsiderando-se 0,5 m das laterais, resultando em 7,5 m².

As subparcelas consistiram na subdivisão no sentido longitudinal das parcelas em cinco partes iguais, medindo 1 m x 1,5 m cada. Os tratamentos foram os seguintes: adubação mineral com 120 kg.ha⁻¹ de N e adubações orgânicas com 0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N. A adubação mineral foi feita com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. As adubações orgânicas foram feitas com torta de mamona, visando o fornecimento de nitrogênio, complementadas com cinzas de madeira como fonte de K₂O e P₂O₅ e

termofosfato Yoorin Master® como fonte complementar de P₂O₅. Na Tabela 4 estão apresentadas as composições químicas dos fertilizantes utilizados.

TABELA 4 Composição química dos fertilizantes minerais e orgânicos utilizados.

FERTILIZANTE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sulfato de amônio	20,0	0	0
Superfosfato simples	0	18,0	0
Cloreto de potássio	0	0	58,0
Torta de mamona	5,3	0,6	0,9
Cinzas de madeira	0	3,7	6,5
Termofosfato	0	17,5	0

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al. (1999) e Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas-SBRT (2008).

Na Tabela 5 são apresentadas as taxas de disponibilização ou conversão de nutrientes em fontes orgânicas para formas minerais, fator este considerado para o cálculo da quantidade de adubos orgânicos a aplicar.

Com base nas recomendações de Ribeiro et al. (1999), que sugerem 150 kg.ha⁻¹ de nitrogênio e de IAC (1997), cuja quantidade sugerida varia de 100 a 130 kg.ha⁻¹, adotou-se a dose recomendada como 120 kg.ha⁻¹ de N. O P₂O₅ e o K₂O foram fornecidos de acordo com Ribeiro et al. (1999), com base nos resultados da análise química do solo.

TABELA 5 Porcentagem de conversão dos nutrientes aplicados via adubos orgânicos, para a forma mineral.

Nutriente	Tempo de conversão		
	1° ano	2° ano	Após o 2° ano
 %		
N	50	20	30
P ₂ O ₅	60	20	20
K ₂ O	100	0	0

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

Assim, as quantidades de nutrientes aplicados em cada tratamento foram as descritas na Tabela 6.

TABELA 6 Quantidades de nutrientes aplicados, baseadas na análise do solo. M120 – Adubação mineral com 120 kg.ha⁻¹ de N; adubações orgânicas com 0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N.

Tratamento	M120	0	60	120	240		
Nutriente	..... N					P₂O₅	K₂O
Época de aplicação	..... kg.ha ⁻¹						
Plantio	24	0	60	120	240	100	12
1ª cobertura (11 DAT)	42	0	0	0	0	0	21
2ª cobertura (21 DAT)	54	0	0	0	0	0	27
Total	120	0	60	120	240	100	60

Fonte: Adaptado de IAC (1997) e Ribeiro et al. (1999).

As quantidades de fertilizantes fornecidos em cada tratamento estão apresentadas na Tabela 7. Estas quantidades foram definidas com base nos teores de nutrientes de cada fertilizante e, para as fontes orgânicas, foram consideradas também as porcentagens de conversão dos nutrientes já apresentadas na Tabela 5, e a umidade.

TABELA 7 Quantidades de fertilizantes fornecidos em cada tratamento. M120 – Adubação mineral com 120 kg.ha⁻¹ de N; adubações orgânicas com 0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N.

Tratamento	M120	0	60	120	240
Fertilizante	..... kg.ha ⁻¹				
Sulfato de amônio	600	0	0	0	0
Superfosfato simples	556	0	0	0	0
Cloreto de potássio	103	0	0	0	0
Torta de mamona	0	0	2461	4922	9844
Cinzas de madeira	0	923	903	882	842
Termofosfato Yoorin	0	932	924	916	901

O espaçamento utilizado para a cultura da alface foi de 25 cm entre linhas e 30 cm entre plantas, totalizando quatro linhas, com cinco plantas por

linha. Assim, obteve-se um total de 20 plantas por subparcela, sendo seis destas úteis, correspondentes àquelas localizadas nas duas linhas centrais, excluindo-se a primeira e a última planta de cada linha. As restantes compõem a bordadura.

3.3 Instalação e condução do experimento

3.3.1 Preparo do solo

O preparo inicial do solo, antes da sementeira das plantas de cobertura, foi feito de forma convencional, com uso de grade aradora. Em seguida, o terreno foi sulcado com sulcador tratorizado, no espaçamento de 0,5 m entre linhas.

3.3.2 Plantas de cobertura

3.3.2.1 Implantação

As plantas de cobertura foram semeadas em linhas, no dia 17 de setembro de 2008 (início do período das chuvas), sem prévia adubação. Entre as parcelas, deixou-se um espaçamento de 0,5 m no sentido transversal e 1,0 m no sentido longitudinal aos sulcos, para facilitar o trânsito entre as parcelas e o corte das plantas de cobertura, reduzindo a possibilidade de misturas.

Antes da sementeira, foi feito um teste de germinação para adaptar a quantidade de sementes a serem semeadas, a fim de se obter a população de plantas recomendada para cada espécie, conforme dados da Tabela 8.

As plantas de cobertura não receberam nenhuma adubação em todo o seu período de desenvolvimento. Não foram observados sintomas de doenças, porém, houve incidência de vaquinha (*Diabrotica speciosa*), principalmente no feijão-de-porco e um pouco na vegetação espontânea. As demais espécies não sofreram ataque significativo. O controle foi efetuado com pulverização de calda de fumo nas parcelas de feijão-de-porco e vegetação espontânea.

TABELA 8 Densidade de sementeira recomendada para as espécies condicionadoras de solo cultivadas em Latossolo Vermelho, ano agrícola 1995/1996, espaçamento de 0,5m, Planaltina, DF.

	Estande (plantas.m⁻¹)	Peso 100 sementes (g)	Densidade sementeira (kg.ha⁻¹)
Crotalária júncea	20	6,0	20 – 30
Feijão-guandu	20	20,0	30 – 40
Feijão-de-porco	8	160,0	100 – 150
Milheto	20	3,0	15 – 25
Mucuna preta	8	70,0	100 – 180

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (1999).

Nas parcelas com mucuna-preta, logo no início do seu desenvolvimento, observou-se o ataque de formigas cortadeiras, tendo sido necessária uma nova sementeira em algumas parcelas mais atacadas.

Foi realizada uma capina aos 30 dias após a sementeira, de forma manual, com uso de enxada nas entrelinhas das plantas de cobertura. A partir daí, ocorreu o fechamento das entrelinhas, não tendo sido necessárias outras intervenções.

3.3.2.2 Corte

As plantas de cobertura foram cortadas no dia 29 de janeiro de 2009, ou seja, com 134 dias após a sementeira, todas no mesmo dia, com uso de roçadora costal, de forma que as plantas permaneceram praticamente inteiras sobre o solo, formando a cobertura morta para o plantio direto da alface. Essa operação foi feita em substituição à dessecação química praticada no plantio direto.

3.3.3 Cultura da alface

3.3.3.1 Preparo das mudas

As mudas de alface crespa cv. Veronica foram produzidas em casa de vegetação, na cidade de Ijaci, MG. Foram utilizadas sementes peletizadas da empresa Sakata®, semeadas em 24 bandejas de poliestireno de 128 células,

preenchidas com substrato comercial Plantmax®. Colocou-se de uma a duas sementes por célula, realizando-se o desbaste posteriormente, deixando-se apenas uma planta por célula.

Estas mudas foram semeadas no dia 19 de janeiro de 2009 e seguiram para o transplante com 43 dias. Este período foi maior do que o esperado (cerca de 28 dias), devido ao lento desenvolvimento das mudas, uma vez que o substrato utilizado provavelmente não supriu adequadamente toda a demanda nutricional das mudas.

Durante este tempo, as mudas receberam duas pulverizações de biofertilizante a 3% e duas pulverizações de calda bordalesa, que foram feitas quinzenalmente de forma alternada (em uma semana biofertilizante e na outra, calda bordalesa). Essas pulverizações foram feitas com a finalidade de suprir micronutrientes às mudas e de protegê-las contra a incidência de eventuais doenças, funcionando assim como nutrição foliar e controle preventivo de doenças. Não foram observados sintomas de doenças nem ataque de pragas às mudas, durante todo o período de seu desenvolvimento.

3.3.3.2 Preparo da área

Primeiramente, a palhada formada pelas plantas de cobertura foi arrastada para as laterais da parcela. Esta operação foi realizada a fim de permitir o sulcamento da área com uso do trator, sem que ocorresse mistura das palhadas entre as parcelas. Em uma área comercial não haveria problemas de mistura, assim, o agricultor não necessitaria realizar essa operação de arraste.

Aproveitando-se a o arraste dos materiais, foi feita também uma capina com enxada, no dia 4 de fevereiro de 2009. A palhada, apesar de inibir significativamente as plantas daninhas, dificulta a capina manual das mesmas, que podem ocorrer.

Em seguida, foi feito o sulcamento, utilizando-se o sulcador tratorizado em toda a área a ser cultivada. O sulcamento foi feito no espaçamento de 0,5 m, porém, como o espaçamento para a alface é de 0,25 m entre linhas, foram abertos sulcos entre os feitos pelo sulcador, de forma manual, com uso de enxada.

3.3.3.3 Adubação de plantio

Todas as adubações de plantio foram aplicadas nos sulcos e foram feitas conforme descrito nas Tabelas 6 e 7. As quantidades de fertilizantes aplicadas estão apresentadas na Tabela 9.

TABELA 9 Quantidades totais de fertilizantes aplicados nas adubações de plantio em cada tratamento.

Tratamento	M120	0	60	120	240
Fertilizante	..... kg.ha ⁻¹				
Sulfato de amônio	120	0	0	0	0
Superfosfato simples	588	0	0	0	0
Cloreto de potássio	21	0	0	0	0
Torta de mamona	0	0	2461	4922	9844
Cinzas de madeira	0	185	181	176	168
Termofosfato Yoorin	0	932	924	916	901

As adubações orgânicas de plantio foram efetuadas 23 dias antes do transplântio das mudas, uma vez que se recomenda que a aplicação desses adubos seja feita, pelo menos, 15 dias antes do plantio da cultura.

A adubação mineral foi feita uma semana antes do transplântio da cultura.

3.3.3.4 Transplântio

No dia anterior ao transplântio, com as plantas de cobertura ainda arrastadas para as laterais das parcelas, foi efetuada mais uma capina com enxada. Em seguida, as plantas de cobertura foram colocadas de volta sobre as

parcelas, a fim de que as plantas de alface fossem transplantadas no meio da palhada. Assim, no dia 3 de março de 2009, foi feito o transplântio das mudas, que estavam com 43 dias. O espaçamento foi de 0,25 m entre linhas (quatro linhas) e de 0,3 m entre plantas (cinco plantas por linha), definindo-se uma subparcela de 1,5 m x 1,0 m com 20 plantas, sendo as seis centrais úteis.

3.3.3.5 Adubações de cobertura

Foram efetuadas duas adubações de cobertura em todas as subparcelas, sendo as constituídas pelo tratamento M120 com sulfato de amônio e cloreto de potássio e as demais, constituídas pelos tratamentos orgânicos (0,60, 120 e 240), com cinzas. A primeira cobertura foi realizada onze dias após o transplântio (DAT) e a segunda, aos 21 DAT. As quantidades de fertilizantes aplicados são apresentadas na Tabela 10.

TABELA 10 Quantidades de fertilizantes aplicados nas adubações de cobertura em cada tratamento.

Tratamento	M120		0		60		120		240	
	..... kg.ha ⁻¹									
DAT	11	21	11	21	11	21	11	21	11	21
Sulfato amônio	210	270	0	0	0	0	0	0	0	0
Cloreto potássio	36	47	0	0	0	0	0	0	0	0
Cinzas	0	0	323	415	316	406	309	397	295	379

DAT = dias após transplântio.

3.3.3.6 Tratos culturais

A irrigação foi realizada utilizando-se um sistema de aspersão convencional e foi efetuada de forma a manter o solo sempre úmido, tendo os períodos de irrigação e os intervalos variado bastante, conforme as condições climáticas e precipitações.

Foi realizada uma aplicação de biofertilizante a 5%, quatro dias após o transplântio e uma pulverização com calda bordalesa, com 70 g de sulfato de

cobre e 100 g de cal hidratada para cada 10 L de água, aos 8 DAT. Essas pulverizações foram feitas com a finalidade de suprir micronutrientes às plantas de alface e de protegê-las contra a incidência de eventuais doenças, funcionando, assim, como nutrição foliar e controle preventivo de doenças.

Foram efetuadas duas capinas ao longo do desenvolvimento da cultura, a primeira aos 7 DAT e a segunda aos 20 DAT. Nos espaços deixados entre as parcelas, deixaram-se crescer as plantas espontâneas, que foram controladas com apenas um corte com roçadora costal, a fim de se criar uma barreira vegetal para proteção contra erosão, além de se manter certa biodiversidade e assim criar condições favoráveis de abrigo a inimigos naturais de pragas e fitopatógenos.

Não foram observados sintomas de doenças nem ataque de pragas significativos à cultura, não havendo, portanto, necessidade de seu controle para nenhum dos tratamentos.

3.3.3.7 Colheita

A colheita foi realizada no dia 2 de abril de 2009, ou seja, 30 DAT, e 73 dias após a semeadura, que pode ser considerada uma colheita tardia. Conforme comentado no item 3.3.3.1, o motivo para essa colheita mais tardia foi o atraso no desenvolvimento das mudas. A colheita foi feita na área útil das subparcelas, cortando-se as plantas na sua base.

3.4 Análise estatística

Os dados foram analisados com o auxílio do programa estatístico Sisvar® (Ferreira, 2003). Os dados relativos às variáveis qualitativas foram submetidos ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, nos casos onde não houve um padrão para comparação, ou seja, no caso das plantas de cobertura.

Para um teste qualitativo da variável adubação, foi utilizado o teste de Dunnet, a 5% de probabilidade, pois permite a comparação da adubação mineral com as demais adubações orgânicas.

Os diferentes níveis de adubação orgânica nitrogenada (0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N) foram submetidos também à análise de regressão, tendo, para esse caso, sido excluídos os dados relativos à adubação mineral.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K. Phosphorus uptake mechanism of pigeonpea grow 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.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Agra FNP Pesquisas, 2006. 334p.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.2, p.175-185, fev. 1995.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Potencialidade de adubos verdes para conservação e recuperação de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: SBCS, 1993. p.101-102.

AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M. de; DUARTE, J.B.; FANCELLI, A.L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos Cerrados da região do Mato Grosso de Goiás. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, n.2/3, p.296-303, jun. 1996.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. de. Comportamento de espécies de plantas condicionadoras do solo em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.1, p.47-54, jan. 2000.

ANANDAN, S.; KUMAR, A.K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.120, n.1/2, p.159-168, May 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/03778401>>. Acesso em: 10 nov. 2008.

ASMUS, G.L.; ANDRADE, P.J.M. **Reprodução de nematóide de galhas em plantas forrageiras utilizadas em sistemas integrados de produção agropecuária**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 5p. (EMBRAPA-CPAO. Comunicado técnico, 28).

ASSOCIAÇÃO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO. **Fascículos de experiências de plantio direto no cerrado**. Goiânia, 1994. 261p.

BIODIESELBR. **Torta de mamona como adubo orgânico**. Disponível em: <www.biodieselbr.com/plantas/mamona/torta-adubo-organico.html>. Acesso em: 10 nov. 2008.

BONAMIGO, L.A. A cultura do milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no Cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1., 1999, Planaltina, DF. **Anais...** Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 1999. p.69-73.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.323**, de 27 de dezembro de 2007. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.portalagricultura.com.br/Paginas/Agricolas/visDetalhes.aspx?ch_to_p=21&ch_agricola=157>. Acesso em: 10 set. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64**, de 18 de dezembro de 2008. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.portalagricultura.com.br/Paginas/Agricolas/visDetalhes.aspx?ch_to_p=21&ch_agricola=157>. Acesso em: 10 fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei 10.831**, de 24 de dezembro de 2003. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/lei23dez03.htm>>. Acesso em: 10 out. 2007.

BURLE, M.L.; CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F.; PEREIRA, J. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2006. p.71-142.

BURLE, M.L.; SUHET, A.R.; PEREIRA, J.; RESCK, D.V.S.; PERES, J.R.R.; CRAVO, M.S.; BOWEN, W.; BOULDIN, D.R.; LATHWELL, D.J. **Legume green manures: dry-season survival and the effect on succeeding maize crops**. Raleigh: Tim McBride, 1992. 35p. (Bulletin, 92-04).

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

CALEGARI, A.; ALCANTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: COSTA, M.B.B. da (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p.206-319.

CARSKY, R.J. **Estimating availability of nitrogen from green manure to subsequent maize crops using a buried bag technique**. 1989. 257f. Thesis (Ph.D.)-Cornell University, Ithaca.

CARVALHO, A.M. de. **Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo**: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199p. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de Brasília, Brasília, DF.

CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2006. 369p.

CARVALHO, A.M. de; BURLE, M.L.; PEREIRA, J.; SILVA, M.A. da. **Manejo de adubos verdes no cerrado**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1999. 28p. (EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 4).

CARVALHO, A.M. de; CORREIA, J.R.; BLANCANEAUX, P.; FREITAS, L.R.S. da; MENEZES, H.A.; PEREIRA, J.; AMABILE, R.F. Caracterização de espécies de adubos verdes para milho em Latossolo Vermelho-Escuro originalmente sob cerrado. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.384-388.

COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, R.M.M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2004. Não paginado.

DALAL, R.C. Nutrient element concentration and dry matter production by filed grow pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Tropical Agriculture**, Giuldford, v.57, n.2, p.107-112, Aug. 1980.

DALAL, R.C.; QUILT, P. Effects of N, P, liming, and Mo on nutrition and grain yield of pigeonpea. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.5, p.854-857, Sept. 1977.

DAROLT, M.R. **A qualidade nutricional do alimento orgânico é superior ao convencional?** Ponta Grossa: IAPAR, 2000. 4p.

DAROLT, M.R.; SKORA NETO, F. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica.** Disponível em:
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=81>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

DHINGRA, K.K.; SINGH, S.; TRIPATHI, H.P. Phenological behavior and yield of pigeonpea genotypes under different dates of planting and row spacings. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEONPEAS, 1., 1981, Patancheru. **Proceedings...** Patancheru: ICRISAT, 1981. v.2, p.229-234.

DUKE, J.A. **Handbook of legumes of world economic importance.** New York: Plenum, 1981. 345p.

EDWARDS, D.G. Development of research on pigeonpea nutrition. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEONPEAS, 1., 1980, Patancheru. **Proceedings...** Andhira Pradesh: ICRISAT, 1981. p.205-211.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Alface**, 2009. Disponível em:
<http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/alface.html>. Acesso em: 10 jan. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brasil é referência mundial em plantio direto.** Brasília, DF, 2008. Disponível em:
<<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2008/fevereiro/2a-semana/brasil-e-referencia-mundial-em-plantio-direto>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Plantio direto de hortaliças:** novidade acompanhada pela Emater-MG e Embrapa Hortaliças. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/209330.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Evolução da área cultivada no sistema de plantio direto na palha, Brasil**. Ponta Grossa, 2009. Disponível em:
<<http://www.febrapdp.org.br/arquivos/EvolucaoAreaPDBr72A06.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

FERREIRA, D.F. **Sisvar 4.3**. Lavras: UFLA, 2003. Disponível em:
<www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>. Acesso em: 10 maio 2008.

FERREIRA, M.E.; CASTELANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. São Paulo: POTAFOS, 1993. 480p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 412p.

FORNASIERI FILHO, D.; VIEIRA, R.D.; BELLINGEIER, P.A.;
FORNASIERI, J.L. Comportamento de algumas leguminosas em distintas épocas de semeadura. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.46, n.1, p.257-274, 1989.

GOMES, R.P. **Forragens fartas na seca**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1977. 236p.

GONÇALVES, N.P.; FARIA, M.A.V. de R.; SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D. Cultura da Mamoneira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n.229, p.28-32, dez. 2005.

HECKLER, J.C.; HERNANI, L.C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J.C. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.37-49.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Hortaliças: alface (*Lactuca sativa* L.)**. Disponível em:
<<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Alface/Alface.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

JOHANSEN, C. Pigeonpea: mineral nutrition. In: NENE, Y.L.; HALL, S.D.; SHEILA, V.K. (Ed.). **The pigeonpea**. Wallingford: CAB International, 1990. p.209-231.

- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: _____. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.141-148.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.
- KIEHL, J.E. **Manual de edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.
- KIM, B.K. Inactivation of castor bean allergen CB-1A by heating and chemical treatment. **Food and Science Biotechnology**, New York, v.15, n.3, p.441-446, Sept. 2006.
- LE MARE, P.H.; PEREIRA, J.; GOEDERT, W.J. Effects of green manure in isotopically exchangeable phosphate is a Dark-red Latosol in Brazil. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.38, n.2, p.199-209, June 1987.
- LEAR, B. Application of castor pomace and cropping of castor beans to soil to reduce nematode populations. **Plant Diseases Reporter**, Washington, DC, v.43, n.4, p.459-460, Dec. 1959.
- MALUF, W.R. **Produção de hortaliças I**. Lavras: ESAL, 1996. 58p.
- MEIRELLES, J.C.S. **Classificação de alface**. São Paulo: Horti & Fruti, 1998. Não paginado. Folder.
- MELÃO, I.B.; MORI, M.; WIRBISKI, S.; DAROLT, M.R.; RODRIGUES, A.S.; KARAM, K.F. O mercado de orgânicos no Paraná: caracterização e tendências. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.70-73, out. 2007.
- MELLO, J.C.; DIETRICH, R.; MEINERT, E.M.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E.R. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.418-426, jun. 2003.
- MIGUEL, F.B.; ESPERANCINI, M.S.T.; OJIMA, A.L.R.O.; BÁRBARO, I.M.; TICELLI, M. Análise de rentabilidade das culturas de alface e cenoura em sistema orgânico de produção no município de Bebedouro, Estado de São Paulo, 2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.38, n.5, p.50-58, maio 2008.
- MITIDIERI, J. **Manual de gramínea e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo: Nobel, 1983. 198p.

MORAES, R.N.S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milheto, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto**. 2001. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MORTON, J.P. The pigeonpea (*Cajanus cajan* Millsp.), a high protein, tropical bush legume. **HortScience**, Alexandria, v.11, n.1, p.11-19, 1976.

OHLAND, R.A.A.; SOUZA, L.C.F.; HERNANI, L.C.; MARCHETTI, M.E.; GONÇALVES, M.C.C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.538-544, maio/jun. 2005.

ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L. de; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L.T.M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.15, p.3-34, mar. 2002.

PANDEY, R.K. Growth, development and yield physiology of pigeonpea. In: **INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEONPEAS**, 1., 1981, Patancheru. **Proceedings...** Patancheru: ICRISAT, 1981. v.2, p.203-208.

PEREIRA, J. Avaliação das características agronômicas de leguminosas adubos verdes nos Cerrado. In: _____. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, 1985/1987**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1991. p.111-112.

PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO**, 1., 1992, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.140-154.

PEREIRA, J.; KAGE, H. Manejo da matéria orgânica em solos de Cerrados. In: **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 5., 1979, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Editerra, 1980. p.581-591.

PEREIRA, J.; SHARMA, R.D. Avaliação das características agronômicas de leguminosas “adubos verdes”. In: **FUNDAÇÃO CARGILL. Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.322-325.

PEREIRA, J.; SILVA, M.A. da S. **Cultivo do tremoço nos Cerrados**: observações preliminares. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1985. 5p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado técnico, 43).

PIRES, M. de M.; ALVES, J.M.; ALMEIDA NETO, J.A. de; ALMEIDA, C.M.; SOUSA, G.S. de; CRUZ, R.S. de; MONTEIRO, R.; LOPES, B.S.; ROBRA, S. Biodiesel de mamona: uma avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA, 2004. 1 CD-ROM.

PRIMAVESI, A.M. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1980. 541p.

PURSEGLOVE, J.W. *Crotalaria juncea* L. In: _____. **Tropical crops**: dicotyledons. London: Longman, 1968. v.1, p.250-254.

REZENDE, B.L.A. Custo de produção e rentabilidade das culturas de alface, rabanete, rúcula e repolho em cultivo solteiro e consorciadas com pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.305-312, jan./fev. 2009.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; VICENTE, V.H.A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Lavras: UFLA, 1999. 359p.

RICCI, M.S.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; RUIZ, H.A. Produção de alface adubadas com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.12, n.1, p.56-58, jan./fev. 1994.

RODRIGUES, E.T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1990. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W. Resposta da alface à adubação orgânica: II., teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.45, n.261, p.437-449, set./out. 1998.

SAKATA SEMENTES. **Verônica**. Disponível em: <www.sakata.com.br>. Acesso em: 10 set. 2008.

SALTON, J.C. Alternativas para produzir palha no Mato Grosso do Sul. In: _____. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.159-162.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. (Org.). **Sistema plantio direto**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 248p. (EMBRAPA-SPI. Coleção 500 perguntas 500 respostas).

SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. **Milheto, uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal**. Dourados: EMBRAPA, 1997. Não paginado. Folheto.

SANTOS, I.C.; CASALI, V.W.D.; MIRANDA, G.V. Teores de metais pesados de potássio e de sódio no substrato após o cultivo de dez cultivares de alface. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.44, n.251, p.53-62, jan./fev. 1997.

SANTOS, R.H.S. **Crescimento, produção e qualidade de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada com composto orgânico**. 1993. 114f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SAVY FILHO, A. **Mamona**: tecnologia agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105p.

SEDIYAMA, M.A.N.; RIBEIRO, J.M.O.; PEDROSA, M.W. Alface (*Lactuca sativa* L.). In: _____. **101 culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p.53-62.

SEIFFERT, N.F.; THIAGO, L.R.L. de S. **Guandu**: planta forrageira para a produção de proteína. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1983. 4p. (EMBRAPA-CNPGC. Comunicado técnico, 21).

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Torta de mamona**. Disponível em: <<http://www.sbirt.ibict.br>>. Acesso em: 10 nov. 2008.

SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEXE, C.A.; BERNARDES, H.M. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.36, n.5, p.831-840, maio 2001

SKERMAN, P.J. **Tropical forage legumes**. Rome: FAO, 1977. 610p.

SPEHAR, C.R. Sistemas de produção de milho nos Cerrados. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1., 1999, Planaltina, DF. **Anais...** Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 1999. p.69-73.

SUMMERFILED, R.J.; ROBERTS, E.H. *Cajanus cajan*. In: HALEVY, A.H. (Ed.). **Handbook of flowering**. Boca Raton: CRC, 1985. v.1, p.61-73.

TANAKA, R.T. A adubação verde. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.7, n.81, p.62-67, set. 1981.

TEIXEIRA, J.B.; OLIVA, M.A.; CAMBRAIA, J. Eficiência no uso de água em leguminosas forrageiras submetidas ao deficit hídrico. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.30, n.172, p.463-470, nov./dez. 1983.

VALLEJOS, F.; KLIEWER, I.; FLORENTÍN, M.A.; CASACCIA, J.; CALEGARI, A.; DERPSCH, R. **Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa**: sistema de producción tractorizados. San Lorenzo: MAG-GTZ, 2001. 94p.

VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I., ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.42, n.239, p.80-88, fev. 1995.

VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; MATOS, A.T. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.15, n.1, p.35-39, jan./fev. 1997.

WHYTE, R.O.; NILSSON-LEISSNER, G.; TRUMBLE, H.C. **Legumes in agriculture**. Rome: FAO, 1953. 257p. (FAO. Agricultural studies, 21).

WIJNBERG, C.; WHITEMAN, P.C. Effects of stocking rate of goats and stage of crop growth when grazed on grain yield and goat production from pigeon pea (*Cajanus cajan*). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.25, n.4, p.796-805, Dec. 1985.

YURI, J.E.; MOTA, J.; SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C. **Alface americana**: cultivo comercial. Lavras: UFLA, 2002. 49p. (Texto acadêmico, 13).

ZEVEN, A.C.; ZHUKOVSKY, P.M. **Dictionary of cultivated plants and their centers of diversity**. Wageningen: Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1975. 219p.

CAPÍTULO 2

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE ALFACE COM DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE TORTA DE MAMONA EM PLANTIO DIRETO ORGÂNICO

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos de plantas de cobertura e doses de torta de mamona, comparadas a um tratamento mineral, no desempenho agronômico da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, entre os meses de setembro de 2008 a abril de 2009. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas consistiram em seis plantas de cobertura crotalária júncea, feijão-de-porco, feijão-guandu, milho, mucuna-preta e vegetação espontânea. As subparcelas consistiram de cinco adubações: mineral com 120 kg.ha⁻¹ de N e adubações orgânicas com 0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N. Foram fornecidos 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O a todos os tratamentos, via superfosfato simples e cloreto de potássio para o mineral, e termofosfato e cinzas para os orgânicos. As plantas de cobertura foram semeadas nas parcelas, roçadas aos 134 dias e distribuídas sobre o solo. As parcelas foram subdivididas nas cinco adubações. A cultura da alface foi transplantada entre a palhada, aos 43 dias após a semeadura. A colheita ocorreu aos 73 dias. O milho apresentou os maiores rendimentos de massa fresca (43,5 t.ha⁻¹) e seca (13,97 t.ha⁻¹) e também proporcionou a maior taxa de cobertura do solo (94,7%), juntamente com a crotalária júncea (100%). Os maiores teores de matéria seca foram apresentados pela crotalária júncea (35,57%) e feijão-guandu (38,07%). O milho apresentou os maiores acúmulos de nutrientes, exceto Ca e B, apesar de os teores na matéria seca não serem os mais altos. Os maiores rendimentos de massa fresca de plantas e de folhas da cultura da alface foram, respectivamente, relativos ao milho (12,25 e 10,93 t.ha⁻¹) e ao feijão-guandu (11,95 e 10,7 t.ha⁻¹). Os melhores resultados obtidos em relação às adubações foram para o tratamento com adubação orgânica na dose de 240 kg.ha⁻¹ de N.

**AGRONOMIC PERFORMANCE OF LETTUCE WITH DIFFERENT
COVERING CULTURES AND CASTOR CAKE DOSES IN ORGANIC
NO-TILLAGE PRODUCTION**

ABSTRACT

The present work had for objective to study the effect of covering cultures and castor cake doses, compared to a mineral treatment, over the agronomic performance of lettuce (*Lactuca sativa* L.). The experiment was accomplished in the experimental field of the Agriculture Department of UFLA, Lavras, MG, Brazil, from September, 2008 to April, 2009. The experimental design consisted of a split-plot scheme in completely randomized blocks with four replications. The plots consisted of six covering plants: CJ (*Crotalaria juncea* L.), FP (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), FG (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), Mi (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), MP (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr.) and spontaneous vegetation (VE). The subplots consisted of five fertilizations: mineral, with 120 kg.ha⁻¹ of N; and organic, with 0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N. It was applied 100 kg.ha⁻¹ of P₂O₅ and 60 kg.ha⁻¹ of K₂O on every treatments, by superfosfato simples and potassium clorate for the mineral, and termofosfato and ash for the organic. The covering plants were seeded on the plots, cut by 134 days and distributed over the soil. The plots were split in the five fertilizations. The lettuce seedlings were planted over the mulch, by 43 days after seedling. The harvest was made by 73 days after seedling. Mi presented the greatest fresh (43,5 t.ha⁻¹) and dry (13,97 t.ha⁻¹) mass incomes and also soil covering rate (94,7%), such as CJ (100%). The greatest dry matter content were presented by CJ (35,57%) and FG (38,07%). Mi presented the greatest nutrient accumulation, except Ca and B, besides the contents in dry matter were not the highest ones. The greatest plant and leaves fresh mass income of lettuce were, respectively, related to Mi (12,25 and 10,93 t.ha⁻¹) an to FG (11,95 and 10,7 t.ha⁻¹). The best results obtained, related to fertilizations, were for the treatment with organic fertilization corresponding to 240 kg.ha⁻¹ of N.

1 INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto consiste na aplicação de um conjunto ordenado de tecnologias que estão alicerçadas em quatro pilares de sustentação: ausência de revolvimento do solo, permanente cobertura do mesmo, rotação de culturas e manejo integrado de pragas e doenças (APDC, 1994). A quantidade de palha sobre o solo e a uniformidade de sua distribuição podem servir de referência para uma avaliação preliminar sobre as condições nas quais o sistema plantio direto está se desenvolvendo (Heckler et al., 1998).

A melhor saída para atender aos preceitos da sustentabilidade seria a prática do plantio direto seguindo os princípios orgânicos (Darolt, 2008) ou a agricultura orgânica adotando práticas do plantio direto. O plantio direto orgânico ainda é uma técnica pouco difundida e pouco conhecida, apresentando dificuldades em função da recente introdução desse sistema, principalmente quando se trata de culturas olerícolas.

Apesar de apresentar um crescimento de mais de 20% ao ano (Ormond et al., 2002), a produção orgânica de alimentos tem como um dos principais entraves a pouca disponibilidade de fontes eficazes de nitrogênio, de baixo custo e admitidas pelas normas técnicas vigentes (Brasil, 2007, 2008).

Com as crescentes demanda e produção de biocombustíveis, o volume de coprodutos provenientes destas indústrias tende a crescer e a estar mais disponível no mercado. A torta de mamona é um coproduto da produção de biodiesel, rica em nitrogênio, fósforo e potássio (Pires et al., 2004).

A alface (*Lactuca sativa*) é uma planta originária da Europa e da Ásia, pertencente à família *Asteracea*, como a escarola e o almeirão, conhecida desde 500 a.C. (EMBRAPA, 2009). Tem vitaminas A e C, cálcio, fósforo e ferro e, na medicina popular, é recomendada como um produto de propriedade calmante (Meirelles, 1998). Devido ao seu consumo ser exclusivamente *in natura*, tem

alto valor agregado, quando produzida sem agrotóxicos. O cultivo orgânico dessa hortaliça, além de ecologicamente correto, gera um produto com melhores características sensoriais e de maior vida útil pós-colheita, em comparação aos sistemas convencionais (Mello et al., 2003).

A adição de material vegetal que favoreça o acúmulo de carbono, o aumento da matéria orgânica do solo e a ciclagem mais eficiente de nutrientes, seja como adubo verde ou como cobertura, poderá conferir maior sustentabilidade aos sistemas de produção. A manutenção da matéria orgânica do solo aumenta a disponibilidade de nutrientes e a manutenção de cobertura da superfície, principalmente se for utilizada palha de plantas condicionadoras de solo. Especialmente no caso do nitrogênio, a quantidade no solo é aumentada com a utilização de leguminosas com elevada capacidade de fixação biológica desse nutriente (Carvalho & Amabile, 2006).

A adubação orgânica tem proporcionado aumento na produção e nos teores de nutrientes em plantas de alface (Rodrigues, 1990; Santos, 1993; Ricci, et al., 1994; Vidigal et al., 1995, 1997; Santos et al., 1997; Rodrigues & Casali, 1998). Katayama (1993) enfatiza, ainda, que a utilização de adubos orgânicos de lenta solubilização e contendo alta concentração de nitrogênio é mais eficiente para o crescimento e o desenvolvimento da cultura da alface.

O objetivo da realização deste experimento foi o de estudar a viabilidade da utilização das técnicas usuais de produção orgânica associadas ao plantio direto, com uso de diferentes plantas de cobertura e diferentes doses de torta de mamona, avaliando-se o desempenho agrônômico da cultura da alface, em comparação com um tratamento padrão com adubação mineral.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais e os métodos gerais estão descritos no item 3 do capítulo 1 desta dissertação. A seguir, estão descritas as metodologias para avaliação das características agronômicas das plantas de cobertura e da cultura da alface.

2.1 Características avaliadas das plantas de cobertura

2.1.1 Massa fresca da parte aérea

No momento do corte, foi avaliada a massa fresca da parte aérea de todas as parcelas. Foi utilizado um gabarito de 1 m², que foi colocado aleatoriamente sobre as parcelas e daí se retirou, com auxílio de facão, todo material da parte aérea da planta de cobertura, que foi pesado com uso de uma balança suspensa. Após a pesagem, o material foi devolvido ao mesmo local de onde foi retirado. Os resultados da produtividade de massa fresca da parte aérea foram expressos em t.ha⁻¹.

2.1.2 Massa seca da parte aérea

Das amostras retiradas para a avaliação da massa fresca, descrita no item 2.1.1, foram retiradas amostras de, aproximadamente, 50 g de massa fresca da parte aérea, uma para cada parcela, que foram ensacadas, pesadas e colocadas para secar em estufa com circulação de ar a 60°C, até atingirem massa constante, a fim de se obter o teor de massa seca da parte aérea. Com esses teores associados à massa fresca, calculou-se a produtividade de massa seca da parte aérea, expressa em t.ha⁻¹.

2.1.3 Taxa de cobertura do solo

Após o corte, foi avaliada a taxa de cobertura do solo proporcionada pelas plantas de cobertura. Essa avaliação foi feita utilizando-se um gabarito de

alumínio com cerca de 1,2 m de altura, com diversos orifícios estreitos, através dos quais se observava o solo. Esse gabarito era disposto diagonalmente em cada parcela e, sabendo-se o número total de orifícios e o número de observações nas quais se verificou o solo coberto, encontrou-se a taxa de cobertura, expressa em porcentagem.

2.1.4 Composição química da parte aérea

Das amostras secas utilizadas para se avaliar a matéria seca das plantas, foi feita uma análise química da parte aérea, para cada planta de cobertura. Para isso, tomaram-se as quatro repetições de cada planta de cobertura, que foram homogeneizadas e, desta mistura, foi retirada uma única amostra para análise química da parte aérea, feita pelo Departamento de Química da UFLA. Esta análise constituiu-se nos teores totais de macro (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (B, Cu, Mn, Zn, e Fe) presentes na matéria seca das plantas de cobertura.

2.2 Características avaliadas da cultura da alface

2.2.1 Massa fresca de plantas

O rendimento de massa fresca de plantas foi avaliado por meio da pesagem da massa fresca da parte aérea das seis plantas da área útil, no momento da colheita. Considerando-se o espaçamento adotado para a cultura da alface de 30 x 25 cm, acrescido de uma perda espacial de 25% devido a carregadores, obtém-se uma população de 100.000 plantas.ha⁻¹. Com os valores médios de massa fresca por planta associados à população de plantas, calcula-se o rendimento de massa fresca de plantas, expresso em t.ha⁻¹.

2.2.2 Massa fresca de folhas

O rendimento de massa fresca de folhas foi avaliado por meio da pesagem da massa fresca das folhas destacadas do caule das plantas da área útil no momento da colheita e aplicando-se o mesmo procedimento descrito no item 2.2.1, expresso em $t.ha^{-1}$.

2.2.3 Massa seca de plantas

A partir de uma amostra (uma planta inteira) por parcela, já previamente pesada, após secagem em estufa com circulação de ar a $60^{\circ}C$ até atingir peso constante, se obteve o teor de matéria seca das plantas, em porcentagem relativa à massa fresca. Com este resultado, associado aos valores de rendimento de massa fresca de plantas, encontrou-se o rendimento de massa seca de plantas, expresso em $kg.ha^{-1}$.

2.2.4 Massa seca de folhas

A partir de uma amostra (todas as folhas de uma planta) por parcela, já previamente pesada, após secagem em estufa com circulação de ar a $60^{\circ}C$ até atingir peso constante, se obtém o teor de matéria seca das folhas em porcentagem relativa à massa fresca. Com este resultado, associado aos valores de rendimento de massa fresca de folhas, encontra-se o rendimento de massa seca de folhas, expresso em $kg.ha^{-1}$.

2.2.5 Número de folhas por planta

O número de folhas por planta foi determinado nas mesmas plantas da parcela útil, contando-se o número de folhas maiores que 3 cm de comprimento, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta de, no mínimo, 3 cm.

2.2.6 Coloração das folhas

Aos 18 DAT, foi feita a medição da intensidade de coloração verde nas folhas das plantas de alface, com o uso do aparelho SPAD-502 da Minolta®, obtendo-se valores em escala SPAD. Foram feitas medições em duas plantas úteis de cada subparcela, em uma folha de cada planta. Foi escolhida, para tanto, uma folha intermediária de cada planta para a medição.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Plantas de cobertura

Os resumos das análises de variância para as características avaliadas das plantas de cobertura são apresentadas na Tabela 11.

TABELA 11 Resumo da análise de variância das características massa fresca da parte aérea (MF), teor de matéria seca da parte aérea (TMS), massa seca da parte aérea (MS) e taxa de cobertura do solo (TCS) das plantas de cobertura.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		MF (t.ha ⁻¹)	TMS (%)	MS (t.ha ⁻¹)	TCS (%)
Blocos	3	96,7222*	3,6693 ^{NS}	9,6144**	161,602 ^{NS}
Plantas de cobertura	5	329,0000**	39,8987**	32,7387**	295,547*
Erro	15	18,2222	5,3270	1,6038	79,406
CV (%)		15,96	6,99	14,5	10,21

**, *, ^{NS}. Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Todas as características avaliadas apresentaram diferenças significativas entre as plantas de cobertura, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

3.1.1 Massa fresca da parte aérea

O rendimento de massa fresca da parte aérea foi significativamente maior para o milheto, em relação às demais plantas de cobertura, cuja média observada foi de 43,5 t.ha⁻¹ (Tabela 12). Esse valor é superior ao de 17,5 t.ha⁻¹ encontrado por Carvalho et al. (1999), em Planaltina, DF, também no período chuvoso. Na Tabela 12 estão apresentados os valores médios observados.

TABELA 12 Resultados médios obtidos na avaliação de massa fresca da parte aérea (MF), teor de matéria seca da parte aérea (TMS), massa seca da parte aérea (MS) e taxa de cobertura do solo (TCS) das plantas de cobertura.

Plantas de cobertura	Resultados médios obtidos			
	MF (t.ha ⁻¹)	TMS (%)	MS (t.ha ⁻¹)	TCS (%)
Milheto (Mi)	43,50 a	32,30 b	13,97 a	94,7 a
Mucuna-preta (MP)	27,75 b	31,47 b	8,65 b	77,6 b
Crotalária júncea (CJ)	26,75 b	35,57 a	9,52 b	100 a
Feijão-de-porco (FP)	24,50 b	30,75 b	7,52 c	80,3 b
Veg. espontânea (VE)	20,50 c	29,90 b	6,12 c	86,8 b
Feijão-guandu (FG)	17,50 c	38,07 a	6,60 c	84,2 b

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Por outro lado, o rendimento de 26,75 t.ha⁻¹ de massa fresca da parte aérea da crotalária júncea (Tabela 12) foi bem menor que o encontrado por Carvalho et al. (1999) (77,3 t.ha⁻¹), por Alvarenga et al. (1995) (53,3 t.ha⁻¹) e por Fontanétti et al. (2006) (39,33 t.ha⁻¹). Estes últimos autores também realizaram suas observações em Lavras, MG. Um fator que pode ter afetado o rendimento de massa pela crotalária júncea foi o momento do seu corte, que ocorreu tardiamente, após o recomendado, que é na floração da espécie (Pereira et al., 1992; Carvalho et al., 1999).

Os rendimentos de massa fresca da parte aérea do feijão-de-porco e da mucuna-preta apresentaram valores intermediários, não diferindo significativamente da crotalária júncea. Ambos os resultados foram inferiores aos encontrados por Fontanétti et al. (2006), correspondentes a 35,86 t.ha⁻¹ para feijão-de-porco e 42,43 t.ha⁻¹ para mucuna-preta.

A massa fresca da parte aérea do feijão-guandu não diferiu estatisticamente da vegetação espontânea, que foram os valores mais baixos observados (Tabela 12). Acredita-se que este valor baixo tenha ocorrido devido à sua baixa germinação e emergência, observadas neste experimento. Apesar

disso, este rendimento obtido foi ainda ligeiramente superior ao encontrado por Carvalho et al. (1999) (17,3 t.ha⁻¹).

3.1.2 Massa seca da parte aérea

A crotalária júncea e o feijão-guandu foram as espécies que apresentaram maior teor de matéria seca da parte aérea, não tendo as demais diferido significativamente entre si (Tabela 12). Fontanétti et al. (2006) também observaram teor de matéria seca para crotalária júncea significativamente maior que para feijão-de-porco, mucuna-preta e vegetação espontânea.

O rendimento de massa seca das plantas de cobertura seguiu um padrão semelhante ao da produção de massa fresca, conforme o que era esperado.

O rendimento de massa seca do milheto (13,97 t.ha⁻¹) superou em mais de quatro vezes o rendimento obtido por Carvalho et al. (1999), em Planaltina, DF (3,0 t.ha⁻¹) e também por Spehar (1999) (8,1 t.ha⁻¹), com semeadura em sucessão à soja. É necessário, no entanto, ponderar que os referidos autores realizaram a semeadura no outono, enquanto, no presente estudo, foi na primavera, época de maior disponibilidade hídrica e térmica.

A crotalária júncea e a mucuna-preta apresentaram valores intermediários, de 9,52 t.ha⁻¹ e 8,65 t.ha⁻¹, respectivamente. O rendimento da crotalária júncea foi inferior, enquanto o da mucuna-preta foi superior aos resultados obtidos por Carvalho et al. (1999) (17,6 t.ha⁻¹ e 6,4 t.ha⁻¹ respectivamente) e por Fontanétti et al. (2006) (12,75 t.ha⁻¹ para crotalária júncea). Carvalho et al. (1996) e Fontanétti et al. (2006) encontraram resultados semelhantes para o rendimento de massa seca de mucuna-preta no cerrado de Goiânia, em semeadura no final da época chuvosa (8,6 t.ha⁻¹) e em Lavras, com semeadura em dezembro (8,5 t.ha⁻¹), respectivamente.

O feijão-de-porco apresentou rendimento de massa seca da parte aérea inferior, não diferindo dos rendimentos do feijão-guandu e da vegetação

espontânea (Tabela 12). No entanto, o resultado observado, de 7,52 t.ha⁻¹, foi bastante próximo aos rendimentos de matéria seca obtidos por Carsky (1989) no cerrado do Distrito Federal (7,7 t.ha⁻¹) e por Pereira (1991), que oscilaram entre 5,7 e 19,8 t.ha⁻¹ de matéria seca. Resultado também coerente com os valores observados em Lavras por Fontanétti et al. (2006), correspondente a 7,51 t.ha⁻¹.

A massa seca da parte aérea do feijão-guandu não diferiu da vegetação espontânea nem do feijão-de-porco, que foram os valores mais baixos observados (Tabela 12). No entanto, o resultado de 6,6 t.ha⁻¹ foi ainda superior ao obtido por Carvalho et al. (1999), que obtiveram 5,7 t.ha⁻¹ para o rendimento de massa seca da parte aérea do feijão-guandu.

3.1.3 Taxa de cobertura do solo

A taxa de cobertura do solo foi alta para todas as espécies, apresentando valores bastante satisfatórios em relação à cobertura do solo recomendada para o plantio direto, que deve ser superior a 80% (Heckler et al., 1998).

Dentre as plantas de cobertura utilizadas, se destacaram o milheto e a crotalária júncea, com taxas de cobertura do solo de 94,7% e 100%, respectivamente, diferindo das demais (Tabela 12).

3.1.4 Composição química da parte aérea

Na Tabela 13 são apresentados os teores médios observados para os macro e micronutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de cobertura.

TABELA 13 Teores médios de nutrientes presentes na matéria seca da parte aérea das plantas de cobertura (PC).

Teores médios de nutrientes na matéria seca											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
PC	..... %						..... ppm				
CJ	3,20	0,30	1,02	1,40	0,36	0,23	49,60	14,81	90,27	71,88	376,92

Continua...

TABELA 13 Continuação.

Teores médios de nutrientes na matéria seca											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
PC	%						ppm				
FG	3,16	0,27	1,26	0,90	0,16	0,21	47,00	14,68	67,68	38,80	932,66
FP	3,62	0,24	1,11	2,33	0,31	0,33	53,20	5,84	51,83	22,79	661,62
Mi	1,92	0,28	1,15	0,54	0,33	0,25	25,00	10,54	100,20	59,57	1034,30
MP	3,19	0,26	1,07	1,17	0,22	0,24	42,10	13,57	101,20	41,54	1013,10
VE	2,32	0,30	1,40	0,74	0,32	0,20	35,80	11,65	85,15	53,17	1036,70

Multiplicando-se os teores de nutrientes presentes na parte aérea das plantas de cobertura pelos valores de rendimento de massa seca por hectare, são obtidas as quantidades de nutrientes acumulados por hectare, para cada planta de cobertura. Observa-se que houve diferenças significativas entre as plantas de cobertura para o acúmulo de todos os nutrientes (Tabela 14).

TABELA 14 Resumo da análise de variância para a característica acúmulo de macronutrientes pelas plantas de cobertura (PC).

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		kg.ha ⁻¹					
Blocos	3	7615,8*	74,82**	1293,2**	985,2*	74,53**	51,73**
PC	5	14164,9**	285,20**	3595,4**	9569,7**	644,33**	268,14**
Erro	15	1422,4	12,45	212,66	212,64	13,69	8,35
CV (%)		15,36	14,64	14,50	14,82	14,51	13,47

** , * . Significativo, a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os acúmulos de micronutrientes pelas plantas de cobertura também diferiram, pelo teste F, para todos os micronutrientes analisados (Tabela 15).

TABELA 15 Resumo da análise de variância para acúmulo de micronutrientes pelas plantas de cobertura (PC).

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		B	Cu	Mn	Zn	Fe
		..... kg.ha ⁻¹				
Blocos	3	0,0151**	0,0015*	0,0801*	0,0270**	7,581*
PC	5	0,0285**	0,0069**	0,5802**	0,2701**	59,756**
Erro	15	0,0027	0,0003	0,0150	0,0046	1,491
CV (%)		14,83	17,55	16,37	15,51	16,52

** , * . Significativo, a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

As quantidades médias de macronutrientes acumulados por hectare, para cada planta de cobertura, são apresentadas na Tabela 16.

TABELA 16 Acúmulo de macronutrientes por hectare pelas plantas de cobertura (PC).

PC	Acúmulo médio de macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	..... kg.ha ⁻¹					
CJ	304,91 a	28,59 b	97,19 b	133,40 b	34,30 b	21,92 b
FG	208,87 b	17,85 c	83,28 b	59,49 e	10,58 d	13,88 c
FP	272,03 a	18,03 c	83,41 b	175,09 a	23,30 c	24,80 b
Mi	268,32 a	39,13 a	160,71 a	75,46 d	46,12 a	34,94 a
MP	276,97 a	22,57 c	92,90 b	101,58 c	19,10 c	20,84 b
VE	142,45 c	18,42 c	85,96 b	45,43 e	19,65 c	12,28 c

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As quantidades médias de micronutrientes acumulados por hectare, para cada planta de cobertura, são apresentadas na Tabela 17.

Observa-se que o acúmulo de nitrogênio pelas plantas de cobertura foi muito bom, sendo superior para todas as plantas de cobertura, em comparação à vegetação espontânea, inclusive para o milheto, que é uma espécie gramínea.

TABELA 17 Acúmulo de micronutrientes por hectare pelas plantas de cobertura (PC).

PC	Acúmulo médio de micronutrientes				
	B	Cu	Mn	Zn	Fe
..... kg.ha ⁻¹					
CJ	0,470 a	0,142 a	0,860 b	0,682 b	3,590 d
FG	0,310 c	0,975 b	0,445 c	0,255 d	6,165 c
FP	0,400 b	0,042 c	0,390 c	0,172 d	4,972 d
Mi	0,352 b	0,147 a	1,400 a	0,832 a	14,452 a
MP	0,367 b	0,120 a	0,877 b	0,360 c	8,797 b
VE	0,220 d	0,070 c	0,522 c	0,327 c	6,365 c

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A crotalária júncea foi a espécie que acumulou mais boro por unidade de área entre as plantas de cobertura, com valor médio igual a 0,142 kg.ha⁻¹ (Tabela 16). Carvalho et al. (1999) relacionam as seguintes quantidades de nutrientes absorvidos na estação chuvosa: 443 kg.ha⁻¹ de N, 31,7 kg.ha⁻¹ de P, 216 kg.ha⁻¹ de K, 202 kg.ha⁻¹ de Ca, 58 kg.ha⁻¹ de MG, 28 kg.ha⁻¹ de S, 121 g.ha⁻¹ de Cu, 464 g.ha⁻¹ de Zn e 366 g.ha⁻¹ de Mn. Assim, no presente estudo, as quantidades acumuladas pela crotalária júncea de todos os nutrientes observados foram menores que as relatadas pelos autores, com exceção do cobre e do manganês. Isso se deve, possivelmente, às diferenças nos teores de nutrientes nos diferentes solos. Além disso, uma vez que o rendimento de massa seca observado, como comentado no item 3.1.2, foi inferior ao encontrado pelos autores citados, seria esperado encontrar menores teores de nutrientes acumulados no presente estudo, de maneira geral.

Os resultados obtidos por Fontanétti et al. (2006) para os teores de nutrientes acumulados por algumas das espécies aqui estudadas estão apresentados na Tabela 18.

TABELA 18 Acúmulo de macro e de micronutrientes nas plantas de cobertura (PC), por ocasião do corte e da incorporação das palhadas ao solo. UFLA, Lavras, 2002.

PC	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
	kg.ha ⁻¹						g.ha ⁻¹				
CJ	374,8	42,0	195,7	159,2	33,1	33,6	369	116	717	403	3163
MP	297,07	31,6	159,7	68,4	13,7	23,7	277	159	465	265	2462
FP	246,9	22,4	121,9	196,1	17,3	44,8	291	49	431	140	1451
VE	67,68	17,0	105,6	35,6	14,2	16,7	88	47	405	187	4183

Fonte: Adaptado de Fontanétti et al. (2006).

O milheto destaca-se pelos maiores acúmulos de fósforo, potássio, magnésio, enxofre, cobre, manganês, zinco e ferro; o acúmulo de nitrogênio é também bastante alto, não diferindo significativamente das espécies leguminosas, inclusive da crotalária júncea (Tabela 16). Isso se deve à sua alta produção de biomassa, uma vez que seu teor de nitrogênio na matéria seca foi o mais baixo entre todas as plantas de cobertura (Tabela 13). Salton & Kichel (1997) recomendam o uso do milheto para solos arenosos, em que o potássio é bastante lixiviado, devido à sua alta eficiência na reciclagem deste elemento. Isso foi observado no presente experimento, visto que o acúmulo de K pelo milheto foi de 160,71 kg.ha⁻¹, significativamente maior que todas as demais plantas de cobertura. O segundo maior valor observado para acúmulo de K, referente à crotalária júncea, foi de 97,19 kg.ha⁻¹, mas não diferiu significativamente dos demais valores, que variaram até um mínimo de 83,28 kg.ha⁻¹, referente ao feijão-guandu.

Carvalho et al. (1999) relataram teores de 3,35% de K, 1,28% de N e 0,09% de P na matéria seca do milheto, valores bastante diferentes dos observados no presente experimento, de 1,02%, 3,2% e 0,3%, respectivamente, muito provavelmente em decorrência das diferenças nos teores desses elementos no solo, principalmente. Os mesmos autores relataram acúmulos de 53 kg.ha⁻¹ de N e 1,7 kg.ha⁻¹ de P, valores extremamente inferiores aos observados no presente

experimento, respectivamente, 268,32 kg.ha⁻¹ e 39,13 kg.ha⁻¹. Assim, observa-se que o aporte total de nitrogênio e também de outros nutrientes na biomassa destas plantas também pode ser alto para uma cultura gramínea, como o milho, uma vez que os menores teores de nitrogênio na matéria seca foram compensados pela maior produção de biomassa dessas plantas, em comparação às culturas leguminosas.

A mucuna-preta e o feijão-de-porco também apresentaram grande acúmulo de nitrogênio, equivalente a 276,97 kg.ha⁻¹ e 272,03 kg.ha⁻¹, respectivamente. A mucuna destacou-se também no acúmulo de cobre, 0,12 kg.ha⁻¹, enquanto o feijão-de-porco destacou-se no acúmulo de cálcio, 175,09 kg.ha⁻¹ (Tabelas 16 e 17). Estudos conduzidos por Amabile et al. (1997, 1999), em áreas de cerrado próximas a Goiânia, mostraram absorções de nutrientes pela mucuna-preta, quando cultivada na época de chuva, que variaram entre 89 e 233 kg.ha⁻¹ de N, 18 e 60 kg.ha⁻¹ de P, 40 e 94 kg.ha⁻¹ de K e iguais a 70 e 16 kg.ha⁻¹ de Ca e Mg, respectivamente.

Em relação ao feijão-de-porco, Carvalho et al. (1999) obtiveram os seguintes teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea: 27,4 g.kg⁻¹ de N; 1,3 g.kg⁻¹ de P; 12,0 g.kg⁻¹ de K; 15,2 g.kg⁻¹ de Ca; 2,8 g.kg⁻¹ de Mg; 2,60 g.kg⁻¹ de S; 6,9 mg.kg⁻¹ de Cu; 14,4 mg.kg⁻¹ de Zn e 15,7 mg.kg⁻¹ de Mn. Os valores encontrados no presente experimento foram, de maneira geral, superiores a estes, com exceção apenas para o potássio, que foi ligeiramente menor, 11,1 g.kg⁻¹, e para cobre, 5,84 mg.kg⁻¹ (Tabela 13).

O feijão-guandu apresentou baixo acúmulo de nutrientes, de maneira geral, o que, certamente, pode ser atribuído à sua baixa produção de biomassa, como já comentado anteriormente. Carvalho et al. (1999) relataram as seguintes quantidades de nutrientes absorvidas pelo feijão-guandu cv. Kaki na estação chuvosa: 351 kg.ha⁻¹ de N; 25 kg.ha⁻¹ de P; 254,3 kg.ha⁻¹ de K; 90,5 kg.ha⁻¹ de Ca; 29,6 kg.ha⁻¹ de Mg; 9,4 kg.ha⁻¹ de S; 149,8 g.ha⁻¹ de Cu; 304,2 g.ha⁻¹ de Zn e

371,3 g.ha⁻¹ de Mn. Observa-se que, no presente experimento, apenas o acúmulo de cobre e manganês foi maior e os demais, menores que os obtidos pelos autores (Tabelas 16 e 17).

A vegetação espontânea proporcionou os menores acúmulos de nutrientes de maneira geral, exceto para magnésio e zinco, cujos menores valores foram encontrados para o feijão-guandu (Tabelas 16 e 17). Dessa forma, observa-se que a utilização de plantas de cobertura especializadas se mostrou vantajosa, do ponto de vista do acúmulo de nutrientes do solo, em relação à vegetação espontânea.

No entanto, vale ressaltar que, embora uma espécie de planta de cobertura, ou adubo verde, imobilize grande quantidade de nutrientes em sua biomassa, isso não significa que esses nutrientes estarão prontamente disponíveis à cultura subsequente, uma vez que isso depende também da decomposição do adubo verde (Alvarenga et al., 1995).

Pelos resultados obtidos, nota-se uma melhor adaptação e maiores benefícios, tanto na produção de biomassa como na cobertura do solo e no aporte de nutrientes proporcionados pelo milheto, mostrando-se uma excelente opção de planta de cobertura para o plantio direto na região de Lavras, MG, quando semeada no início do período das águas. O feijão-guandu, por sua vez, mostra bom potencial, mas que não pode ser mensurado adequadamente neste experimento devido à sua baixa emergência e vigor, sendo necessários novos estudos.

3.2 Cultura da alface

Os resumos das análises de variância para as características agronômicas da cultura da alface são apresentados nas Tabelas 19 e 20.

As plantas de cobertura influenciaram significativamente os rendimentos de massa fresca de plantas e de folhas da cultura da alface, porém, não influenciaram significativamente as demais características (Tabelas 19 e 20).

TABELA 19 Resumo da análise de variância das características agrônômicas massa fresca de plantas (MFP), massa fresca de folhas (MFF), teor de matéria seca de plantas (TMSP) e teor de matéria seca de folhas (TMSF) da cultura da alface.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		MFP (t.ha ⁻¹)	MFF (t.ha ⁻¹)	TMSP (%)	TMSF (%)
Blocos	3	201,962**	163,730**	12,5982**	19,2275**
PC	5	9,449**	8,261**	1,6706 ^{NS}	3,9009 ^{NS}
Erro 1	15	0,254	0,235	1,4862	1,6609
AD	4	319,267**	250,643**	1,0378 ^{NS}	1,2144 ^{NS}
AD*PC	20	4,425 ^{NS}	3,494 ^{NS}	0,8322 ^{NS}	1,3625 ^{NS}
Erro 2	72	2,674	2,111	0,9794	1,1317
CV 1 (%)		6,07	6,57	23,38	25,03
CV 2 (%)		19,69	19,70	18,98	20,66
Média geral		8,30	7,38	5,21	5,15

** , * , ^{NS}. Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, e não significativo, respectivamente, pelo teste F. PC = plantas de cobertura; AD = adubações.

Fontanétti et al. (2006), estudando a influência da adubação verde com crotalária júncea, feijão-de-porco, mucuna-preta e vegetação espontânea, também na UFLA, em Lavras, MG, não encontraram influência significativa das plantas utilizadas no rendimento de massa fresca de plantas em alface americana, porém, na cultura do repolho houve diferenças significativas.

As diferentes adubações influenciaram significativamente da mesma forma todas as características observadas, exceto os teores de matéria seca de plantas e de folhas. Já a interação entre plantas de cobertura e adubações não foi significativa para nenhuma das características observadas (Tabelas 19 e 20).

TABELA 20 Resumo da análise de variância das características agronômicas, massa seca de plantas (MSP) e de folhas (MSF), número de folhas for planta (NF) e coloração (COR) da cultura da alface.

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		MSP (kg.ha ⁻¹)	MSF (kg.ha ⁻¹)	NF (f.pl ⁻¹)	COR (°SPAD)
Blocos	3	366922,77**	205426,36**	24,644*	38,195**
PC	5	12697,96 ^{NS}	5051,41 ^{NS}	1,956 ^{NS}	3,585 ^{NS}
Erro 1	15	14113,11	6953,25	3,569	2,427
AD	4	878275,96**	475597,03**	51,770**	6,879*
AD*PC	20	15860,68 ^{NS}	7606,11 ^{NS}	1,726 ^{NS}	2,864 ^{NS}
Erro 2	72	16073,42	8505,13	1,9119	2,164
CV 1 (%)		28,11	23,36	14,02	12,99
CV 2 (%)		30,00	25,83	10,26	12,27
Média Geral		422,58	356,97	13,48	11,99

**, *, ^{NS}. Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, e não significativo, respectivamente, pelo teste F. PC = plantas de cobertura; AD = adubações.

Na Tabela 21 encontram-se os valores médios encontrados para as características agronômicas que sofreram influência das plantas de cobertura e na Tabela 22, das adubações.

TABELA 21 Resultados médios obtidos na avaliação de massa fresca de plantas (MFP) e de folhas (MFF) da cultura da alface, em função das plantas de cobertura.

	Resultados médios obtidos	
	MFP (t.ha ⁻¹)	MFF (t.ha ⁻¹)
Milheto	9,18 a	8,19 a
Feijão-guandu	8,96 a	8,03 a
Crotalária júncea	8,38 b	7,47 b
Vegetação espontânea	8,14 b	7,11 c
Mucuna-preta	7,76 c	6,87 c
Feijão-de-porco	7,39 d	6,58 d

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 22 Resultados médios obtidos na avaliação de massa fresca de plantas (MFP) e de folhas (MFF), massa seca de plantas (MSP) e de folhas (MSF), número de folhas for planta (NF) e coloração (COR) da cultura da alface, em função das adubações orgânicas (0, 60, 120 e 240) e mineral (M120).

	Resultados médios obtidos					
	MFP (t.ha ⁻¹)	MFF (t.ha ⁻¹)	MSP (kg.ha ⁻¹)	MSF (kg.ha ⁻¹)	NF (un.pl ⁻¹)	COR (°SPAD)
240	14,15 a	12,54 a	737,2 a	582,1 a	15,18 a	12,70 a
120	8,73 b	7,76 b	421,5 b	363,3 b	14,70 a	12,05 a
60	7,67 c	6,84 c	404,1 b	349,7 b	13,20 b	11,85 a
M120	6,59 d	5,89 d	316,9 c	285,6 c	12,72 b	12,13 a
0	4,36 e	3,85 e	233,2 d	204,0 d	11,59 c	11,22 b

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 23 observam-se as diferenças entre os valores médios observados em cada adubação orgânica (0, 60, 120 e 240) e na adubação mineral (M120), para todas as características observadas da cultura da alface. Os valores positivos indicam superioridade e os negativos, inferioridade do tratamento em relação ao padrão de comparação, que é a adubação mineral.

TABELA 23 Diferenças entre as adubações orgânicas (0, 60, 120 e 240) e a adubação mineral (M120) para massa fresca de plantas (MFP) e de folhas (MFF), massa seca de plantas (MSP) e de folhas (MSF), número de folhas for planta (NF) e coloração (COR) da cultura da alface.

	Contrastes entre adubações orgânicas e adubação mineral					
	MFP (t.ha ⁻¹)	MFF (t.ha ⁻¹)	MSP (kg.ha ⁻¹)	MSF (kg.ha ⁻¹)	NF (un.pl ⁻¹)	COR (°SPAD)
240- M120	7,558*	6,650*	420,296*	296,495*	2,46*	0,57
120- M120	2,141*	1,873*	104,529*	77,700*	1,98*	-0,08
60- M120	1,081	0,946	87,163	64,054	0,48	-0,28
0-M120	-2,229*	-2,044*	-83,750	-81,592*	-1,13*	-0,91
DMS	1,180	1,049	91,496	66,556	0,998	1,062

Valores seguidos por * diferem do padrão (M120), de acordo com o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Como não houve interação significativa entre as plantas de cobertura e as adubações, e foram adotadas quatro doses de nitrogênio via adubação orgânica com torta de mamona para a cultura da alface, foram feitas também análises de regressão para estas doses com os valores médios obtidos para cada uma das características avaliadas, que são apresentadas nos itens a seguir.

3.2.1 Massa fresca de plantas e de folhas

Os rendimentos de massa fresca de plantas e de folhas na cultura da alface foram maiores para as plantas de cobertura milho e feijão-guandu, e menor para a mucuna-preta. O rendimento de massa fresca de folhas foi o mais baixo também para a vegetação espontânea, não diferindo significativamente da mucuna-preta (Tabela 21).

Em relação às adubações, os maiores valores de rendimento de massa fresca de plantas e de folhas foram observados na adubação orgânica com 240 kg.ha⁻¹ N, a maior dose aplicada. A adubação mineral (M120) proporcionou maiores rendimentos de massa fresca de plantas e de folhas apenas em relação à adubação orgânica correspondente à dose zero de N (Tabelas 22 e 23). O resultado obtido com a adubação mineral, que continha 120 kg.ha⁻¹ de N, não diferiu da adubação orgânica com dose de 60 kg.ha⁻¹ de N e foi inferior à adubação orgânica com 120 kg.ha⁻¹ de N, pelo teste de Dunnett, a 5%, (Tabela 23), demonstrando menor eficiência da adubação mineral, em relação à orgânica, para o rendimento de massa, pela cultura da alface.

Maiores produtividades observadas quando se utiliza dose elevada de composto orgânico podem ser atribuídas ao fato de que parte do nitrogênio presente em adubos orgânicos resiste à rápida mineralização. Quando se cultivam espécies de ciclo curto, como a alface, o aumento da dose do adubo orgânico pode garantir maior produtividade (Smith & Hadley, 1989).

Os incrementos de produtividade proporcionados por adubos orgânicos, embora menos imediatos e marcantes do que os obtidos com adubos minerais, têm maior duração, provavelmente pela liberação mais progressiva de nutrientes e pelo estímulo do crescimento radicular (Marchesini et al., 1988).

Ao se aplicar uma regressão para esta característica, analisando-se apenas as doses de adubação orgânica, observam-se relações lineares crescentes, com coeficientes de determinação de 98,14% e 98,07%, para massa fresca de plantas e de folhas, respectivamente, entre as doses de nitrogênio e o rendimento de massa fresca da cultura da alface. Foi observado acréscimo de 2,36 t.ha⁻¹ no rendimento de massa fresca de plantas e de 2,09 t.ha⁻¹ no rendimento de massa fresca de folhas, para cada 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio a mais, aplicado via torta de mamona (Figura 2).

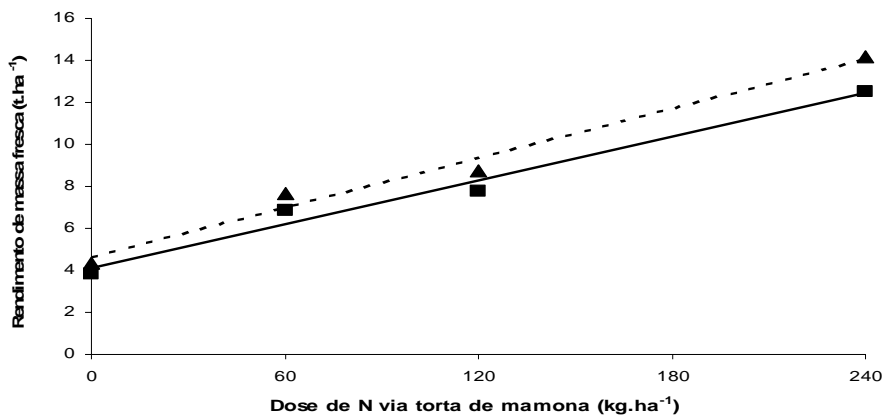


FIGURA 2 Representação gráfica das equações de regressão para o rendimento de massa fresca de plantas (MFP) e de folhas (MFF) da cultura da alface.

Oliveira et al. (2006) encontraram produção máxima de matéria fresca de alface cv. Vera, estimada pelo modelo de regressão, de 55,99 t.ha⁻¹, obtida

com a dose de $23,4 \text{ t.ha}^{-1}$ de cama de aviário, em Seropédica, RJ. Segundo os autores, a cama de aviário apresentou 3,53% de N e, utilizando-se o mesmo princípio adotado para o cálculo da torta de mamona no presente experimento, esse teor equivale a 1,76 % de N disponível (50% de conversão no primeiro ano, segundo Ribeiro et al., 1999, resultando em uma quantidade de nitrogênio aplicado equivalente a 413 kg.ha^{-1}).

Silva et al. (2008) observaram produtividade máxima econômica para a cultura da alface americana com uma dose de nitrogênio equivalente a $217,14 \text{ kg. ha}^{-1}$, com lâmina de irrigação de 205 mm, resultando em 26 t. ha^{-1} , sendo a produtividade física máxima equivalente a 27 t.ha^{-1} , com a aplicação de 290 kg.ha^{-1} de nitrogênio em adubação mineral.

Santos et al. (1994) observaram que doses crescentes de composto orgânico elevaram a produtividade da cultura da alface. Segundo Santos et al. (2001), essas maiores produções podem ser atribuídas à melhoria de características químicas e físico-químicas do solo. Ao final do primeiro cultivo, os autores observaram que a mineralização do material orgânico aumentou os teores de bases trocáveis, o teor de fósforo e a capacidade de troca catiônica do solo.

Em contrapartida, Souza (2008) observou efeito regressivo para a produtividade de alface Verônica, a partir da dose recomendada de 150 kg.ha^{-1} de nitrogênio, fornecidos via torta de mamona, em Lavras, MG. A produtividade máxima encontrada pela análise de regressão, para as plantas de alface aos 60 dias, foi de, aproximadamente, 36 t.ha^{-1} , para uma dose de $93,7 \text{ kg.ha}^{-1}$ de nitrogênio fornecidos via torta de mamona. A autora relata, como causa desse efeito regressivo, uma possível fitotoxicidade causada à cultura da alface por substâncias tóxicas presentes na torta de mamona, como a ricina, uma vez que a aplicação de doses maiores de nitrogênio via bokashi e adubação mineral

resultou em acréscimos contínuos na produtividade da cultura da alface, resultando em um efeito linear crescente.

O que pode ter contribuído para o não aparecimento de um efeito regressivo nas maiores doses de torta de mamona para a produtividade da cultura da alface, no presente experimento, é o fato de a torta ter sido aplicada ao solo com antecedência ao transplântio da cultura, reduzindo um possível efeito fitotóxico. Outra razão poderia ser o desenvolvimento atrasado das plantas que, provavelmente, impossibilitou que a cultura atingisse o seu potencial máximo.

3.2.2 Massa seca de plantas e de folhas

Não houve diferença significativa nos teores de matéria seca da cultura da alface, para nenhum dos fatores de variação (Tabela 19). Santos et al. (1994, 2001), trabalhando com alface cultivada com composto orgânico, verificaram que a aplicação de doses crescentes de composto orgânico proporcionou plantas de alface com menor teor de matéria seca, resultados semelhantes aos observados por Lopes et al. (2005). Alguns autores associam aumento da matéria seca dos tecidos das folhas à deficiência de nitrogênio (Primavesi, 1985; Vidigal et al., 1997).

Os rendimentos de massa seca de plantas e de folhas na cultura da alface não diferiram significativamente em relação às plantas de cobertura, embora os rendimentos de massa fresca tenham apresentado diferenças significativas (Tabela 20). Esse resultado pode ser atribuído às pequenas variações entre os teores de matéria seca, que não se mostraram significativas, mas que, ao se multiplicarem pelos valores de massa fresca, tiveram essas diferenças ampliadas e, dessa forma, se tornaram significativas a ponto de influenciar a relação entre os rendimentos de massa fresca e de massa seca.

Em relação às adubações, os maiores valores de rendimentos de massa seca de plantas e de folhas foram observados na adubação 240. A adubação

mineral proporcionou maiores rendimentos de massa seca de plantas e de folhas apenas em relação à adubação com dose zero de N, e menores em relação a todas as demais (Tabelas 22). O resultado obtido com a adubação mineral para massa seca de plantas não diferiu das adubações 0 e 60, e, para massa seca de folhas, foi igual à adubação 60 e maior que a 0, pelo teste de Dunnet, a 5% (Tabela 23).

Ao se aplicar a regressão para esta característica, analisando-se apenas as doses de adubação orgânica, observaram-se relações lineares crescentes, com coeficientes de determinação de 95,69%, tanto para massa seca de plantas como de folhas, entre as doses de nitrogênio e o rendimento de massa seca da cultura da alface (Figura 4).

Foi observado um acréscimo de 120,3 kg.ha⁻¹ no rendimento de massa seca de plantas e de 89,3 kg.ha⁻¹ no rendimento de massa seca de folhas, para cada 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio a mais aplicado via torta de mamona (Figura 3).

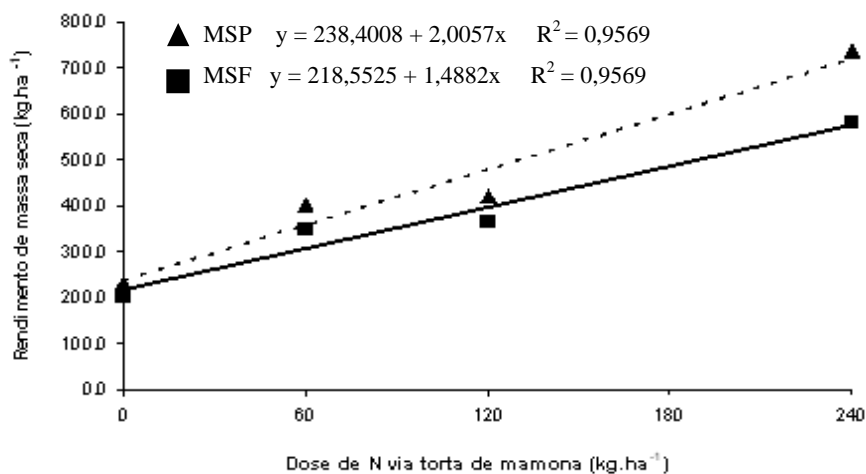


FIGURA 3 Representação gráfica das equações de regressão para o rendimento de massa seca de plantas (MSP) e de folhas (MSF) da cultura da alface.

As curvas para rendimento de massa seca de plantas e de folhas apresentou comportamento semelhante ao do rendimento de massa fresca no presente experimento, assim como observado por Souza (2008), em Lavras, MG. Este autor relatou os mesmos efeitos das doses de torta de mamona para massa seca e para massa fresca de plantas de alface cv. Verônica.

Oliveira et al. (2006) encontraram produção máxima de matéria seca de alface cv. Vera, em Seropédica, RJ, estimada pelo modelo de regressão, de 1,86 t.ha⁻¹, sendo o rendimento máximo obtido com dose de 22,8 t.ha⁻¹ de cama de aviário.

3.2.3 Número de folhas por planta

O número de folhas por planta de alface não diferiu significativamente em relação às plantas de cobertura (Tabela 20), demonstrando que esta característica não é afetada por esta variável.

As adubações orgânicas correspondentes às doses de 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N proporcionaram os maiores valores de número de folhas por planta, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 22). A adubação 0 foi a que proporcionou o menor número de folhas, tendo as adubações M120 e 60 se mostrado intermediárias, não diferindo significativamente entre si (Tabelas 22 e 23).

Ao se aplicar a regressão para esta característica, analisando-se apenas as doses de adubação orgânica, observa-se relação quadrática, com coeficiente de determinação de 99,44% entre as doses de nitrogênio e o número de folhas por planta, cujo ponto de máximo é encontrado na dose de 222,2 kg.ha⁻¹ de N (Figura 4).

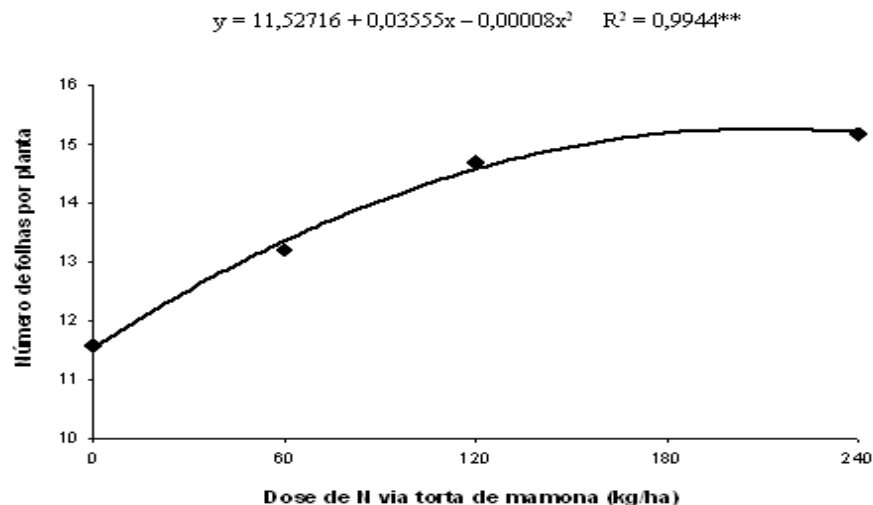


FIGURA 4 Representação gráfica da equação de regressão para o número de folhas por planta (NF) da cultura da alface.

Souza (2008) observou, para o número de folhas, da mesma maneira que para os rendimentos de massa pela cultura da alface, efeitos regressivos a partir da dose de $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, fornecida via torta de mamona. Segundo a autora, as curvas de número de folhas em relação às doses de N, tanto para a torta de mamona como para o bokashi e a adubação mineral, tiveram o mesmo comportamento que as curvas para rendimento de massa. No presente experimento, o efeito regressivo só foi observado a partir da dose de $222 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, possivelmente pela mesma razão já comentada, da redução de uma possível fitotoxicidade pela aplicação da torta de mamona com bastante antecedência ao transplântio da cultura da alface.

3.2.4 Coloração das folhas

A coloração das folhas na cultura da alface não diferiu significativamente em relação às plantas de cobertura (Tabela 20).

A adubação 0 foi a que proporcionou coloração verde menos intensa nas folhas, diferindo significativamente das demais (Tabela 22). Porém, pelo teste de Dunnett, a 5%, não houve diferença significativa entre a adubação mineral e as orgânicas (Tabela 23).

Observa-se que houve relação linear crescente entre as doses de nitrogênio e a coloração das folhas da cultura da alface (Figura 5).

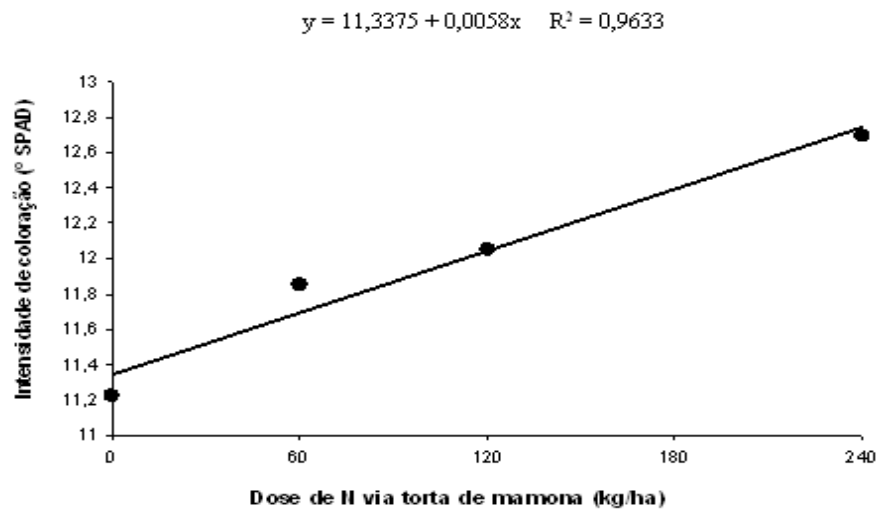


FIGURA 5 Representação gráfica da equação de regressão para a intensidade de coloração (COR) da cultura da alface.

4 CONCLUSÕES

A vegetação espontânea se mostra inferior às plantas de cobertura estudadas, quanto à produção de biomassa e acúmulo de nutrientes na sua parte aérea.

O milheto supera todas as plantas de cobertura estudadas, na totalidade das características avaliadas das mesmas.

O milheto e o feijão-guandu proporcionam os maiores rendimentos de massa fresca da cultura da alface, e o feijão-de-porco, o menor.

A adubação orgânica apresenta melhores resultados quanto às massas fresca e seca de plantas e de folhas e ao número de folhas por planta, comparada à adubação mineral.

De forma geral, a elevação das doses de torta de mamona até 240 kg.ha^{-1} de N proporciona incrementos lineares no desempenho agrônômico da cultura da alface.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.2, p.175-185, fev. 1995.

AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M. de; PEREIRA, J.; GOMES, A.C. Produção de fitomassa e exportação de nutrientes pela parte aérea e genótipos de mucuna. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. de. Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.23, n.4, p.837-845, jul./ago. 1999.

ASSOCIAÇÃO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO. **Fascículos de experiências de plantio direto no cerrado**. Goiânia, 1994. 261p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.323**, de 27 de dezembro de 2007. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.portalagricultura.com.br/Paginas/Agricolas/visDetalhes.aspx?ch_to p=21&ch_agricola=157>. Acesso em: 10 set. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 64**, de 18 de dezembro de 2008. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.portalagricultura.com.br/Paginas/Agricolas/visDetalhes.aspx?ch_to p=21&ch_agricola=157>. Acesso em: 10 fev. 2009.

CARSKY, R.J. **Estimating availability of nitrogen from green manure to subsequent maize crops using a buried bag technique**. 1989. 257f. Thesis (Ph.D.)-Cornell University, Ithaca.

CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2006. 369p.

CARVALHO, A.M. de; BURLE, M.L.; PEREIRA, J.; SILVA, M.A. da. **Manejo de adubos verdes no cerrado**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1999. 28p. (EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 4).

CARVALHO, A.M. de; CORREIA, J.R.; BLANCANEAUX, P.; FREITAS, L.R.S. da; MENEZES, H.A.; PEREIRA, J.; AMABILE, R.F. Caracterização de espécies de adubos verdes para milho em Latossolo Vermelho-Escuro originalmente sob cerrado. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.384-388.

DAROLT, M.R.; SKORA NETO, F. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**. Disponível em:
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=81>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Alface**, 2009. Disponível em:
<http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/alface.html>. Acesso em: 10 jan. 2009.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.2, p.146-150, abr. 2006.

HECKLER, J.C.; HERNANI, L.C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J.C. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.37-49.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: _____. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.141-148.

LOPES, J.C.; RIBEIRO, L.G.; ARAUJO, M.G. de; BERALDO, M.R.B.S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.1, p.143-147, fev. 2005.

MARCHESINI, A.; ALLIEVI, L.; COMOTTI, E.; FERRARI, A. Long-term effects of quality-compost treatment on soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.106, n.2, p.253-261, Feb. 1988.

MEIRELLES, J.C.S. **Classificação de alface**. São Paulo: Horti & Fruti, 1998. Não paginado. Folder.

- MELLO, J.C.; DIETRICH, R.; MEINERT, E.M.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E.R. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.418-426, jun. 2003.
- OLIVEIRA, N.G. de; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA, J.G.M. Plantio direto de alface adubada com cama de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.1, p.112-117, fev. 2006.
- ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L. de; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L.T.M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.15, p.3-34, mar. 2002.
- PEREIRA, J. Avaliação das características agrônômicas de leguminosas adubos verdes nos Cerrado. In: _____. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado 1985/1987**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1991. p.111-112.
- PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1., 1992, Goiânia. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.140-154.
- PIRES, M. de M. ALVES, J.M.; ALMEIDA NETO, J.A. de; ALMEIDA, C.M.; SOUSA, G.S. de; CRUZ, R.S. de; MONTEIRO, R.; LOPES, B.S.; ROBRA, S. Biodiesel de mamona: uma avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA, 2004. 1 CD-ROM.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 8.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 541p.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; VICENTE, V.H.A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Lavras: UFLA, 1999. 359p.
- RICCI, M.S.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; RUIZ, H.A. Produção de alface adubadas com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.12, n.1, p.56-58, jan. 1994.

RODRIGUES, E.T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 1990. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V.W. Resposta da alface à adubação orgânica: II., teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.45, n.261, p.437-449, set./out. 1998.

SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. **Milheto, uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal**. Dourados: EMBRAPA, 1997. Não paginado. Folheto.

SANTOS, I.C.; CASALI, V.W.D.; MIRANDA, G.V. Teores de metais pesados de potássio e de sódio no substrato após o cultivo de dez cultivares de alface. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.44, n.251, p.53-62, jan./fev. 1997.

SANTOS, R.H.S. **Crescimento, produção e qualidade de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada com composto orgânico**. 1993. 114f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, R.H.S.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R.; MIRANDA, L.C.G. de. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.12, n.1, p.29-32, fev. 1994.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F. da; CASALI, V.W.D.; CONDE, A.R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.36, n.11, p.1395-1398, nov. 2001.

SILVA, P.A.M.; PEREIRA, G.M.; REIS, R.P.; LIMA, L.A.; TAVEIRA, J.H. da S. Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1266-1271, jul./ago. 2008.

SMITH, S.R.; HADLEY, P. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects and growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, The Hague, v.115, n.1, p.135-144, Mar. 1989.

SOUZA, I.P. de. **Adubação orgânica de alface com co-produtos do biodiesel.** 2008. 42p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SPEHAR, C.R. Sistemas de produção de milho nos Cerrados. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1., 1999, Planaltina, DF. **Anais...** Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 1999. p.69-73.

VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I., ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.42, n.239, p.80-88, fev. 1995.

VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; MATOS, A.T. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.15, n.1, p.35-39, fev. 1997.

CAPÍTULO 3

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ALFACE ORGÂNICA CULTIVADA SOB DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE TORTA DE MAMONA

RESUMO

A alface está entre as dez hortaliças mais apreciadas para consumo *in natura* e a do tipo “crespa” é a mais consumida. Possui alto valor agregado, quando cultivada organicamente, apresentando melhores características sensoriais e maior vida útil pós-colheita. As pesquisas relacionadas à qualidade pós-colheita de alface *in natura* são bastante escassas, e a grande maioria dos trabalhos se refere ao produto minimamente processado. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade pós-colheita da alface cultivada sob as técnicas usuais de produção orgânica associadas ao plantio direto, com uso de diferentes plantas de cobertura e doses de torta de mamona, em comparação a um tratamento padrão com adubação mineral. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, no período de setembro de 2008 a abril de 2009. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas consistiram nas plantas de cobertura crotalária júncea, feijão-de-porco, feijão-guandu, milheto, mucuna-preta e vegetação espontânea. Os tratamentos nas subparcelas foram: adubação mineral com 120 kg.ha⁻¹ (dose recomendada) de N, e adubações orgânicas com 0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N. O fósforo e o potássio foram fornecidos nas quantidades de 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg.ha⁻¹ de K₂O, a todos os tratamentos, via superfosfato simples e cloreto de potássio para o mineral, e termofosfato Yoorin Master e cinzas de madeira para os orgânicos. As parcelas foram subdivididas nas cinco adubações. A cultura da alface foi transplantada entre a palhada, aos 43 dias após a semeadura. A colheita ocorreu aos 73 dias após a semeadura. A perda de massa após 48 horas sem refrigeração foi mais severa nas adubações mineral e orgânica sem nitrogênio, e mais branda na dose recomendada de N na forma orgânica. A cor das alfaces, analisada sensorialmente, foi melhor avaliada para o feijão-de-porco e pior para o milheto, e também melhor para a adubação orgânica com metade da dose recomendada de N.

**POSTHARVEST QUALITY OF ORGANIC LETTUCE CULTIVATED
UNDER DIFFERENT COVERING PLANTS AND CASTOR CAKE
DOSES**

ABSTRACT

Lettuce is among the ten most appreciated vegetables for *in natura* consumption, being the curly type the most consumed. It has high aggregate value when organically cultivated, presenting best sensory characteristics and longer shelf-life. Researches related to postharvest quality of lettuce *in natura* are scarce, being the great majority of the works referred to the minimally processed product. The present study had for objective to evaluate the postharvest quality of lettuce cultivated under usual techniques of organic production associated with no-tillage system, using different covering plants and castor cake doses, compared to a standard treatment with mineral fertilization. The experiment was accomplished in the experimental field of the Agriculture Department of UFLA, Lavras, MG, Brazil, from September, 2008 to April, 2009. The experimental design consisted of a split-plot scheme in completely randomized blocks with four replications. The plots consisted of six covering plants: *Crotalaria juncea* L., *Canavalia ensiformis* (L.) DC, *Cajanus cajan* (L.) Millsp, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown, *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr. and spontaneous vegetation. The subplots consisted of five fertilizations: mineral, with 120 kg.ha⁻¹ of N; and organic, with 0, 60, 120 e 240 kg.ha⁻¹ de N. It was applied 100 kg.ha⁻¹ of P₂O₅ and 60 kg.ha⁻¹ of K₂O over all treatments, by superfosfato simples and potassium clorate for the mineral, and termofosfato and wood ash for the organic. The plots were split in the five fertilizations. The lettuce seedlings were planted over the mulch, by 43 days after seedling. The harvest was made by 73 days after seedling. The fresh mass loss after 48 hours without refrigeration was more severe to mineral and organic without nitrogen fertilizations, and softer to the organic recommended N dose. The color sensory analyzed of lettuce was better evaluated to *Canavalia ensiformis* (L.) DC and worse to *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown, and also better to the half dose organic fertilization.

1 INTRODUÇÃO

A adoção do sistema plantio direto e da agricultura orgânica vem trazendo uma série de benefícios ao solo, ao ambiente e aos produtores. A utilização conjunta dessas duas tecnologias tende a fortalecer e ampliar ainda mais estes benefícios, concretizando a sustentabilidade conservacionista e econômica do sistema produtivo.

Nesse contexto de produção orgânica, a torta de mamona mostra-se uma interessante opção como fonte de nutrientes, sendo permitida pelas normas vigentes (Brasil, 2007, 2008). Além disso, é um produto que tende a ter boa disponibilidade, uma vez que a mamona (*Ricinus comunis*) é matéria-prima para a produção de biodiesel, que vem utilizando oleaginosas que propiciem maior emprego de mão-de-obra e insira regiões que estejam à margem do processo de desenvolvimento econômico.

A alface está entre as dez hortaliças mais apreciadas para consumo *in natura*, no Brasil (Yuri et al., 2002). Tem vitaminas A e C, cálcio, fósforo e ferro e, na medicina popular, é recomendada como um produto de propriedade calmante. Apesar de não constituir uma fonte considerável de vitaminas e minerais, com exceção feita à vitamina A, sua importância nutricional é proveniente da regular utilização dessa folhosa na dieta da população brasileira (Meirelles, 1998).

Devido ao seu consumo *in natura*, tem alto valor agregado, quando produzida sem agrotóxicos. O cultivo orgânico dessa hortaliça, além de ecologicamente correto, gera um produto com melhores características sensoriais e de maior vida útil pós-colheita, em comparação aos sistemas convencionais (Mello et al., 2003).

Em um estudo econômico realizado por Miguel et al. (2008), em Bebedouro, SP, verificou-se que a produtividade média de alface obtida pelos

agricultores orgânicos da região foi de 19,6 t.ha⁻¹, com índice de lucratividade de 77,6%. A título de comparação, segundo dados do Agriannual (2006), o sistema convencional proporcionou índice de rentabilidade de 39,7%, praticamente a metade do sistema orgânico.

As pesquisas relacionadas à pós-colheita de alface *in natura* são bastante escassas. A grande maioria dos trabalhos, que ainda assim são poucos, se refere ao produto minimamente processado, pelo fato de este possuir maior valor agregado e demanda crescente no mercado. No entanto, como a maior parte do consumo ainda é na forma *in natura*, o presente estudo visa à obtenção de mais informações a respeito da cultura da alface destinada a esta forma de consumo.

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade pós-colheita da cultura da alface cultivada sob as técnicas usuais de produção orgânica associadas ao plantio direto, utilizando-se diferentes plantas de cobertura e doses de torta de mamona, em comparação a um tratamento padrão com adubação mineral.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais e métodos gerais estão descritos no item 3 do capítulo 1 desta dissertação e tratam da instalação dos tratamentos e da condução do experimento de campo. O presente capítulo inicia-se no momento da colheita.

As alfaces foram colhidas e levadas ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, onde foram lavadas em água corrente e destinadas às análises. As plantas destinadas à avaliação de perda de massa pós-colheita foram retiradas das bordaduras das linhas laterais, portanto, sem contato direto com o tratamento ao lado. Todas as demais análises se referem às alfaces recém-colhidas, sendo utilizada para isso uma planta de cada subparcela, de onde foram extraídas as amostras.

A seguir, estão descritos os métodos para avaliação das características de qualidade pós-colheita da cultura da alface.

2.1 Perda de massa pós-colheita

As duas plantas das bordaduras laterais existentes no campo experimental foram colhidas e acondicionadas em sacos plásticos para alimentos, individualmente, e armazenadas sobre uma bancada de pedra em ambiente climatizado, à temperatura média de 22°C e umidade relativa média de 75%. As plantas foram pesadas no momento da colheita e depois de 48 horas de armazenamento, a fim de se determinar a perda de massa nesse período, expressa em porcentagem relativa ao peso fresco inicial.

2.2 Sólidos solúveis

Para a determinação do teor de sólidos solúveis foi utilizada parte de uma planta para cada subparcela. A aferição foi feita com a utilização de um

refratômetro digital, conforme as normas da Association of Official Agricultural Chemists-AOAC (1995), cujos resultados foram expressos em graus Brix.

2.3 pH

Para a determinação do pH, foram pesadas amostras de 10 g de uma planta de cada subparcela, que foram trituradas com 30 mL de água. Esse triturado foi filtrado e submetido à análise de pH por meio de um potenciômetro digital (pHmetro), conforme as normas da AOAC (1995).

2.4 Acidez titulável

A acidez titulável foi realizada tomando-se 5 mL do filtrado extraído de uma planta de cada subparcela, adicionados de 45mL de água destilada. Essa solução foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, utilizando-se fenolftaleína como indicador, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005). Os resultados desta análise foram expressos em porcentagem de ácido málico, visto que este é o ácido orgânico predominante na alface (Chitarra & Chitarra, 1990).

2.5 Coloração

Para as análises de coloração, foram extraídas seis amostras de uma planta de cada subparcela. A coloração das amostras foi determinada utilizando-se um colorímetro Minolta CR-400 no modo CIE L*, a* e b*, no qual o eixo *a* representa a cromaticidade entre as cores verde (-60,0) e vermelha (+60,0); o eixo *b*, entre o azul (-60,0) e o amarelo (+60,0) e o *L*, o brilho (0 = cor preta, 100 = cor branca).

2.6 Análise sensorial

No mesmo dia da colheita foi realizado um teste de aceitação (afetivo), utilizando-se escala hedônica estruturada mista de 9 pontos, em que 9 corresponde a gostei extremamente e 1 a desgostei extremamente, para avaliar a aceitação dos consumidores em relação à cor (aparência) e ao sabor das alfaces (Meilgaard, 1999). Como o número total de tratamentos era grande para este tipo de teste, num total de 30 (seis plantas de cobertura e cinco adubações), primeiramente testou-se a aceitação apenas para o fator planta de cobertura, sendo aqui denominado como primeiro teste. Neste caso, os efeitos de todas as plantas de cobertura foram comparados entre si, não havendo um padrão para comparação. Foram utilizadas plantas retiradas apenas da adubação orgânica correspondente à dose de 120 kg.ha^{-1} de nitrogênio, para cada planta de cobertura utilizada. Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA.

Após a realização desse primeiro teste e a seleção do tratamento com planta de cobertura mais aceito, foi realizada análise sensorial para avaliação da preferência entre as diferentes adubações, dentro da planta de cobertura já selecionada, sendo aqui denominado de segundo teste. Para tanto, foi realizado um teste de comparação múltipla (Meilgaard, 1999) para análise da preferência. Neste teste, cada provador recebeu uma amostra padrão (M120), codificada como “P” e as amostras codificadas com número de três dígitos. Foi solicitado a ele avaliar cada uma delas, comparando-as ao padrão, utilizando uma escala de magnitude de preferência, a qual variou de 1: muito menos preferida que o padrão a 5: preferência igual ao padrão e 9: muito mais preferida que o padrão.

Os estudos foram realizados seguindo um delineamento em blocos casualizados completos (cada provador constitui um bloco), com seis tratamentos para o caso das plantas de cobertura (primeiro teste) e cinco

tratamentos mais uma amostra padrão para o caso das adubações (segundo teste).

Do primeiro teste participaram 49 provadores, consumidores de alface e, do segundo teste, 43 provadores, que foram pessoas selecionadas aleatoriamente, constituídas, principalmente, por estudantes, servidores técnico-administrativos e docentes da UFLA.

2.6.1 Teste de aparência – preferência de cor

Para o teste de aparência em relação à cor das plantas de alface, foi colocada uma planta de cada fator de variação em questão sobre pratos identificados com números de três dígitos. Esses pratos foram dispostos lado a lado em uma bancada branca bem iluminada, para que os consumidores dessem notas para a cor de cada amostra, absoluta no primeiro teste e comparativa no segundo teste.

2.6.2 Teste de sabor

Para o teste de sabor, foram utilizadas três plantas úteis de cada fator de variação em questão que foram picadas, homogeneizadas e distribuídas em pequenas quantidades em potes plásticos para alimentos, identificados com números de três dígitos, para degustação pelos provadores.

No primeiro teste, avaliando-se o fator planta de cobertura, cada consumidor recebia uma bandeja contendo uma amostra de cada tratamento. No segundo teste, avaliando-se o fator adubação, havia, ainda, a amostra padrão. Junto com a bandeja seguia também uma ficha para cada consumidor atribuir uma nota a cada amostra, absoluta no primeiro teste, e comparativa no segundo teste. As amostras foram apresentadas aos consumidores seguindo a ordem balanceada de apresentação, ou seja, as amostras aparecem em igual número de vezes nas diferentes posições possíveis (Wakeling & Macfie, 1995).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para as características pós-colheita de perda de massa após 48 horas, sólidos solúveis, pH e acidez titulável são apresentadas na Tabela 24.

Não houve diferença significativa em relação às plantas de cobertura para nenhuma dessas características, enquanto que, em relação a adubações, só foi observada diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste F, para a característica perda de massa após 48 horas (Tabela 24).

TABELA 24 Resumo da análise de variância dos dados de características pós-colheita perda de massa após 48h (PM48), sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT) da alface.

F.V.	G.L.	Quadrados médios			
		PM48 (%)	SS (° Brix)	pH	AT (%)
Blocos	3	290,720 ^{NS}	0,8692**	0,4342**	0,00057**
PC	5	153,192 ^{NS}	0,0173 ^{NS}	0,0028 ^{NS}	0,00005 ^{NS}
Erro 1	15	109,537	0,0088	0,0100	0,00009
AD	4	187,791*	0,0218 ^{NS}	0,0114 ^{NS}	0,00009 ^{NS}
AD*PC	20	52,057 ^{NS}	0,0158 ^{NS}	0,0137*	0,00004 ^{NS}
Erro 2	72	64,525	0,0125	0,0075	0,00004
CV 1 (%)		58,25	12,01	1,66	16,78
CV 2 (%)		44,71	14,25	1,44	11,67
Média geral		17,97	0,783	6,03	0,056

** , * , ^{NS}. Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, e não significativo, respectivamente, pelo teste F. PC = plantas de cobertura; AD = adubações.

Houve interação significativa entre plantas de cobertura e adubações, pelo teste F, a 5% de probabilidade, apenas para o pH (Tabela 24) que, porém, foi desconsiderada por ser um valor baixo e por não haver influências significativas dos fatores de variação individualmente.

3.1 Perda de massa pós-colheita

A perda de massa 48 horas após a colheita variou significativamente, pelo teste F, a 5% de probabilidade, em relação ao fator adubação (Tabela 24).

Os valores médios encontrados, em porcentagem relativa à massa fresca inicial (no ato da colheita), foram 22,16%, 19,38%, 16,93%, 15,98% e 15,38%, para as adubações orgânica sem nitrogênio, mineral e orgânica, nas doses de 240, 60 e 120 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente; M120 e 0 não diferiram significativamente entre si, mostrando-se superiores a todos os demais que, por sua vez, também não diferiram entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os vegetais podem se tornar impróprios para consumo ao perderem de 3% a 10% do seu peso fresco; a porcentagem exata depende da estrutura do vegetal. Geralmente, se expressa que quando a perda de peso atinge 5%, já existem sinais de deterioração (Salunkhe & Desai, 1984; Chitarra & Chitarra, 1990).

Apesar das diferenças na perda de massa em relação às adubações, todas as amostras se encontravam impróprias para consumo após as 48 horas, uma vez que mesmo a menor das perdas, correspondente a 15,38% em relação ao peso fresco inicial, já pode ser considerada alta.

As grandes perdas de massa observadas, possivelmente, se devem às condições de armazenamento, inadequadas para alface. O período de armazenamento depende, sobretudo, da atividade respiratória do produto, susceptibilidade à perda de umidade e resistência aos microrganismos causadores de doenças (Chitarra & Chitarra, 1990). Considera-se como tempo de armazenamento máximo para alface-folha, a uma temperatura de 0°C e umidade relativa do ar inferior a 95%, um dia apenas (Salunkhe & Desai, 1984).

Sob condições de armazenamento refrigerado à temperatura de 4°C e 80% de umidade relativa do ar, Mello et al. (2003) observaram que a alface

americana minimamente processada, cultivada sob sistema orgânico, apresentou vida de prateleira sensivelmente maior que a convencional.

3.2 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis não sofreu influência de nenhum dos fatores de variação, apresentando valor médio de 0,783°Brix (Tabela 24). Esse resultado mostra que nem as diferentes plantas de cobertura e nem as dosagens de nitrogênio utilizadas neste experimento, bem como a adubação mineral *versus* a adubação orgânica, influenciaram no teor de sólidos solúveis da alface.

3.3 pH

O pH não sofreu influência de nenhum dos fatores de variação, apresentando valor médio de 6,03 (Tabela 24). Esse resultado mostra que nem as diferentes plantas de cobertura e nem as dosagens de nitrogênio utilizadas neste experimento, bem como a adubação mineral *versus* a adubação orgânica, influenciaram no pH da alface.

Observa-se, pelos dados da Tabela 24, que houve interação significativa entre plantas de cobertura e adubações, para o pH. Porém, como a diferença de valor observada é muito pequena e não houve diferenças significativas para cada fator de variação individualmente, esta interação foi desconsiderada, podendo ainda ser atribuída às possíveis variações nas leituras durante os testes.

3.4 Acidez titulável

A acidez titulável, medida pelo teor de ácido málico, não sofreu influência de nenhum dos fatores de variação, apresentando valor médio de 0,056% (Tabela 24). Esse resultado mostra que nem as diferentes plantas de cobertura e nem as dosagens de nitrogênio utilizadas neste experimento, bem

como a adubação mineral *versus* a adubação orgânica, influenciaram na acidez titulável da alface.

3.5 Coloração

Os resumos das análises de variância para as características de coloração (L = preto ao branco, a = verde ao vermelho, b = azul ao amarelo) são apresentados na Tabela 25.

A coloração não sofreu influência de nenhum dos fatores de variação, apresentando valores médios de 57,30, -16,93 e 30,82, para L , a e b , respectivamente (Tabela 25). Esses resultados mostram que nem as diferentes plantas de cobertura e nem as dosagens de nitrogênio utilizadas neste experimento, bem como a adubação mineral *versus* a adubação orgânica, influenciaram na coloração da alface.

TABELA 25 Resumo da análise de variância das características de coloração (L , a , b) da alface.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		L	a	b
Blocos	3	3,7106 ^{NS}	0,9519 ^{NS}	22,2038*
PC	5	5,9836 ^{NS}	1,3420 ^{NS}	8,5606 ^{NS}
Erro 1	15	4,3018	1,2945	6,2812
AD	4	10,0162 ^{NS}	1,1006 ^{NS}	7,6955 ^{NS}
AD*PC	20	3,2306 ^{NS}	1,3247 ^{NS}	4,0462 ^{NS}
Erro 2	72	5,4198	1,9755	7,6567
CV 1 (%)		3,62	6,72	8,13
CV 2 (%)		4,06	8,30	8,98
Média geral		57,30	-16,93	30,82

*, ^{NS}. Significativo, a 5% de probabilidade, e não significativo, respectivamente, pelo teste F. PC = plantas de cobertura; AD = adubações.

3.6 Análise sensorial

3.6.1 Teste para planta de cobertura

Os resumos das análises de variância para as características sabor e cor da alface em relação às plantas de cobertura são apresentadas na Tabela 26.

Não houve diferença significativa entre as amostras para a característica sabor, porém, houve diferença significativa, a 1% de probabilidade, pelo teste F, para a característica cor (Tabela 26).

Em relação ao sabor, a nota média atribuída pelos provadores foi igual a 5,86. Observa-se que esta é uma nota relativamente baixa, uma vez que a escala utilizada variava de 1 a 9, situando-se entre as avaliações “nem gostei/nem desgostei” (nota 5) e “gostei ligeiramente” (nota 6).

TABELA 26 Resumo da análise de variância dos dados de análise sensorial da alface em relação à variável planta de cobertura.

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		Sabor	Cor
Prorador	48	7,7083**	4,3953**
Amostra	5	1,4531 ^{NS}	21,5482**
Erro	240	2,7864	1,8080
CV (%)		28,5	20,38
Média geral		5,86	6,60

**, ^{NS}: Significativo, a 1% de probabilidade, e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Alguns provadores relataram também a presença de sabor amargo na alface, o que ocorre devido ao início da fase reprodutiva, ou pendoamento, da cultura, caracterizada pela produção de látex, reduzindo seu valor comercial (Maluf, 1996; Filgueira, 2003). O início do pendoamento ocorreu devido ao atraso no ciclo da alface, que é considerado de 40 a 60 dias para a cultivar Verônica, mas que foi colhida somente aos 73 dias após a semeadura devido ao lento desenvolvimento das mudas. A presença deste sabor amargo poderia ter influenciado a não observação de diferenças mais sutis no sabor entre os tratamentos. No entanto, uma vez que o teor de sólidos solúveis influencia diretamente no sabor dos alimentos (Chitarra & Chitarra, 1990), seria esperado não se observarem diferenças em relação a essa característica da alface, o que efetivamente ocorreu.

Como no teste de avaliação laboratorial da coloração da alface não foram observadas diferenças significativas em relação às plantas de cobertura, seria esperado não haver diferenças também na cor analisada sensorialmente, o que não ocorreu (Tabela 27).

TABELA 27 Notas médias atribuídas para a cor das plantas de alface em relação às plantas de cobertura.

Planta de cobertura	Nota para cor
Feijão-de-porco	7,636 a
Vegetação espontânea	6,755 b
Mucuna-preta	6,694 b
Crotalária júncea	6,531 b
Feijão-guandu	6,408 b
Milheto	5,571 c

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Uma explicação para a discrepância entre os dados das análises laboratorial e sensorial para a cor da alface pode estar na metodologia utilizada para sua avaliação na análise sensorial, que foi a observação de apenas uma planta para cada tratamento. Dessa forma, as diferenças nas notas atribuídas a essa característica estão sujeitas a variações de cor entre plantas, cuja ocorrência é natural e esperada, devido a fatores não controláveis em experimentos de campo. As notas médias atribuídas para a característica cor das plantas de alface são apresentadas na Tabela 27.

Assim, sugere-se que, para futuros experimentos nos quais se deseje avaliar a aparência em relação à cor de alface por análise sensorial, seja utilizado um maior número de plantas.

3.6.2 Teste para adubação

Os resumos das análises de variância para as características sabor e cor da alface em relação às adubações encontram-se na Tabela 28.

Não houve diferença significativa entre as amostras para a característica sabor, porém, houve diferença significativa, a 1% de probabilidade, pelo teste F, para a característica cor (Tabela 28).

Em relação ao sabor, a nota média atribuída pelos provadores foi igual a 5,03. Observa-se que esta é também uma nota baixa, menor ainda que a apresentada no item 3.6.1, no qual também apresentou-se a explicação para tal fato.

TABELA 28 Resumo da análise de variância dos dados de análise sensorial da alface em relação à variável adubação.

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		Sabor	Cor
Provedor	42	8,0089**	4,8270**
Amostra	4	5,1233 ^{NS}	7,3907**
Erro	168	3,1066	1,0574
CV (%)		35,02	17,59
Média geral		5,03	5,85

**, ^{NS}. Significativo, a 1% de probabilidade, e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

As notas médias atribuídas para a cor das plantas de alface em relação às adubações são apresentadas na Tabela 29.

TABELA 29 Notas médias atribuídas para a cor das plantas de alface em relação às adubações.

Adubação	Nota para cor
60 - orgânica, 60 kg.ha ⁻¹ N	6,512*
240 - orgânica, 240 kg.ha ⁻¹ N	5,907
120 - orgânica, 120 kg.ha ⁻¹ N	5,814
M120 - mineral, 120 kg.ha ⁻¹ N = padrão	5,512
0 - orgânica, 0 kg.ha ⁻¹ N	5,488

Valores seguidos por * diferem do padrão (M120), de acordo com o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Comparando-se os efeitos das doses das adubações orgânicas, a nota atribuída em relação à adubação 60 foi a maior, sendo a única que proporcionou diferença significativa em relação ao padrão, pelo teste de Dunnett, a 5% de

probabilidade. Porém, a adubação mineral proporcionou resultados iguais à adubação orgânica na mesma dose de N (120 kg.ha^{-1}), demonstrando que as diferenças não devem se relacionar à fonte, mas sim à dose de nitrogênio. No entanto, Mello et al. (2003) observaram sensível superioridade em análise sensorial para alface americana minimamente processada produzida no sistema orgânico em relação à convencional.

Conforme discutido no capítulo 3.6.1, pelo fato de não terem sido observadas diferenças no teor de sólidos solúveis e nem nas análises de coloração, seria esperado não serem encontradas diferenças nem na cor analisada sensorialmente e nem no sabor da alface. Para o sabor, isso foi efetivamente observado. Porém, para a cor, houve diferenças, provavelmente, devido ao motivo já discutido no mesmo capítulo, relacionado à metodologia de avaliação da característica.

4 CONCLUSÕES

A perda de massa após 48 horas sem refrigeração é mais severa para as adubações mineral e orgânica sem nitrogênio, e mais branda para a dose de 120 kg.ha⁻¹ de N em adubação orgânica.

Na preferência dos provadores, a planta de cobertura feijão-de-porco e a adubação orgânica com 60 kg.ha⁻¹ de N, separadamente, resultam em melhores colorações da alface.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Agra FNP Pesquisas, 2006. 334p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington, DC, 1995. 1018p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.323**, de 27 de dezembro de 2007. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.portalagricultura.com.br/Paginas/Agricolas/visDetalhes.aspx?ch_to p=21&ch_agricola=157>. Acesso em: 10 set. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 64**, de 18 de dezembro de 2008. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.portalagricultura.com.br/Paginas/Agricolas/visDetalhes.aspx?ch_to p=21&ch_agricola=157>. Acesso em: 10 fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 412p.

MALUF, W.R. **Produção de hortaliças I**. Lavras: ESAL, 1996. 58p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3.ed. London: CRC, 1999. 387p.

MEIRELLES, J.C.S. **Classificação de alface**. São Paulo: Horti & Fruti, 1998. Não paginado. Folder.

MELLO, J.C.; DIETRICH, R.; MEINERT, E.M.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E.R. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.418-426, jun. 2003.

MIGUEL, F.B.; ESPERANCINI, M.S.T.; OJIMA, A.L.R.O.; BÁRBARO, I.M.; TICELLI, M. Análise de rentabilidade das culturas de alface e cenoura em sistema orgânico de produção no município de Bebedouro, Estado de São Paulo, 2006. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.38, n.5, p.51-58, maio 2008.

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of vegetables**. Boca Raton: CRC, 1984. v.1, 208p.

WAKELING, I.N.; MACFIE, J.H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from to may be tested. **Food Quality and Preference**, Oxford, v.6, n.4, p.299-308, Dec. 1995.

YURI, J.E.; MOTA, J.; SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C. **Alface americana**: cultivo comercial. Lavras: UFLA, 2002. 49p. (Texto acadêmico, 13).

ANEXOS

Anexo A

TABELA 1A	Ficha de avaliação sensorial para sabor de alface no primeiro teste, referente à variável planta de cobertura.	98
TABELA 2A	Ficha de avaliação sensorial para cor de alface no primeiro teste, referente à variável planta de cobertura.	99
TABELA 3A	Ficha de avaliação sensorial para sabor de alface no segundo teste, referente à variável adubação.	100
TABELA 4A	Ficha de avaliação sensorial para cor de alface no segundo teste, referente à variável adubação.	101

TABELA 1A Ficha de avaliação sensorial para sabor de alface no primeiro teste, referente à variável planta de cobertura.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL		
Nome:	Data:	
Avalie as amostras da esquerda para a direita e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada uma delas em relação ao sabor.		
9 – Gostei extremamente	Nº amostra	Nota do sabor
8 – Gostei muito		
7 – Gostei moderadamente	_____	_____
6 – Gostei ligeiramente	_____	_____
5 – Nem gostei/nem desgostei	_____	_____
4 – Desgostei ligeiramente	_____	_____
3 – Desgostei moderadamente	_____	_____
2 – Desgostei muito	_____	_____
1 – Desgostei extremamente		
Comentários: _____		

TABELA 2A Ficha de avaliação sensorial para cor de alface no primeiro teste, referente à variável planta de cobertura.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL		
Nome:	Data:	
Avalie as amostras da esquerda para a direita e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada uma delas em relação à cor.		
9 – Gostei extremamente	N° amostra	Nota da cor
8 – Gostei muito		
7 – Gostei moderadamente	_____	_____
6 – Gostei ligeiramente	_____	_____
5 – Nem gostei/nem desgostei	_____	_____
4 – Desgostei ligeiramente	_____	_____
3 – Desgostei moderadamente	_____	_____
2 – Desgostei muito	_____	_____
1 – Desgostei extremamente		
Comentários: _____		

TABELA 3A Ficha de avaliação sensorial para sabor de alface no segundo teste, referente à variável adubação.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL		
Nome:	Data:	
<p>Avalie as amostras numeradas da esquerda para a direita e indique, utilizando a escala abaixo, a preferência de cada uma delas comparando à amostra padrão, em relação ao sabor.</p>		
9 – Extremamente mais preferida que o padrão	Nº amostra	Nota do sabor
8 – Muito mais preferida que o padrão		
7 – Moderadamente mais preferida que o padrão	_____	_____
6 – Ligeiramente mais preferida que o padrão	_____	_____
5 – Igual ao padrão	_____	_____
4 – Ligeiramente menos preferida que o padrão	_____	_____
3 – Moderadamente menos preferida que o padrão	_____	_____
2 – Muito menos preferida que o padrão		
1 – Extremamente menos preferida que o padrão		
Comentários: _____		

TABELA 4A Ficha de avaliação sensorial para cor de alface no segundo teste, referente à variável adubação.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL		
Nome:	Data:	
<p>Avalie as amostras numeradas da esquerda para a direita e indique, utilizando a escala abaixo, a preferência de cada uma delas comparando à amostra padrão, em relação à cor.</p>		
9 – Extremamente mais preferida que o padrão	N° amostra	Nota da cor
8 – Muito mais preferida que o padrão		
7 – Moderadamente mais preferida que o padrão	_____	_____
6 – Ligeiramente mais preferida que o padrão	_____	_____
5 – Igual ao padrão	_____	_____
4 – Ligeiramente menos preferida que o padrão	_____	_____
3 – Moderadamente menos preferida que o padrão	_____	_____
2 – Muito menos preferida que o padrão		
1 – Extremamente menos preferida que o padrão		
Comentários: _____		