

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO A PROFUNDIDADE
DE DEPOSIÇÃO DE ADUBO E DE CULTURAS DE
COBERTURA EM SOLO DE CERRADO**

Paulo Vitorio Biulchi

Licenciado em Ciências Agrícolas

2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO MESQUITA
FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO A PROFUNDIDADE
DE DEPOSIÇÃO DE ADUBO E DE CULTURAS DE
COBERTURA EM SOLO DE CERRADO**

Paulo Vitorio Biulchi

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

Novembro de 2012

BIULCHI, Paulo Vitorio
B624r Resposta da Cultura do Milho a Profundidade de Deposição de Adubo e de Culturas de Cobertura em Solo de Cerrado. / Paulo Vitorio Biulchi. -- Jaboticabal, 2012
xv, 63 f. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

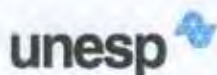
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani

Banca examinadora: Othon Carlos da Cruz, Antonio Carlos Barreto, Rouverson Pereira da Silva, Joao Antonio Galbiatti
Bibliografia

1. Plantas de Cobertura. 2. Plantio Direto. 3. Profundidade de Deposição de Adubo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.452:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

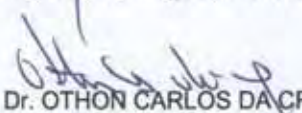
TÍTULO: RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO A PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DE ADUBO E DE CULTURAS DE COBERTURA EM SOLO DE CERRADO

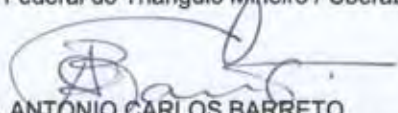
AUTOR: PAULO VITÓRIO BIULCHI

ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. OTHON CARLOS DA CRUZ
Instituto Federal do Triângulo Mineiro / Uberaba/MG


Prof. Dr. ANTÔNIO CARLOS BARRETO
Instituto Federal do Triângulo Mineiro / Uberaba/MG


Prof. Dr. ROVERSON PEREIRA DA SILVA
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. JOAO ANTONIO GALBIATTI
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 28 de novembro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PAULO VITORIO BIULCHI - nascido em 29 de janeiro de 1955, natural de Passo Fundo RS, filho de NELSON BIULCHI e TERESINHA DA SILVA BIULCHI. Coursou o primário na Escola Municipal Jorge Manfrói no distrito de Mato Castelhanos, município de Passo Fundo RS, o ginásio (1ª e 2ª séries) no Patronato Agrícola Desidério Finamor município de Lagoa Vermelha RS, 3ª e 4ª séries do ginásio e o curso Técnico Agrícola no Colégio Agrícola de Sertão RS, depois Escola Agrotécnica Federal de Sertão RS, atual Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão RS. Graduou-se em Licenciatura em disciplinas especializadas do ensino de 2º Grau – Técnicas Agropecuárias pela Universidade Federal de Santa Maria RS. Especialização em Sementes. Associação Brasileira de Ensino Agrícola Superior – ABEAS. Brasília, DF. Especialização em Metodologia e a Didática do Ensino. Faculdades Claretianas. Batatais, SP. Mestrado em Ciências - Área de concentração – Educação Agrícola. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Brasil. Seropédica – RJ. Título: A Educação Agrícola no Sistema Escola Fazenda e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Uma análise crítica da disciplina de Mecanização Agrícola – 2005. Doutorando em Agronomia (Ciências do Solo). Universidade Estadual Paulista, Campus Jaboticabal – Jaboticabal São Paulo. – 2012.

Ingressou na carreira profissional de professor através de concurso público em 1º de março de 1976 na Escola Agrotécnica Federal de Sertão RS, tendo então se transferido para a Escola Agrotécnica Federal de Uberaba MG, atual Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, IFTM - Campus Uberaba.

“É um paradoxo a Terra se mover ao redor do Sol e a água ser constituída por dois gases altamente inflamáveis. A verdade científica é sempre um paradoxo, se julgada pela experiência cotidiana que se agarra à aparência efêmera das coisas”.

Karl Marx

AGRADEÇO

À SANTÍSSIMA TRINDADE, que é Pai, Filho e Espírito Santo.

A minha eterna namorada e esposa Denise,

Aos meus filhos Douglas e Ana Paula,

Aos meus pais Nelson (*in memoria*) e Teresinha,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

“Cada sonho que você deixa para trás é um pedaço do seu futuro que deixa de existir”

(Steve Jobs)

Antes de tudo agradecendo a Deus. Ele esteve sempre ao meu lado durante esta caminhada, muitas vezes o caminho tornou-se tortuoso e pensei em desistir. Porém, ele me deu duas características que estão inseridas em minha alma: persistência e determinação! Contudo, não teria chegado até aqui sem a ajuda de alguns anjos que Ele me enviou, a saber:

Minha esposa Denise e a meus filhos Douglas e Ana Paula pelo apoio incondicional.

Meu orientador Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani pelo apoio, liberdade de ação na condução dos trabalhos, sugestões, amizade, confiança e convivência.

Coordenadores do projeto DINTER Prof. Dr. João Antonio Galbiatti (FCAV/UNESP) e Prof^a. Dr^a. Sueli Ciabotti (IFTM), pela presteza, consideração e conselhos.

Professores da FCAV/UNESP - Jaboticabal, Prof. Dr. João Antonio Galbiatti, Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Prof^a. Dr^a. Tereza Cristina Tarlé Pissara, Prof. Dr. Marcílio Vieira Martins Filho, Prof. Dr. José Carlos Barbosa, Prof. Dr. José Eduardo P. Turco, Prof. Dr. Manoel Evaristo Martins Filho, pela amizade, sugestões e ensinamentos proferidos;

Colegas do projeto DINTER/IFTM Campus Uberaba e Uberlândia, pela compreensão, paciência e incentivo.

Colegas e amigos do IFTM – Campus Uberaba: Prof^a. Dr^a. Sueli Ciabotti, Prof. Dr. Antônio Carlos Barreto, Prof. Dr. Othon Carlos da Cruz, Prof. Dr. Olegário

Pinheiro de Souza, Prof^a. Dr^a. Maria Amélia Campos Pinheiro, Prof^a. Dr^a. Vera Abdala, Prof^a. Dr^a Sandra Gardellari, Engenheiro Agrônomo Mauro Ferreira Machado, Técnico Agrícola Francisco Fransui Andrade, operador de máquinas agrícolas Luiz César de Oliveira, mecânico Sebastião Augusto Palhares, pelo apoio, orientações, colaboração e principalmente por acreditarem no trabalho.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e que ficaram no anonimato, meus sinceros agradecimentos.

Divido com todos vocês mais uma etapa de minha vida.

Deus abençoe a todos!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
SIGLAS.....	xiii
RESUMO NA LÍNGUA VERNÁCULA.....	xiv
RESUMO NA LÍNGUA ESTRANGEIRA	xv
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Cultura do milho.....	19
2.2 Sistema Plantio Direto (SPD)	23
2.3 Profundidade de deposição do adubo	26
2.4 Culturas de cobertura do solo.....	27
2.4.1 Nabo forrageiro.....	29
2.4.2 Crotalária.....	31
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Caracterização da área experimental.....	33
3.1.1 Área útil de cada tratamento do experimento	34
3.2 Características do Solo.....	34
3.3 Dados climatológicos observados durante o experimento.....	34
3.4 Condução do Experimento.....	35
3.4.1 Preparo do solo para cultura de cobertura.....	35
3.4.2 Manejo das plantas de cobertura.....	36
3.4.3 Implantação da cultura do milho	37
3.4.4 Profundidade de deposição do adubo	37
3.4.5 Adubação de cobertura	39
3.5 Variáveis analisadas no experimento.....	39
3.5.1 Massa seca inicial	39
3.5.2 Estandes final de plantas.....	39
3.5.3 Diâmetro do colmo	40
3.5.4 Altura de inserção da espiga	40

3.5.5	Produtividade	40
3.6	Análise estatística dos dados.....	41
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1	Avaliações do primeiro ano do experimento	42
4.2	Segundo ano experimental.....	45
4.3	Comparativo das duas safras.....	47
5.	CONCLUSÕES.....	53
6.	REFERÊNCIAS.....	54

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1.	Dados comparativos da produtividade (1 ^a e 2 ^a safras) de milho na região sudeste para os anos 2010/2011 e 2011/2012	21
Tabela 2.	Características químicas do solo da área experimental	34
Tabela 3.	Síntese da análise de variância do primeiro ano do experimento.....	42
Tabela 4.	Teste de média para as variáveis: massa seca inicial, população, altura de inserção da espiga e produtividade nas culturas de cobertura para o primeiro ano do experimento.....	43
Tabela 5.	Teste de média da altura de inserção da espiga em função das profundidades de deposição do adubo (5, 10 e 15 cm) no primeiro ano.....	44
Tabela 6.	Síntese da análise de variância para o segundo ano do experimento	45
Tabela 7.	Teste de média para massa seca inicial em função das plantas de cobertura para o segundo ano do experimento.....	45
Tabela 8.	Teste de média para altura de inserção da espiga em função da profundidade de deposição do adubo para o segundo ano do experimento	46
Tabela 9.	Síntese da análise de variância para o primeiro e segundo ano do experimento	47
Tabela 10.	Teste de média para altura de inserção da espiga em função das plantas de cobertura versus profundidade de deposição do adubo no primeiro e segundo ano do experimento.....	48
Tabela 11.	Teste de médias para produtividade do milho em função das culturas de cobertura no primeiro e segundo ano de desenvolvimento do experimento.....	48
Tabela 12.	Teste de média para altura de inserção da espiga em função das plantas de cobertura no primeiro e segundo ano de desenvolvimento do experimento.....	51
Tabela 13.	Teste de média para altura de inserção da espiga em função da profundidade de deposição do adubo para o primeiro e segundo ano do experimento	51

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1 -	Evolução da área plantada e produção de cereais, leguminosas e oleaginosas de 1980 a 2010.....	19
Figura 2 -	Distribuição dos tratamentos na área experimental	33
Figura 3 -	Estação meteorológica automatizada da marca Davis Instruments. Unidade de memória central ("data logger")	35
Figura 4 -	Aferição da profundidade de deposição do adubo por ocasião do plantio do milho	38
Figura 5 -	Aferição da profundidade de deposição do adubo	38
Figura 6 -	Precipitação/temperatura média mensal out. 2010 a mar. 2011. Fonte – Estação automatizada unidade I - Campus Uberaba - IFTM	50
Figura 7 -	Precipitação/temperatura média mensal out. 2011 a mar. 2012. Fonte – Estação automatizada unidade I - Campus Uberaba - IFTM	50

SIGLAS

A	Ano
AIE	Altura de Inserção da Espiga
C	Cultura
C/N	Relação Carbono/Nitrogênio
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Cr	Crotalária
CV	Cavalo Vapor
Cv	Coefficiente de variação
DKB	Dekalb
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
FBPDP	Federação Brasileira Plantio Direto na Palha
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFTM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro.
Kw	Quilowatt
MSI	Massa Seca Inicial
N	Nitrogênio
Na	Nabo
P	Profundidade
Prod	Produtividade
RPM	Rotações por Minuto
SPD	Sistema Plantio Direto
TDA	Tração Dianteira Auxiliar
TDP	Tomada de Potência

RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO A PROFUNDIDADE DE DEPOSIÇÃO DE ADUBO E DE CULTURAS DE COBERTURA EM SOLO DE CERRADO

RESUMO – O objetivo buscado neste trabalho foi analisar, em duas safras, a produtividade da cultura do milho em função da cultura antecessora e profundidade de deposição do adubo, sob condição de solo de Cerrado na região de Uberaba/MG. O experimento foi conduzido, nas safras de 2010-2011 e 2011-2012, em área do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba-MG, no município de Uberaba/MG. Avaliou-se o desenvolvimento de um híbrido de milho (DKB 175 VTPRO), em função de duas culturas de cobertura crotalária (*Crotalaria spectabilis* L.) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.), com a cultura do milho semeada a 5 cm de profundidade e deposição de adubo em três profundidades (5, 10 e 15 cm). O experimento utilizou esquema fatorial (2 x 3) em blocos inteiramente casualizados, combinadas três profundidades de deposição de adubo e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Os resultados evidenciam que a cobertura de solo em área de cerrado interfere positivamente na produtividade. A crotalária foi mais eficiente em termos de cobertura de solo, população de plantas por ha⁻¹, altura de inserção da espiga e produtividade. A profundidade de deposição de adubo indicada para solo de Cerrado na região de Uberaba é 5 cm.

Palavras-chave: plantas de cobertura, plantio direto, profundidade de deposição de adubo e produtividade.

CORN CULTURE RESPONSE TO DEPTH OF FERTILIZER DEPOSITION AND COVER CROPS IN CERRADO

ABSTRACT – This study had the objective to analyze, in two crops, the productivity of maize as a function of preceding crops and depth of fertilizer deposition, provided *Cerrado* soil in *Uberaba/MG*. The experiment was conducted in the years 2010-2011 and 2011-2012, in the area of the Federal Institute of Education, Science and Technology at *Triangulo Mineiro, Uberaba-MG Brazil*. We evaluated the development of a transgenic corn hybrid (DKB VTPRO 175), according to two coverage crotalaria crops (*Crotalaria spectabilis L.*) and forage radish (*Raphanus sativus L.*) with corn crop seeded at 5 cm depth and depositing fertilizer into three depths (05, 10 and 15 cm). The experiment used a factorial (2 x 3) in completely randomized blocks, being three combined depths of fertilizer deposition, and four replications, totaling 24. The results show that the ground cover in cerrado positively interferes on productivity. The crotalaria was more efficient in terms of ground cover, plant population per ha⁻¹, insertion height of the spike and productivity. The depth of deposition of fertilizer suitable for soil *Cerrado* in the region of *Uberaba* is 5 cm.

Keywords: Coverage plants; direct planting; depth of fertilizer deposition; productivity

1. INTRODUÇÃO

Minas Gerais possui 308.000 Km² de cerrados que representam 53% da área total de Minas Gerais e 17% do Cerrado do Brasil. O número de estabelecimentos rurais é de 523.535 sendo 84% agricultores familiares com área inferior a 100 hectares (IBGE, 2006).

O Estado de Minas Gerais, especialmente a região do Triângulo Mineiro, caracteriza-se pela predominância de solos de Cerrado e em virtude da topografia favorável, o torna viável a mecanização, a exploração agrícola sendo desenvolvida por empresários rurais de médio e grande porte, onde predomina o uso intensivo de tecnologia de ponta.

O município de Uberaba caracteriza-se pela chamada agricultura familiar onde aproximadamente 94% da população do município é considerada urbana e apenas aproximadamente 6%, da população do município vivem no meio rural, sendo que aproximadamente 75% das propriedades rurais tem área de até 100 ha⁻¹ (UBERABA EM DADOS, 2007).

. Estes dados reforçam a necessidade de desenvolvimento de pesquisas com o objetivo de atender está faixa de produtores com tecnologias que lhes proporcionem condições de otimizar o uso do potencial produtivo de sua propriedade.

A região conta com boa infra-estrutura de armazenamento, de beneficiamento e com boas rodovias tanto estadual quanto federal, o que a torna uma das principais e a mais dinâmica região agrícola do Estado de Minas Gerais, possuindo grande potencial produtivo tanto para a pecuária quanto para a produção de grãos, notadamente o milho e a soja.

A cultura do milho tem alto potencial produtivo, alcançando 10 t ha⁻¹ de grãos, no Brasil, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas. No entanto, o que se observa na prática são produtividades muito baixas e irregulares. A produtividade média brasileira de milho de primeira safra (2011-2012) foi de 4,4 toneladas ha⁻¹, (CONAB - Levantamento: Junho/2012).

De acordo com Silva et al. (2004), a baixa produtividade esta relacionada a não adequação de vários fatores como a fertilidade do solo, densidade de plantas,

arranjo de plantas, escolha de cultivares adaptada a cada condição de manejo, clima e práticas culturais.

Na semeadura mecanizada diversos fatores interferem no estabelecimento do estande de plantas e, com frequência, na produtividade da cultura, destacando entre eles a velocidade de operação da máquina no campo, a profundidade de deposição do adubo no solo e a cobertura existente sobre o mesmo.

A partir da década de 80, com a introdução do Sistema Plantio Direto (SPD) consolidou-se como uma tecnologia conservacionista largamente aceita entre os agricultores, podendo ser o mesmo adaptado a diferentes regiões e aos níveis tecnológicos, do grande ao pequeno agricultor inclusive o que usa a tração animal.

O uso de leguminosas, como plantas de cobertura proporciona cobertura do solo evitando o seu aquecimento, controle de erosão, equilíbrio biológico, conservação da umidade no solo, incorporação de nitrogênio ao sistema, através da fixação biológica do nitrogênio (N) atmosférico, diferentemente das gramíneas como brachiária, sorgo e outras que embora produzam bons volumes de matéria seca, não tem a capacidade da fixação de N (FORMENTINI, 2008).

Regionalmente dentre as culturas de cobertura do solo antecedendo o plantio direto, o nabo forrageiro e a crotalária estão entre as mais utilizadas devido sua rusticidade e melhor adaptação as condições de solo de Cerrado (TORRES, 2003).

O estabelecimento de culturas de cobertura para formação e manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, principalmente nas regiões de Cerrado, tem encontrado alguns obstáculos, pois as condições climáticas nestas regiões favorecem a decomposição rápida destes resíduos vegetais.

À luz dos aspectos já colocados e, considerando que a maioria dos agricultores do município de Uberaba, (aproximadamente 75%) estão enquadrados como pequenos e mini produtores com propriedades cuja área é inferior a 100 ha^{-1} , necessitando de apoio com pesquisas, na área de plantio direto, possíveis de serem aplicadas em suas propriedades, justifica-se este trabalho. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar em duas safras, o desempenho agrônômico da cultura do milho, no que diz respeito ao uso de duas culturas para produção de massa seca para cobertura do solo e três profundidade de deposição de adubo,

além dos aspectos população de plantas, diâmetro do colmo, altura de inserção da espiga e produtividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Milho

O milho tem relevante papel socioeconômico, sendo matéria prima indispensável e impulsionadora de diversos complexos agroindustriais em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional. Constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Utilizado tanto na alimentação humana quanto animal (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as três principais culturas, que somadas representam 90,6% da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas são o arroz, o milho e a soja, que respondem por 82,3% da área colhida. No que se refere à produção, o arroz, o milho e a soja mostram, nessa ordem, acréscimos de 19,0%, 0,3% e 9,2%. A Figura 1 apresenta a evolução da produção e da área plantada de grãos no Brasil, cereais, leguminosas e oleaginosas no Brasil, no período de 1980 a 2010.

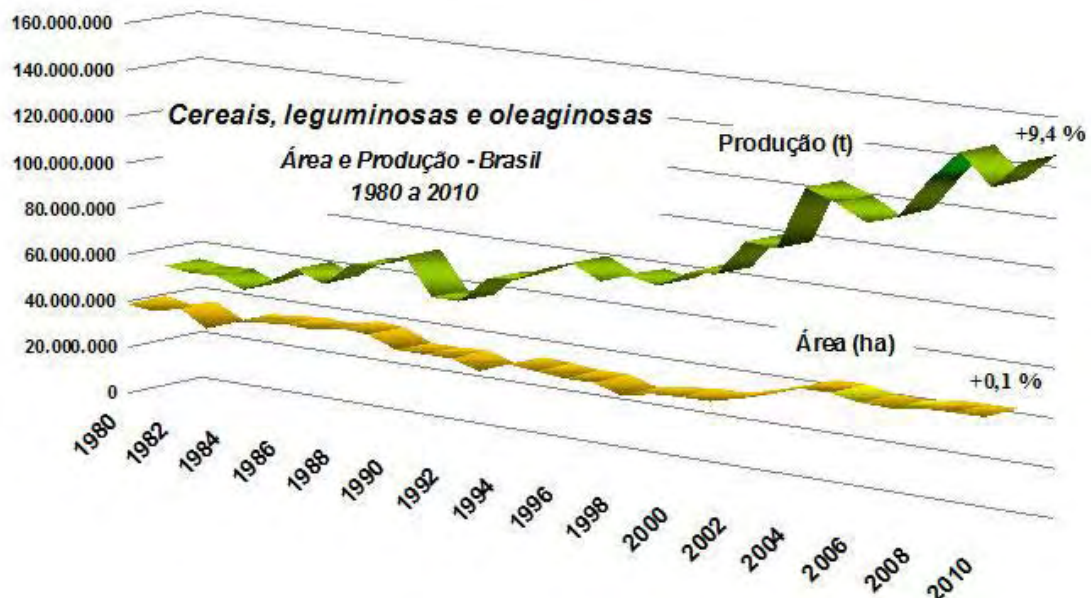


Figura 1. Evolução da área plantada e produção de cereais, leguminosas e oleaginosas de 1980 a 2010.

Entre as Grandes Regiões, esse volume da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas apresenta a seguinte distribuição: Região Sul, 67,1 milhões de toneladas; Centro-Oeste, 56,0 milhões de toneladas; Sudeste, 17,4 milhões de toneladas; Nordeste, 14,6 milhões de toneladas e Norte, 4,3 milhões de toneladas. Comparativamente à safra passada, (2009/2010), são constatados incrementos em todas as Regiões: Norte, 7,9%, Nordeste, 24,3%, Sudeste, 1,9%, Sul, 4,6% e Centro-Oeste, 6,7% (IBGE, 2011).

O mais recente levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento CONAB, (2012) demonstra a área plantada nesta safra, estimada em 51,05 milhões de hectares, o que significa 2,4% maior que a cultivada em 2010/11, passando de 49,87 para 51,05 milhões de hectares. A pesquisa realizada na segunda quinzena de maio (2012) contempla as culturas de verão, de primeira e segunda safras, já definidas, as de inverno que estão em fase conclusiva, restando apenas parte da área no estado do Rio Grande do Sul, no sul do Paraná e as da safra da região Nordeste, com plantios até o mês de junho.

Dentre as principais culturas, a de milho (primeira e segunda safra) e a de soja apresentam crescimento. Destaque para o milho (segunda safra) que apresenta crescimento de 22,% (1,30 milhão de hectares), passando de 5,89 para 7,19 milhões de hectares, e a da soja com aumento de 3,5% (856,5 mil hectares), passando de 24,18 para 25,04 milhões de hectares. A área do milho primeira safra ficou próxima da cultivada em 2010/11, isto significa um incremento de 0,3%, totalizando 7,94 milhões por ha⁻¹ (CONAB, 2012). A Tabela 1 apresenta um comparativo da produtividade de milho na 1^a e 2^a safra para a região sudeste 2010/2011 e 2011/2012.

Tabela 1. Dados comparativos da produtividade (1ª e 2ª safras) de milho na região sudeste para os anos 2010/2011 e 2011/2012.

	Área em mil ha ⁻¹			Produtividade em kg ⁻¹			Produção em mil t ⁻¹		
	Safra	Safra	Varição	Safra	Safra	Varição	Safra	Safra	Var. %
	10/11 (a)	11/12 (b)	% (a/b)	10/11 (c)	11/12 (d)	% (c/d)	10/11 (e)	11/12 (f)	(e/f)
Sudeste	2.146,0	2.248,3	4,8	5.104	5.584	9,4	10.952,3	12.154,9	14,6
MG	1.205,4	1.307,1	8,4	5.415	5.864	8,3	6.526,7	7.664,7	17,4
ES	34,3	31,5	(8,2)	2.381	2.440	2,5	81,7	76,9	(5,9)
SP	899,1	903,6	0,5	4.813	5.310	10,3	4.327,0	4.798,1	10,9
RJ	7,2	6,1	(15,3)	2.351	2.487	5,8	16,9	15,2	(10,1)

FONTE: CONAB - Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2011/12 – 9º Levantamento – Junho/2012 – pg. 23.

O último levantamento da safra mineira de 2010 divulgado pelo IBGE coloca Uberaba, no Triângulo Mineiro, como segundo município maior produtor de grãos do Estado. O estudo indica que a produção de Uberaba está estimada em 577,3 mil toneladas em uma área de 131,1 mil hectares. Já a produção de grãos total do Estado, estimada pelo IBGE é de 9,9 milhões de toneladas.

Mello Filho e Richetti (1997) relatam que a cultura do milho é de relevante importância em âmbito nacional sob o aspecto socioeconômico, caracterizando-se por sua importância agrônômica e por sua utilização em sistemas de rotação de culturas, principalmente em agroecossistemas em que a soja é a cultura predominante.

Os autores destacam ainda que o milho apresenta-se como uma alternativa econômica em programas de rotação de culturas no Sistema Plantio Direto (SPD) por produzir alta quantidade de matéria seca em relação ao mínimo necessário para manutenção do sistema de 5 t ha⁻¹, possuindo decomposição lenta devido sua grande relação C/N, o que resulta em boa proteção do solo por períodos de tempo mais prolongados, ocorrendo uma relação de dependência entre o SPD e a cultura do milho, e de acordo com Fancelli (2002), também pela quantidade de resíduos produzidos.

Pereira Filho (2008) coloca que o potencial de produtividade está enquadrado em algumas variáveis como a densidade de semeadura, espaçamento entre linhas, disponibilidade de água, nutrientes, manejo das plantas daninhas e variações climáticas.

Santos et al. (2010) afirmam que quando há condições climáticas favoráveis, é grande a quantidade de N usada pela cultura do milho para completar seu ciclo e refletir em elevada produção. Levando em consideração que a maioria dos solos brasileiros apresentam teores insuficientes do nutriente, faz-se necessário o fornecimento do mesmo, seja ele em forma mineral ou orgânico, com o uso de leguminosas na adubação verde.

Amado et al. (2002) corroboram que o nitrogênio, na maioria das situações, é o nutriente que mais influencia a produtividade do milho. O manejo da adubação nitrogenada deve satisfazer a necessidade da cultura com o mínimo de risco ambiental. Para tanto, é necessário que a recomendação da dose de adubo nitrogenado seja a mais exata possível. Segundo os mesmos autores, a generalização do uso do SPD e culturas de cobertura, no Sul do Brasil, criou a necessidade da recomendação da adubação nitrogenada ser adaptada a este novo cenário agrícola.

De acordo com Silva et al. (2004), a baixa produtividade da cultura do milho é devido a não adequação de vários fatores como a fertilidade do solo, população, arranjo de plantas, escolha de cultivares adaptada a cada condição de manejo, clima e práticas culturais. Aliado a isso, a qualidade da operação de semeadura torna-se fundamental para o estabelecimento da cultura.

Magalhães et al. (1995) afirmam que o colmo do milho, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva acumulando sacarose. Enfatizam ainda, que o armazenamento se inicia após o crescimento vegetativo e antes do início do enchimento de grãos, isto porque, antes desta fase, todo carboidrato disponível é utilizado na formação de novas folhas, raízes e do próprio colmo.

As doenças do colmo estão entre as mais destrutivas e são universalmente importantes na cultura do milho por serem responsáveis pelo quebraamento do colmo e pelo acamamento, dificultando a colheita e reduzindo a produtividade (SILVA et al. (2001).

Segundo Palhares, (2003) a produtividade da cultura de milho depende diretamente da relação intrínseca estabelecida entre a planta e o ambiente físico em que se encontra, com ênfase para a temperatura, luz, ventos e disponibilidade

hídrica, o que determina a adaptação de diferentes genótipos para diferentes ambientes, em função do manejo adotado.

2.2 Sistema Plantio Direto (SPD)

Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi a introdução do Sistema Plantio Direto (SPD) no Sul do Brasil, a partir do início da década de 1970. Seu objetivo básico inicial foi controlar a erosão hídrica. O desenvolvimento desse sistema se tornou possível graças a um trabalho conjugado de agricultores, pesquisadores, fabricantes de semeadoras e técnicos interessados em reverter o processo acelerado de degradação do solo e da água verificado em nosso país. Em solos de igual declividade, o SPD reduz cerca de 75% as perdas de solo e em 20% as perdas de água, em relação às áreas onde há revolvimento do solo (OLIVEIRA et al., 2002).

O plantio direto auxilia na solução de problemas como formação e manutenção da cobertura morta, mecanização do plantio, correção das propriedades físicas e químicas do solo, entre outros (PASQUALETTO et al., 1999; KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Com crescimento inicial pouco expressivo, em termos de área, foi a partir da década de 1990 que ocorreu grande expansão da área sob SPD, tanto na região Sul como na região do Cerrado, onde o SPD começou apenas a ser utilizado nos anos 1980. De acordo com dados da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FBPDP, 2010), atualmente são cultivados no Brasil cerca de 25,5 milhões de hectares sob Plantio Direto, estando 25% dessa área localizada na região do Cerrado.

Em nível mundial, a área sob SPD é de 116,9 milhões de hectares e o Brasil ocupa a terceira maior área, sendo os Estados Unidos o país que apresenta a maior área sob esse sistema.

O regime de chuvas (condições climáticas) interfere diretamente na manutenção da cobertura do solo em áreas em SPD exigindo a implantação de culturas especificamente para este fim. Mas há também a possibilidade de implantação de uma cultura comercial no outono-inverno, que tem como vantagem

aumentar a rentabilidade, ao mesmo tempo em que contribui para a manutenção da cobertura. Há de se considerar que esta prática, salvo o agricultor que dispuser de irrigação, não é possível nas condições de clima na região do Triângulo Mineiro onde o regime de chuvas é caracterizado por um inverno seco e verão chuvoso.

A principal dificuldade com relação ao SPD no Cerrado está relacionada à rapidez na mineralização dos resíduos da palhada, em função das altas temperaturas e umidade, característica do clima quente e úmido no verão e seco no inverno (FERNANDES et al., 1998).

Outro fator de grande relevância no estabelecimento do SPD é o controle de plantas invasoras. O manejo destas plantas invasoras no início era um entrave à implementação do sistema, porém, com o avanço das pesquisas com herbicidas, foi possível controlar a infestação antes da semeadura da cultura (GAZZIERO et al., 2001).

De acordo com Cervi (2003) a expansão relativamente rápida do SPD no Brasil pode ser explicada, também, pelo menor custo de produção e facilidades de operação de práticas de campo verificadas nesse sistema de cultivo, aliado a uma maior proteção do solo, da água e da fauna.

Oliveira et al. (2001) destacam que em culturas anuais como o milho, semeadas em SPD, com coberturas mortas de lenta decomposição e com presença de aleloquímicos, há possibilidade de redução ou até mesmo supressão do uso de defensivos agrícolas.

O emprego de métodos de controle de plantas daninhas que minimizem ou dispensem o uso de herbicidas é desejável para tornar a atividade agrícola ambientalmente correta (KARAM et al., 2006).

De acordo com Amado et al. (2002) o cultivo de planta de cobertura antecedendo a cultura do milho pode resultar em aumento de produtividade, seja pelo cultivo de leguminosa que reduz a necessidade de adubo nitrogenado, seja pelo cultivo de gramíneas que, com maior relação C/N, proporcionam um período maior de cobertura do solo, devido à sua decomposição mais lenta (CERETTA et al., 2002).

A escolha de espécies sucessoras com elevada produtividade de fitomassa para cobertura do solo, aliada à escolha da época correta de semeadura é um dos

fatores que determinam o sucesso do SPD, (OLIVEIRA et al.,2002; TIMOSSO et al., 2006).

Na pesquisa realizada por Ohlond et al. (2005) objetivando o estudo da influência da cultura de cobertura do solo antecessora sobre componentes de produção da cultura do milho, utilizando, para tal ervilhaca peluda e nabo forrageiro, concluíram que independente da cultura de cobertura, a adição de nitrogênio eleva a produtividade de grãos de milho.

Estudos sobre produção de massa seca na região Centro-Oeste do Brasil, envolvendo época de semeadura e manejo das culturas de inverno e de verão, demonstram que os resultados variam com a região e condições climáticas. Semeando as coberturas no período seco, tem-se observado uma variação nos resultados obtidos para produção de massa seca, influenciados pela precipitação (BOER et al., 2008).

Inovações nas atividades agrícolas como ocorreu com a implantação da técnica de plantio direto, as semeadoras tiveram que atender aos preceitos básicos e inovadores, por exemplo, romper uma massa vegetal utilizando elementos rompedores adequados e depositar corretamente tanto a semente quanto o fertilizante (PORTELA et al., 1997).

Santos et al. (1995), afirmam que sob condições de baixa precipitação, o sistema plantio direto é mais eficiente na manutenção da umidade disponível no solo, principalmente, em virtude da permanência de palha na superfície.

Segundo Furlani (2000), na agricultura contemporânea, cada vez mais, preocupa-se com a conservação do solo que, ao longo do tempo vem sendo explorado de forma intensa e, poderá apresentar maior lucratividade se aplicadas tecnologias modernas, com sistemas que mantenham uma quantidade adequada de cobertura vegetal sobre o solo, principalmente durante os períodos mais críticos.

O manejo do solo pode ser classificado em intensivo ou convencional (com arados e grades), mínimo ou reduzido e plantio direto, sendo que os dois últimos são considerados conservacionistas.

No SPD, apesar da operação executada ser a semeadura, a Federação de Associações de Plantio Direto na Palha convencionou que a denominação do sistema como um todo de Plantio Direto, cujo termo é de uso popular (DALMEYER,

2001). O autor ainda relata que diversos equipamentos apoiam o sistema, dentre os quais podemos citar alguns como: trituradores, rolo-faca e pulverizadores.

A gestão da qualidade nas operações mecanizadas do SPD é o caminho para tornar as lavouras mais produtivas e acima de tudo competitivas. Os esforços passam pelo menos por desenvolvimento de ações em três níveis de desempenho: Administrativo; Gerencial e Operacional. Cabe a cada um deles, ações de melhoria contínua alicerçada no desenvolvimento de recursos humanos, na inovação tecnológica e na responsabilidade ambiental (PECHE FILHO, 2005).

O autor alerta ainda que nas operações de plantio, alguns pontos são fundamentais para o bom funcionamento de semeadoras: o solo deve estar com umidade adequada, no ponto friável, nem muito molhado, nem muito seco para plantio; a profundidade de colocação da semente (4 a 6 cm) deve nortear a regulagem de profundidade do fertilizante, que deve ficar de 3 a 7 cm abaixo e ao lado da semente. O sulcador posicionador do fertilizante deve nortear a profundidade de regulagem do facão rompedor, que nunca deve ficar além de 2 a 4 cm abaixo. Facão rompedor muito fundo ancora a máquina, cria instabilidade para ação das rodas compactadoras, além de gastar energia desnecessária. O disco de corte deve ser regulado a uma profundidade suficiente para cortar a palha sem provocar embuchamentos.

Para a colheita mecanizada do milho no SPD, deve possuir altura de inserção da espiga acima de 1,0 m, o que possibilita a colheita sem maiores danos às culturas intercalares, se houverem (MARCHÃO et al., 2005).

2.3 Profundidade de deposição do adubo

Dentre os processos para se proceder à adubação para implantação de uma cultura, o método de aplicação em sulcos é o mais utilizado. Muitas semeadoras-adubadoras fazem a distribuição do fertilizante na superfície do solo, em mistura com as sementes, o que acarreta danos à germinação, como também, estimula o desenvolvimento superficial das raízes. Nessa situação, as plantas apresentam baixo volume radicular, além de ser superficial, acarretando pouca capacidade de

explorar a fertilidade natural do solo e o que é mais grave, sofrem grandes perdas de produtividade quando ocorre estiagem (SILVA et al., 2000).

O efeito benéfico da adubação profunda no solo sobre as culturas é relatado por diversos autores. Guimarães e Castro (1982) e Chaib et al. (1984) verificaram melhor desenvolvimento radicular do feijoeiro no que se refere a profundidade, quando se efetuou a adubação em maior profundidade em relação a convencional. Kluthcouski et al. (1982) constataram que a incorporação do fertilizante a 15 cm de profundidade aumentou o rendimento do feijoeiro sem irrigação em 75% em relação à adubação convencional. Com irrigação suplementar, o acréscimo na produtividade, devido a essa adubação, foi de 15%. Alonço e Ferreira (1992) verificaram aumento na produtividade do milho devido à incorporação mais profunda do fertilizante.

A alternativa de se aplicar o nitrogênio (N) em pré-semeadura do milho tem despertado grande interesse porque, apresenta algumas vantagens operacionais, como maior flexibilidade no período de execução da adubação, pelo maior rendimento operacional de máquinas, pela maior facilidade de distribuição a lanço, economia de tempo e de mão-de-obra, menor custo operacional de máquinas e redução no gasto de combustível, lubrificante e reparos (CERETTA, 1998; COELHO et al., 2002).

2.4 Culturas de cobertura do solo

A manutenção de resíduos na superfície do solo, provenientes de restos de culturas e/ou adubos verdes, é uma das formas de manejo que podem diminuir a erosão, impedindo, em sua fase inicial, a desagregação da estrutura do solo devido ao impacto das gotas de chuva. Para Miyasaka (1984), a formação de cobertura vegetal sobre o terreno, com finalidade de proteção superficial do solo, não precisa ser necessariamente pela introdução e cultivo de uma dada espécie, podendo-se utilizar a vegetação espontânea.

A palha na superfície do solo constitui reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa (ROSOLEM et al., 2003), ou lenta e gradual (PAULETTI, 1999), dependendo da interação entre a espécie utilizada, manejo da fitomassa (época de semeadura e de corte), umidade (regime de chuvas),

aeração, temperatura, atividade macro e microbiológica do solo, composição química da palha e tempo de permanência dos resíduos sobre o solo (OLIVEIRA et al., 1999; ALCÂNTARA et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2002; PRIMAVESI et al., 2002).

O estabelecimento de culturas de cobertura para formação e manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, principalmente nas regiões de Cerrado, tem encontrado alguns obstáculos, pois as condições climáticas nestas regiões favorecem a decomposição rápida destes resíduos vegetais (FABIAN et al., 2008). Normalmente, esta decomposição é controlada pela relação C/N, pelo teor de lignina, pelo manejo que definirá o tamanho dos fragmentos, que em conjunto com a ação do clima, influencia a atividade dos organismos decompositores, pela temperatura do ar e precipitação (TORRES et al., 2007).

Um dos aspectos importantes da presença de plantas de cobertura sobre a superfície do solo é o seu tempo de permanência sobre o mesmo, que irá influir na proteção dada por este contra os agentes erosivos, e também sobre a nutrição das plantas, tendo em vista que a deposição da palha em superfície ocasiona um gradiente de nutrientes ao longo do perfil (SÁ, 2001).

As espécies utilizadas para cobertura do solo podem aumentar o rendimento das culturas em sucessão pela melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Espécies como a aveia preta, que proporciona uma cobertura mais rápida nos estádios iniciais de desenvolvimento, protegem melhor o solo do que outras espécies devido a grande produção de fitomassa e elevada relação C/N. Leguminosas, no entanto, levam um período maior de tempo para cobrir o solo nos estádios iniciais e possuem decomposição mais rápida, devido a baixa relação C/N, diminuindo conseqüentemente o tempo de permanência sobre o solo. Em compensação adicionam mais N ao solo e maior suprimento de N à cultura posterior como o milho, que quando cultivado em sucessão a leguminosas, apresenta um maior rendimento e requer menor adubação nitrogenada (DA ROS, 1993).

De acordo com Martins et al. (2005), a concentração de fósforo e potássio no solo pode ser influenciada pelo emprego de plantas de cobertura antecedendo a implantação da cultura do milho no SPD.

Calegari (2000), afirma que o SPD com o emprego de plantas de cobertura, conduzidas em rotação com cultivos comerciais, permite melhor distribuição do trabalho durante o ano, resultando em economia e diversificação. Esse método promove maior diversidade biológica e melhor redistribuição e aproveitamento de nutrientes no solo, mostrando ser um sistema sustentável.

De acordo com Furlani et al. (2007), o manejo das plantas de cobertura e dos restos culturais, objetiva adequar o terreno para implantação e manejo da cultura subsequente. Se não houver fragmentação ou se os restos estiverem mal distribuídos, as sementes das plantas daninhas poderão ficar protegidas da pulverização de herbicidas podendo ocorrer diminuição da eficiência dos produtos aplicados.

Segundo os autores, se não houver manejo da cultura de cobertura pode ocorrer, também, embuchamentos em semeadoras de plantio direto, particularmente quando se utiliza no SPD culturas com menores espaçamentos. Isto indica que o manejo das mesmas visa à viabilização das operações envolvidas na conservação do solo, podendo ter a finalidade de reduzir o comprimento das coberturas vegetais e distribuí-las uniformemente na superfície do solo, permitindo melhores condições para a semeadura das culturas ou proporcionando o dessecamento uniforme da vegetação, importante no caso da semeadura direta.

2.4.1 Nabo forrageiro

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.), pertencente à família Cruciferae, é uma planta anual, alógama, herbácea, ereta, muito ramificada e que pode atingir de 1,0 a 1,8 metros de altura (DERPSCH e CALEGARI 1992). Caracteriza-se pelo crescimento inicial extremamente rápido, e aos 60 dias após a germinação promove a cobertura de 70% do solo (CALEGARI, 1990). A espécie tem sido empregada nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil e no Estado de São Paulo, como material para adubação verde de inverno e planta de cobertura, em sistemas de cultivo conservacionistas como o plantio direto e o cultivo mínimo.

Seu efeito supressor de ervas daninhas é bastante significativo. É uma cultura bastante rústica, com raras ocorrências de problemas com pragas ou doenças,

apresenta produtividade média de 3.000 kg ha⁻¹ de massa seca da parte aérea, e, mesmo em áreas sem adubação, esse valor pode oscilar entre 2.000 e 6.000 kg ha⁻¹ de massa seca no estágio de floração (DERPSCH e CALEGARI 1992; CALEGARI 1998).

O nabo forrageiro é recomendado para descompactar e melhorar a estrutura do solo. Conforme citam Pitol e Salton (1993), devido seu sistema radicular característico, essa crucífera proporciona aumentos na porosidade do solo, favorecendo a infiltração de água, o desenvolvimento de microrganismos e de raízes das plantas subsequentes. Apresenta, também, elevada capacidade de reciclar nutrientes, ou seja, retirá-los de camadas mais profundas e levá-los para a superfície do solo. O nabo forrageiro é uma cultura com elevado potencial de nutrientes na biomassa e rápida decomposição dos resíduos vegetais (GIACOMINI et al., 2003; CRUSCIOL et al., 2005).

Por essa razão, o nabo forrageiro é considerado uma excelente espécie para sistemas de rotação.

A proteção do solo com cobertura vegetal tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores na região de clima temperado (DERPSCH e CALEGARI 1992). Nesta condição, a manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, em sistema plantio direto, diminui a erosão e, conseqüentemente, reduz as perdas de solo e de nutrientes, especialmente pela dissipação da energia de impacto das gotas de chuva (PAULETTI, 1999).

Na Região Centro-Sul do Mato Grosso do Sul, o índice de cultivo do nabo forrageiro vem aumentando consideravelmente, devido à grande rusticidade e adaptação regional que a cultura tem apresentado. Resultados de pesquisa apontam para acréscimos da ordem de 20% na produtividade do milho, quando cultivado em sucessão ao nabo forrageiro, além de redução na incidência de plantas invasoras (HERNANI et al., 1995; PITOL e SALTON, 1993).

Bertolini et al. (2006), em pesquisa realizada com o objetivo de avaliar o desempenho da cultura do milho em diferentes manejos do solo sobre cobertura vegetal de nabiça concluiu que a mesma é capaz de fornecer boa quantidade de massa seca, viabilizando sua utilização para a produção de cobertura no solo durante o inverno ou como planta de cobertura para plantio direto de milho.

Conforme Alvarenga et al. (2001), 6.000 kg ha⁻¹ de matéria seca na superfície é quantidade suficiente para se obter boa cobertura de solo durante o inverno ou para plantio direto.

2.4.2 Crotalária

A *Crotalaria spectabilis* é uma leguminosa originária da Ásia central, tem hábito de crescimento arbustivo ereto atingindo 1,2 a 1,5 metros de altura. Apresenta uma produtividade entre 20.000 a 30.000 kg ha⁻¹ de massa verde e 4.000 a 6.000 kg ha⁻¹ de massa seca por ciclo. Fixa entre 60 e 120 kg de N por ha⁻¹. O espaçamento recomendado é de 0,50 m entre filas com 30 a 35 sementes por metro, sua velocidade de crescimento é menor do que a *Crotalaria juncea* e para um melhor desenvolvimento da cultura se torna necessário uma capina inicial em áreas de maior infestação de ervas espontâneas (FORMENTINI, 2008).

De acordo com Silveira et al., (2004) em estudo realizado no Centro Nacional de Pesquisa do Arroz e Feijão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a *Crotalaria spectabilis* demonstrou um bom efeito no controle de nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp) na cultura do feijoeiro. É uma planta bastante rústica, adapta-se bem em solos pobres. Atualmente está sendo usada, em consórcio com braquiária para a cobertura de barranco de estradas.

Segundo os autores a *Crotalaria spectabilis* é tóxica para animais, principalmente para suínos e os sintomas começam a aparecer alguns dias após a ingestão da crotalária. A contaminação da ração com 0,2% de sementes de crotalária já provocam grandes danos a esses animais.

As plantas de cobertura necessitam de manejo adequado para que as semeadoras possam efetuar adequadamente seu trabalho, Furlani et al. (2003) citam que o manejo da vegetação pode ser efetuado por dois métodos: o químico, utilizando-se herbicidas dessecantes, e o mecânico que pode ser realizado ainda durante a colheita da cultura principal, com o uso de picadores de palhas acoplados às colhedoras combinadas. Entretanto, esse manejo pode ser realizado por equipamentos desenhados para essa finalidade como o triturador de palhas tratorizado, roçadora, rolo faca e grade de discos, ficando este último descartado no

sistema de semeadura direta por causar revolvimento da superfície do solo. Consideram ainda, que os sistemas conservacionistas preconizam manter a superfície do solo coberta o máximo de tempo e que essa cobertura esteja distribuída o mais uniforme possível. Portanto o manejo da vegetação tem por finalidade cortar ou reduzir o comprimento da mesma e fornecer condições adequadas para utilização de máquinas de semeadura.

Torres et al. (2005) em estudo realizado em área com as mesmas características, próxima a área de pesquisa que desenvolvemos, pesquisando decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado concluiu que as leguminosas crotalária e guandu apresentam maior velocidade de decomposição quando comparada às gramíneas.

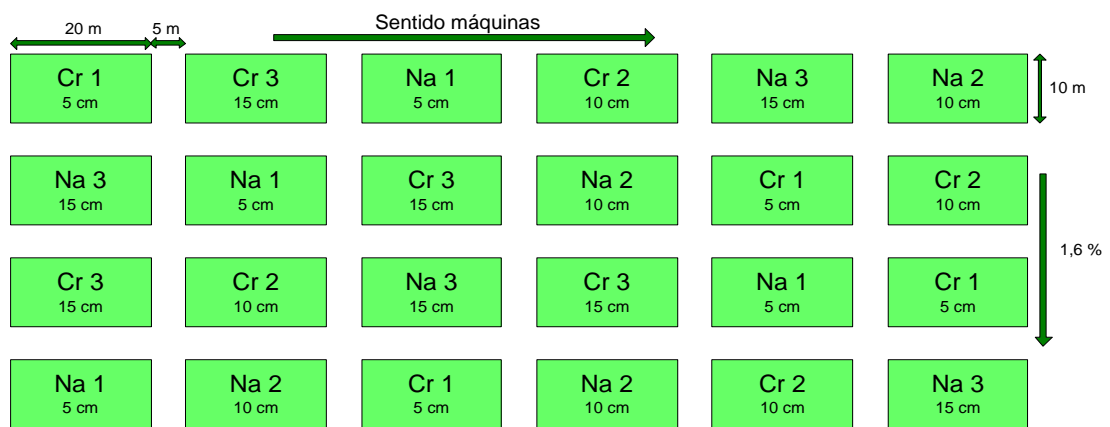
Filho et al. (2004), em pesquisa realizada na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, no ano de 2001, com o objetivo de avaliar fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado concluíram que o uso de culturas de sucessão ao milho no Cerrado pode ser promissor, quando se leva em conta sua produção de biomassa e adaptação às condições de entressafra na Região e que, dentre as espécies de cobertura, aveia-preta, crotalária, feijão-bravo-do-ceará, guandu, mucuna, girassol e milheto, sendo que a crotalária ficou entre as maiores produtoras de massa seca com 3.500 kg ha^{-1} .

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O estudo foi desenvolvido nos anos agrícolas de 2010-2011 e 2011-2012, em área do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberaba-MG, no município de Uberaba-MG, localizado a 19°39'20" S e 47°57'32" W, a aproximadamente 743 metros de altitude. O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, apresentando inverno frio e seco.

O experimento foi distribuído em esquema fatorial (2 x 3) num delineamento inteiramente casualizado, sendo os fatores: duas culturas de cobertura do solo crotalária (*Crotalaria spectabilis* L.) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.), combinadas com três profundidades de deposição de adubo (5, 10 e 15 cm) e quatro repetições, totalizando 24 observações, conforme ilustrado na Figura 2.



Parcelas: Cr = crotalária; Na = nabo
 Profundidade: 1 = 5 cm; 2 = 10 cm; 3 = 15 cm

Figura 2. Distribuição dos tratamentos na área experimental

As parcelas experimentais foram delimitadas com dimensões de 20 x 10 m (200 m²) com intervalos entre elas de 5 m no sentido longitudinal e 5 m no sentido lateral.

3.1.1 Área útil de cada tratamento do experimento

A área útil de cada tratamento corresponde às duas linhas centrais descontados 5 m de cada extremidade, com 10 m de comprimento, totalizando 10 m².

3.2 Características do Solo

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999), textura média. Até a profundidade de 40 cm, apresenta 180g kg⁻¹ de argila, 730g kg⁻¹ de areia e 90g kg⁻¹ de silte. Apresentamos a Tabela 2 com as características químicas do solo nas profundidades de 0 a 20 e de 21 a 40 cm da área experimental.

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental

Profundidade	P	MO	pH água	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	T	V
cm	mg/dm ³	dag kg ⁻¹		----- mmol/dm ³ -----						%
0 a 20	17	6	6,3	2,9	19	6	20	28	48	58
21 a 40	3	14	5,7	1,0	13	4	20	18	38	47

3.3 Dados climatológicos observados durante o experimento

A precipitação média anual histórica da região é de 1600 mm; com temperatura média anual histórica é de 22,6°C e a umidade relativa do ar média histórica de 68%, conforme dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Uberaba/MG.

Os dados meteorológicos relativos a pluviosidade e temperatura, utilizados na pesquisa, foram obtidos a partir de uma estação automatizada, com sensores de temperatura e umidade relativa do ar, modelo 7859; velocidade do vento, modelo 7911; radiação solar global, modelo 6450. Na estação os sensores de radiação solar, temperatura do ar e umidade relativa do ar foram instalados a 1,5 m acima da superfície gramada e os sensores de velocidade do vento a 2 m da superfície

gramada, conforme pode ser observado na Figura 3. A estação encontra-se instalada a aproximadamente 500 metros da área onde foi desenvolvido o experimento.

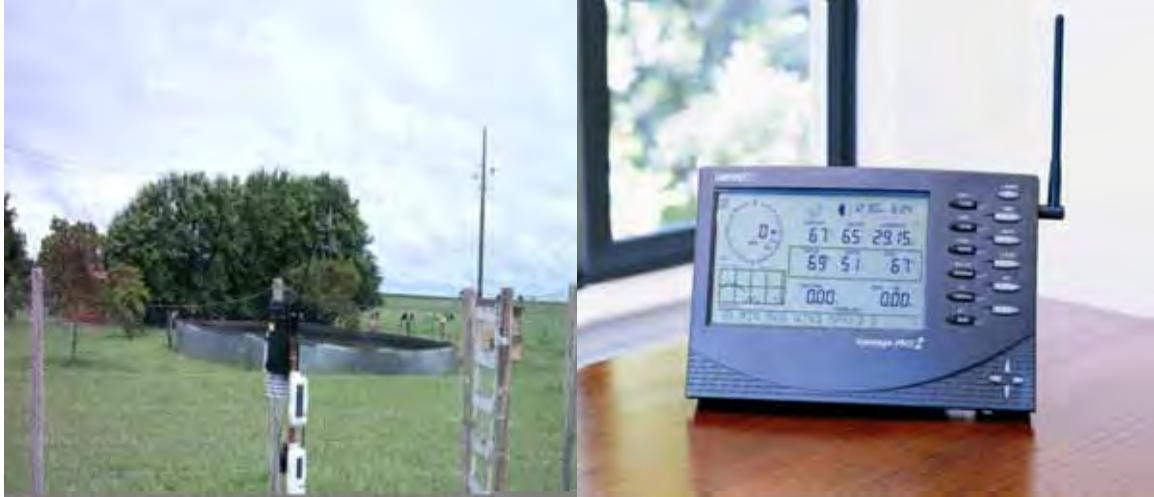


Figura 3. Estação meteorológica automatizada da marca Davis Instruments. Unidade de memória central ("data logger")

3.4 Condução do experimento

3.4.1 Preparo do solo para cultura de cobertura

A área experimental esteve em pousio no ano de 2009. No terreno foi realizado o manejo das plantas daninhas com roçadora montada em um trator tração 4 x 2, com potência máxima de 45 kW (62 cv) no motor 2200 RPM. Posteriormente foi realizado o preparo convencional do solo com uma gradagem pesada e uma gradagem de nivelamento. Em seguida, foram semeadas as culturas do nabo-forrageiro e da crotalária com o objetivo de formar palhada para a semeadura direta de milho executada dia 14 de dezembro de 2010. Estas mesmas operações, das plantas de cobertura e do milho, foram repetidas respectivamente em setembro de 2011, sendo a semeadura do milho, realizada em 15 de dezembro de 2011. O preparo do solo para implantação das culturas de cobertura, crotalária e nabo-forrageiro, foi realizado com um trator 4 x 2 TDA, com potência máxima de 77,2 kW (105 cv) no motor a 2200 RPM. Para operação de gradagem utilizou-se grade com 16 discos recortados de 26 polegadas e espaçamento de 22 cm entre discos, largura

de trabalho de 1,75 metros e massa da grade de 1.495 kg.

Para a operação de nivelamento do solo foi utilizado o mesmo trator com grade com 32 discos de 20 polegadas x 3,5 mm sendo recortados na seção dianteira e lisos na traseira, largura de corte de 2,55 m, espaçamento de 16 cm entre discos e massa de 760 kg.

Nos trabalhos de implantação das culturas de cobertura foi utilizado Trator 4 x 2 com potência máxima de 45 kW (62 cv) no motor a 2200 RPM, semeadora de fluxo contínuo, montada, com 13 linhas espaçadas de 20 cm, equipada com disco duplo de 18 polegadas para abertura do sulco de deposição das sementes e largura útil de 2,21 m.

A semeadura do nabo forrageiro e da crotalária realizada no dia 27 de setembro de 2010 numa área de 2400 m², para cada cultura, dividido em 12 canteiros de 5 m de largura por 20 m de comprimento. A densidade de semente foi de 15 kg por ha⁻¹ para o nabo e de 25 kg ha⁻¹ para a crotalária.

3.4.2 Manejo das plantas de cobertura

Com o objetivo de facilitar à operação de plantio do milho as plantas de cobertura foram manejadas utilizando-se o triturador de palhas tratorizado, montado e acionado pela TDP. A parte vegetativa das plantas foi distribuída uniformemente sobre a superfície do solo, o que facilitou a operação de semeadura. Esta operação foi realizada 5 dias antes do semeio da cultura do milho nos dois anos de avaliação.

De acordo com Furlani et al. (2007), o manejo das plantas de cobertura e dos restos culturais, objetiva adequar o terreno para implantação e manejo da cultura subsequente. Se não houver fragmentação ou se os restos estiverem mal distribuídos, as sementes das plantas daninhas poderão ficar protegidas da pulverização de herbicidas podendo ocorrer diminuição da eficiência dos produtos aplicados.

Segundo os autores, se não houver manejo da cultura de cobertura pode ocorrer, também, embuchamentos em semeadoras de plantio direto, particularmente quando se utiliza no SPD culturas com menores espaçamentos. Isto indica que o manejo das mesmas visa à viabilização das operações envolvidas na conservação

do solo, podendo ter a finalidade de reduzir o comprimento das coberturas vegetais e distribuí-las uniformemente na superfície do solo, permitindo melhores condições para a semeadura das culturas ou proporcionando o dessecamento uniforme da vegetação, importante no caso da semeadura direta.

3.4.3 Implantação da cultura do milho

Para implantação da cultura do milho foi utilizado trator 4 x 2 TDA com potência máxima de 77,2 kW (105 cv) no motor a 2500 RPM e semeadora-adubadora de precisão equipada com 4 linhas espaçadas de 1,0 m, 6 sementes por m, regulagens usuais entre os pequenos produtores da região, capacidade de adubo de 960 kg e de semente de 160 kg, largura útil de 4,0 m com sulcador de adubo tipo haste e disco frontal de corte de 22 polegadas.

A variedade de milho utilizada foi DKB 175 VTPRO, altura de inserção de espiga de 1,15 a 1,25 m, altura de planta de 2,20 a 2,30 m, folhas semi-eretas, grão semi-duro amarelo-alaranjado, ciclo de 120 dias, população de 50.000 a 65.000 plantas ha⁻¹, profundidade de semeadura padrão para toda extensão do experimento sendo definida em 5 cm, variedade indicada para produção de grãos, (DEKALB, 2009). Para adubação de semeadura do milho utilizou-se 32 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 80 kg ha⁻¹ K₂O e 1,2 kg ha⁻¹ de Zn, conforme análise de solo.

3.4.4 Profundidade de deposição do adubo

A profundidade de deposição do adubo, foi a 5 cm, 10 cm e 15 cm, tanto para a área de crotalária quanto para a área de nabo. A escolha das profundidades de deposição do adubo levou em consideração padrão utilizada na região de Uberaba, 5 cm, as demais considerando o pequeno agricultor que muitas vezes executa plantio manual e coloca o adubo a profundidades superior a usual (5 cm) e, as condições de eficiência de regulagem da semeadora-adubadora, menos de 5 cm entre uma profundidade e outra na prática de campo é praticamente possível visto a instabilidade do solo em termos de compactação e nivelamento. Na Figura 4 podemos observar procedimento de regulagem das molas de pressão do conjunto

distribuidor de adubo com o objetivo de definir a profundidade de deposição do adubo.



Figura 4. Aferição da profundidade de deposição do adubo por ocasião do plantio do milho

A importância na precisão na profundidade de deposição do adubo faz com que tenhamos segurança nos resultados obtidos, a Figura 5 demonstra a aferição da profundidade de deposição do adubo, por ocasião da semeadura da cultura do milho, fator decisivo para os resultados buscados no experimento.



Figura 5. Aferição da profundidade de deposição do adubo

3.4.5 Adubação de cobertura

A adubação de cobertura foi realizada em duas etapas, na primeira aplicou-se 90 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia aos 20 dias após emergência e mais 20 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia 35 dias após a germinação, no ano agrícola avaliado, utilizando-se o conjunto trator/distribuidor com as seguintes características: trator tração 4 x 2, potência máxima de 63,4 kw (86cv) de potência no motor a 2200 RPM ; distribuidor de adubo composto por 4 linhas de distribuição com disco duplo de corte o que possibilita a colocação do adubo incorporado ao solo a 2 cm de profundidade e a 10 cm ao lado da linha de plantio, dois depósitos de adubo com capacidade de 150 kg cada, sendo o sistema de distribuição acionado pela tomada de potência do trator e todo o conjunto montado no trator.

3.5 Variáveis analisadas no experimento

3.5.1 Massa seca inicial

A fitomassa produzida foi avaliada antes do manejo da cobertura, com coletas de amostras de 1,0 m² (1,0 m x 1,0 m) de massa verde, utilizando-se uma estrutura metálica de ½" de diâmetro com tamanho de 1,0 m x 1,0 m, tesoura de jardinagem, faca, sacos de papel, estufa com temperatura de 65°C e balança de precisão de 0,01 g. Conforme metodologia descrita por Chaila (1986). As amostras foram colhidas sempre no centro de cada canteiro com o objetivo de que não houvesse diferença quanto a localização das amostras. O material recolhido foi acondicionado em sacos de papel, colocados em estufa elétrica à temperatura média de 65°C por um período de 72 horas. Finalizada a secagem, foi obtida a massa do material na balança digital, posteriormente sendo estes valores transformados em kg ha⁻¹.

3.5.2 Estandes final de plantas

O estande final foi obtido pela contagem das plantas, na área útil, no momento da colheita da cultura. Os valores médios obtidos foram convertidos e

apresentados em número de plantas por ha⁻¹. Para efeito do experimento foram usados apenas o estande final para obtenção do número de plantas por ha⁻¹.

3.5.3 Diâmetro do colmo

Pelo fato do colmo do milho assemelhar-se a uma elipse, e as medidas foram tomadas do primeiro internó expandido, colhidas manualmente, na área útil de cada parcela com o uso de paquímetro digital, assim obtendo-se o diâmetro médio basal dos colmos da parcela. Os dados foram anotados e, efetuada a média para cada parcela experimentada.

3.5.4 Altura de inserção da espiga

Para a mensuração da altura de inserção da espiga, utilizou-se régua de alumínio com fita métrica graduada em centímetro, com precisão de 0,05 cm e planilha de anotações, tomando como medida a distância entre o nível do solo e o ponto de inserção da primeira espiga em todas as plantas da área útil do experimento, estes dados foram processados obtendo-se a média de altura de inserção da espiga destas plantas.

3.5.5 Produtividade

Para avaliar a produtividade média de grãos da cultura do milho utilizaram-se sacos plásticos, pincel atômico, trilhadora estacionária, balança digital com precisão de 0,1 g e estufa regulada para 105 °C. Foram colhidas manualmente as espigas da área útil de cada parcela, após a cultura atingir o ponto de maturação fisiológica e umidade próxima de 18%. As espigas foram processadas por uma trilhadora estacionária de cereais, sendo posteriormente avaliada a massa de grãos (corrigida para 13% de umidade), pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,1 g. Em seguida a massa de grãos foi transformada em kg.ha⁻¹.

3.6 Análise estatística dos dados

As análises dos resultados dos diferentes parâmetros avaliados foram processadas por meio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003), realizando-se a análise de variância pelo teste F ($p < 0,10$) e quando significativo, foi feita a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item são apresentados os parâmetros e análises referentes aos dados obtidos no experimento de campo, bem como os valores calculados a partir destes para os dois anos de experimento.

Os resultados são apresentados na forma de tabela, nas quais as medidas seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas ou de mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 10% de probabilidade.

4.1 Avaliações do primeiro ano do experimento

A análise de variância revelou efeito significativo nos resultados obtidos para matéria seca inicial (MSI), população (Pop), altura de inserção da espiga (AIE), e produtividade (Prod) para as duas plantas de cobertura estudadas. Já para a profundidade (P) encontrou-se significância apenas para a (AIE), conforme mostra a Tabela 3. Observando-se o coeficiente de variação, tem-se que o experimento foi bem conduzido, pois não houve diferença significativa superior a 16%.

Tabela 3. Síntese da análise de variância do primeiro ano do experimento

Cultura/cobertura	MSI	População	Ø colmo	AIE	Produtividade
Altura (Cc)	0,0000 *	0,0131 *	0,8095 NS	0,0000 *	0,0000 *
Profundidade (P)	0,7547 NS	0,7377 NS	0,4107 NS	0,0003 *	0,8281 NS
Cc x P	0,8059 NS	0,9165 NS	0,5212 NS	0,2416 NS	0,5617 NS
CV	14%	1,2%	16%	3%	12%

NS: não significativo; * significativo ($p < 0,10$); CV: coeficiente de variação.

Na Tabela 4 é apresentado o teste de média para as variáveis (massa seca inicial, população, altura de inserção da espiga e produtividade) para as culturas de cobertura no primeiro ano do experimento.

Tabela 4. Teste de média para as variáveis: massa seca inicial, população, altura de inserção da espiga e produtividade nas culturas de cobertura para o primeiro ano do experimento.

Cultura/cobertura	MSI (KG ha⁻¹)	População (nº de plantas ha⁻¹)	AIE (m)	Produtividade (KG ha⁻¹)
Nabo	5.699 a	45.442 a	1,06 a	4.176 a
Crotalária	10.043 b	46.045 b	1,16 b	5.616 b

NS: não significativo; * significativo (P>0,10); C.V. : coeficiente de variação

Analisando a Tabela 4 constatamos que a crotalária foi a cultura que apresentou a maior produção de massa seca no primeiro ano de cultivo em comparação com o nabo. A crotalária proporcionou produção de 10.043 kg ha⁻¹, 43,5% superior a produção do nabo.

Silva et al. (2009), verificaram que a cultura da crotalária produziu 20,840 kg ha⁻¹ de massa seca, quando semeada no início do mês de novembro. Já Santos et al. (2003), avaliando os efeitos de oito épocas de semeadura (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho) da cultura da crotalária sobre a produtividade de massa seca, verificaram que semeaduras nos meses de novembro e dezembro, foram às épocas em que se obtiveram as maiores produtividades (8.820 e 8.640 kg ha⁻¹, respectivamente), enquanto que as semeaduras realizadas nos meses de março, abril, maio e junho, apresentaram baixas produtividades ou nenhuma (600, 960, 440 e 0,00 kg ha⁻¹, respectivamente).

Ao estudar-se a população de plantas de milho, constatou-se que nas áreas de crotalária a população final foi algo em torno de 6,03% maior que nas áreas de nabo forrageiro. Essa maior população inicial de milho, pode estar relacionada a maior quantidade de matéria seca de crotalária o que contribui para manutenção da umidade do solo. Torres et al. (2006) avaliando a influência das coberturas vegetais sobre a temperatura e umidade do solo, em um Latossolo Vermelho Distrófico, textura média, em experimento realizado no CEFET Uberaba- MG, atualmente IFTM – Campus Uberaba, constatou que os efeitos das culturas de cobertura e dos restos culturais sobre as temperaturas do solo se manifestaram positivamente principalmente sob cultivo de milho, fato que reforça nosso estudo.

Ao estudar produtividade constatamos que sob a cobertura de crotalária a produtividade foi em torno de 25,6% maior do que sob o nabo, este fator pode

também estar relacionado à maior quantidade de massa seca produzida pela crotalária proporcionando com isto melhores condições de desenvolvimento da cultura do milho que por sua vez obteve maior população conseqüentemente produzindo mais. Torres (2003) observou que as maiores produtividades de milho foram obtidas sobre os resíduos de leguminosas, especialmente crotalária.

Na Tabela 5 é apresentado o teste de média para a variável altura de inserção da espiga em função das profundidades de deposição do adubo (5, 10 e 15 cm) para o cultivo de milho no primeiro ano do experimento.

Tabela 5. Teste de média da altura de inserção da espiga em função das profundidades de deposição do adubo (5, 10 e 15 cm) no primeiro ano.

Profundidades de deposição de adubo (cm)	AIE (m)
P 1	1,10 a
P 2	1,11 b
P 3	1,15 c

Para esta variável observamos que houve uma progressão crescente onde altura de inserção da espiga da menor profundidade de deposição de adubo em relação a maior teve um variação na ordem de 5 cm (4,3%).

O efeito benéfico da adubação profunda no solo sobre as culturas é relatado por diversos autores. Guimarães e Castro (1982) e Chaib et al. (1984) verificaram melhor desenvolvimento radicular do feijoeiro no que se refere a profundidade, quando se efetuou a adubação em maior profundidade em relação a convencional. Alonço e Ferreira (1992) verificaram aumento na produtividade do milho devido a incorporação mais profunda do fertilizante, justificando que o adubo mais profundo induz a planta a desenvolver mais seu sistema radicular proporcionado maior resistência ao acamamento e melhor desenvolvimento da parte aérea, com isto presume-se que o aumento na altura de inserção da espiga esteja relacionado a este fator.

Ao observarmos a menor altura de inserção da espiga, 1,06 m, possibilita a colheita mecanizada não causando danos a culturas intercalares se for o caso, pois de acordo com Marchão et al. (2005) a altura mínima de inserção da espiga para a colheita mecânica é de 1,0 m.

Em nosso experimento a produtividade da cultura do milho não foi influenciada pelas três profundidades de deposição de adubo, dado este que pode ser interessante do ponto de vista de exigência de tração, para execução do semeio, que teoricamente seria maior nas maiores profundidades.

4.2 Segundo ano experimental

A análise de variância do segundo ano do experimento revelou efeito significativo nos resultados obtidos para massa seca inicial em função das plantas de cobertura e para altura de inserção da espiga em função da profundidade de deposição do adubo, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6. Síntese da análise de variância para o segundo ano do experimento

Cultura/cobertura	MSI	População	Ø colmo	AIE	Produtividade
Cultura (C)	0,0000 *	0,3642 NS	0,6542 NS	0,2422 NS	0,4358 NS
Profundidade (P)	0,6697 NS	0,2903 NS	0,4325 NS	0,0644 *	0,9713 NS
C x P	0,8411 NS	0,4713 NS	0,1241 NS	0,1329 NS	0,8238 NS
CV	14%	19%	17%	3,8%	8%

NS: não significativo; * significativo ($P < 0,10$); C.V. : coeficiente de variação

Na Tabela 7 é apresentado o teste de média para a variável massa seca inicial para as culturas de cobertura no segundo ano do experimento.

Tabela 7. Teste de média para massa seca inicial em função das plantas de cobertura para o segundo ano do experimento.

Cultura/cobertura	MSI (kg ha^{-1})
Nabo	6.546 a
Crotalária	10.733 b

A produção de massa seca inicial crotalária foi de $10.733 \text{ kg ha}^{-1}$, 44,3% superior a quantidade de matéria seca inicial produzida pelo nabo, este é um ponto importante para a conservação do solo e da água, o que pode proporcionar, em longo prazo, ganhos de produtividade. Tal fato está de acordo com FAVA (2005) e SOUSA (2007) ao avaliarem a cultura do milho nas safras 2003/2004 e 2004/2005,

obtiveram produção de massa seca de crotalária próxima a 10.000 kg ha⁻¹, porém divergentes dos valores obtidos por GROTTA (2008) que em pesquisa com o objetivo de avaliar o desempenho operacional de semeadora-adubadora e perdas na colheita do milho em sistema plantio direto, utilizando crotalária e mucuna preta como plantas de cobertura obteve para a crotalária 4.500 kg ha⁻¹ de massa seca.

Alvarenga et al. (2001), pesquisando volume de massa seca para cobertura do solo para plantio direto afirma que 6.000 kg ha⁻¹ de massa seca na superfície é quantidade suficiente para se obter boa cobertura de solo durante o inverno ou para plantio direto, portanto embora a produção de massa seca inicial do nabo tenha sido menor que da crotalária, atende a necessidade para execução do plantio direto da cultura do milho.

Na Tabela 8 é apresentado o teste de média para a variável altura de inserção de espiga em função das três profundidades de deposição de adubo para o segundo ano do experimento.

Tabela 8. Teste de média para altura de inserção da espiga em função da profundidade de deposição do adubo para o segundo ano do experimento

Profundidades de deposição de adubo (cm)	AIE (m)
P 1	1,10 a
P 2	1,11 ab
P 3	1,15 c

O fator profundidade causou interferência na altura de inserção da espiga é possível observar a progressão da altura de inserção com o aumento da profundidade de deposição do adubo. Esses resultados foram semelhantes aos verificados no primeiro ano do experimento.

Teoricamente a altura de inserção da espiga deveria ser semelhante considerando que a variedade da cultura de milho é a mesma utilizada no primeiro ano do experimento bem como todos os manejos foram semelhantes, inclusive as épocas de semeio das plantas de cobertura e da cultura do milho sendo estes fatores intrínsecos a variedade utilizada. No entanto, a menor altura de inserção que obtemos no nosso experimento foi superior à indicada por Marchão et al. (2005) de 1,0 m, o que significa que podemos colocar o adubo na menor profundidade sem

afetar a colheita mecanizada.

4.3 Comparativo das duas safras

A Tabela 9 apresenta uma síntese da análise de variância para as variáveis avaliadas em função das plantas de cobertura e profundidade de deposição de adubo para o primeiro e segundo anos do experimento.

Tabela 9. Síntese da análise de variância para o primeiro e segundo ano do experimento

Cultura/cobertura	MSI	População	Ø colmo	AIE	Produtividade
Cultura (C)	0,0000 *	0,2846 NS	0,6140 NS	0,0000 *	0,0009 *
Profundidade (P)	0,5294 NS	0,2901 NS	0,2771 NS	0,0021 *	0,8456 NS
Ano (A)	0,0918 *	0,0229 *	0,2565 NS	0,4209 NS	0,0000 *
C x P	0,7263 NS	0,4475 NS	0,8654 NS	0,0791 *	0,5551 NS
C x A	0,8595 NS	0,4356 NS	0,8562 NS	0,0031 *	0,0000 *
P x A	0,9202 NS	0,2555 NS	0,6005 NS	0,0124 *	0,9398 NS
C x P x A	0,9739 NS	0,4719 NS	0,6775 NS	0,6156 NS	0,7974 NS
CV	18%	14%	16%	3,8%	9,7%

Para a análise comparativa entre os dois anos experimentais, devemos considerar que por mais que se tenha rigor na execução e condução do experimento, não se tem controle sobre inúmeros fatores, principalmente aqueles relativos às condições climáticas tais como pluviosidade, temperatura, umidade do solo, do ar entre outros.

Na Tabela 10 é apresentado o teste de média para a variável altura de inserção de espiga para as plantas de cobertura em função das três profundidades de deposição de adubo no primeiro e segundo ano do experimento.

Tabela 10. Teste de média para altura de inserção da espiga em função das plantas de cobertura versus profundidade de deposição do adubo no primeiro e segundo ano do experimento.

C x P – AIE (m)	P 1	P 2	P 3
Nabo	1,07 a A	1,10 a A	1,08 a A
Crotalária	1,09 a A	1,17 b B	1,17 b B

NS: não significativo ($P>0,10$); *: significativo ($P<0,01$); C.V. : coeficiente de variação Minúscula = coluna; Maiúscula = linha;

Podemos ressaltar que para ambas plantas de cobertura, a profundidade de deposição do adubo a 5 cm não influenciou na altura de inserção da espiga (AIE). Entretanto, para as profundidades de 10 e 15 cm, verificou-se um acréscimo de 7 e 9 cm na AIE para as plantas nabo e crotalária, respectivamente.

Os efeitos benéficos da adubação profunda no solo sobre as culturas são relatados por diversos autores. Guimarães e Castro (1982) e Chaib et al. (1984) verificaram melhor desenvolvimento radicular do feijoeiro no que se refere a profundidade, quando se efetuou a adubação em maior profundidade em relação a convencional. Já Alonço e Ferreira (1992) verificaram aumento na produtividade do milho devido à incorporação mais profunda do fertilizante. Embora estes estudos não tenham sido diretamente relacionados com altura de inserção da espiga entendemos que seus efeitos positivos interfiram positivamente também nestes aspectos.

Na Tabela 11 é apresentado o teste de média para a variável produtividade do milho conduzido sob as plantas de cobertura no primeiro e segundo ano do experimento.

Tabela 11. Teste de médias para produtividade do milho em função das culturas de cobertura no primeiro e segundo ano de desenvolvimento do experimento.

C x A – Produtividade (Kg ha^{-1})	ANO 1	ANO 2
Nabo	4176 a A	7426 a B
Crotalária	5616 b A	7234 a B

NS: não significativo ($P>0,10$); *: significativo ($P<0,01$); C.V. : coeficiente de variação Minúscula = coluna; Maiúscula = linha;

Na análise comparativa entre os dois anos experimentais, considerando o aspecto produtividade, observou-se que o milho no 1º ano apresentou produtividade superior em 1440 kg ha^{-1} quando cultivado sob a planta de cobertura crotalária.

Porém, tal fato não foi verificado no segundo ano, ou seja, a produtividade do milho foi igual sob o cultivo de ambas as plantas de cobertura. Pode-se verificar ainda que a produtividade do milho quando cultivado sob a planta de cobertura nabo apresentou 3250 kg ha^{-1} superior no segundo ano. Isso foi constatado também para cultivo do milho sob planta de crotalária um aumento na produtividade de 1618 kg ha^{-1} no segundo ano de cultivo.

Analisando a mesma variável para a cultura da crotalária constatamos que a produtividade da cultura do milho, no segundo ano do experimento, foi de 7.234 kg ha^{-1} , aproximadamente 22,3% maior que a do primeiro ano do experimento. Silva et al. (2006) em estudo sobre o manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho concluíram que o cultivo de milho, em sucessão à crotalária, proporcionou maior produtividade de grãos e quantidade de N na planta em relação ao pousio e ao milheto.

Estes dados evidenciam que houve aumento na produtividade da cultura do milho sob as duas culturas de cobertura no segundo ano de realização do experimento em relação ao primeiro.

Analisando as Figuras 6 e 7, que nos apresentam a pluviosidade e temperatura média ocorridas no período de outubro de 2010 a março de 2011, correspondendo ao primeiro ano do experimento e, de outubro de 2011 a março de 2012 correspondendo ao segundo ano do experimento, podemos perceber que no primeiro ano a pluviosidade foi menor associada a uma maior temperatura média máxima, diferentemente do segundo ano do experimento onde constatamos pluviosidade maior e temperatura média máxima menor.

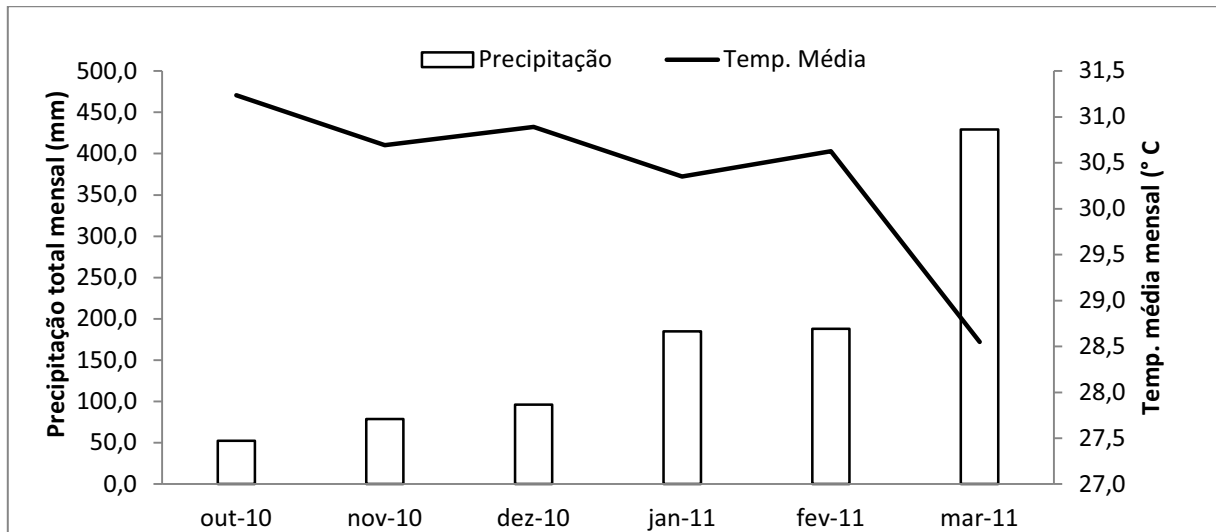


Figura 6. Precipitação/temperatura média mensal out. 2010 a mar. 2011. Fonte – Estação automatizada unidade I - Campus Uberaba - IFTM

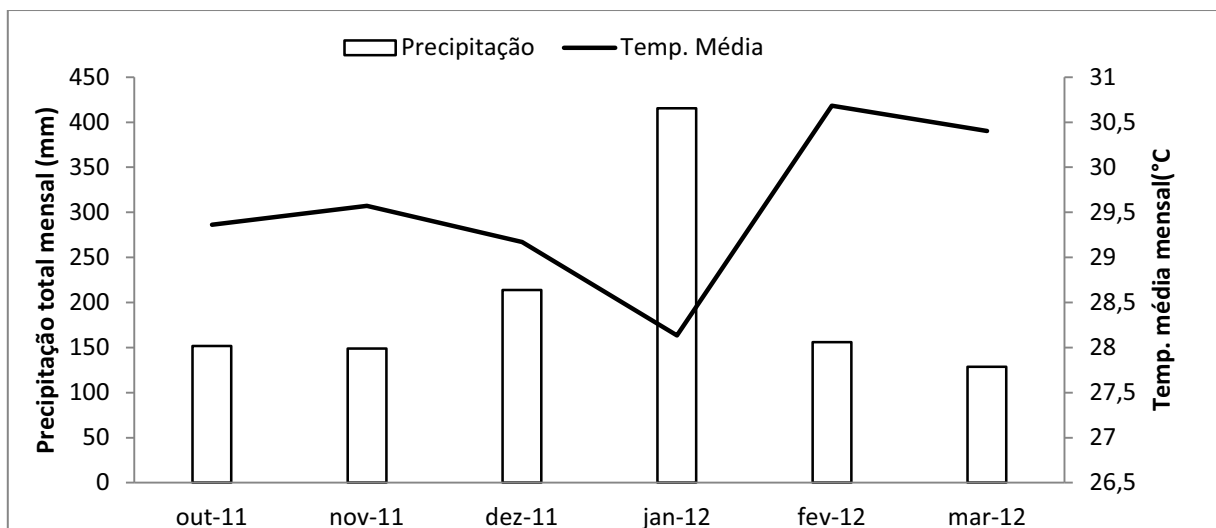


Figura 7. Precipitação/temperatura média mensal out. 2011 a mar. 2012. Fonte – Estação automatizada unidade I - Campus Uberaba - IFTM

Este período coincide com a implantação e desenvolvimento das culturas de cobertura, nabo forrageiro e crotalária, bem como na fase de plantio e germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho fatores que pressupomos ter também interferido nos valores de matéria seca inicial das culturas de cobertura e da própria cultura do milho.

Na Tabela 12 é apresentado o teste de média para a variável altura de inserção da espiga sob as plantas de cobertura no primeiro e segundo ano do experimento.

Tabela 12. Teste de média para altura de inserção da espiga em função das plantas de cobertura no primeiro e segundo ano de desenvolvimento do experimento.

C x A – AIE (m)	ANO 1	ANO 2
Nabo	1,06 a A	1,11 a A
Crotalária	1,16 b A	1,13 a A

NS: não significativo ($P>0,10$); *: significativo ($P<0,10$); C.V.: coeficiente de variação Minúscula = coluna; Maiúscula = linha;

Com base no teste de média apresentado, observou-se que a altura de inserção da espiga da cultura do milho em relação às culturas de cobertura, no primeiro ano de desenvolvimento do experimento, apresentou uma diferença maior na crotalária de 10 cm, que corresponde a aproximadamente 8,2%. No segundo ano essa variável (AIE) não apresentou diferença significativa na cultura do milho sob ambas as plantas de cobertura. Verifica-se ainda que não houve variabilidade na altura de inserção da espiga de milho cultivado sob ambas plantas de cobertura de um ano para o outro (ano 1 e 2).

Considerando a afirmação de Marchão et al. (2005), que para não haver maiores danos, especialmente às culturas intercalares, a altura de inserção da espiga na cultura do milho deve se apresentar com o mínimo de 1,0 m, possibilitando a colheita mecanizada, esta iteração constatada em nosso estudo, onde a menor altura é 1,06 m não interferiu em outros aspectos, especialmente na produtividade da cultura do milho.

A Tabela 13 apresenta o teste de média para a variável altura de inserção de espiga, em função das três profundidades de deposição de adubo, para o primeiro e segundo ano do experimento.

Tabela 13. Teste de média para altura de inserção da espiga em função da profundidade de deposição do adubo para o primeiro e segundo ano do experimento

P x A - AIE	ANO 1	ANO 2
P 1	1,06 a A	1,10 a B
P 2	1,11 b A	1,15 b B
P 3	1,15 b A	1,11 ab A

NS: não significativo ($P>0,10$); *: significativo ($P<0,01$); C.V. : coeficiente de variação Minúscula = coluna; Maiúscula = linha;

Pela Tabela 13, pode-se notar que no 1º ano a altura de inserção da espiga de milho foi em média 7 cm maior nas profundidades de deposição de adubo de 10 e 15 cm. Já no segundo ano essa variabilidade foi menor em torno de 3,5 cm para as mesmas profundidades (10 e 15 cm). Vale ainda ressaltar que a altura de inserção da espiga de milho de um ano para o outro (ano 1 e 2) na profundidade de deposição de adubo (5 cm) foi 4 cm maior no 2º ano. Esse valor também foi verificado na profundidade de deposição de adubo de 10 cm.

Teoricamente a altura de inserção da espiga deveria ser semelhante considerando as características da variedade utilizada: variedade DKB 175 VTPRO, altura de inserção de espiga de 1,10 a 1,25 m, altura de planta de 2,20 a 2,30 m, folhas semi-eretas, grão semi-duro amarelo-alaranjado, ciclo de 120 dias, população de 50.000 a 65.000 plantas ha⁻¹.

Em nosso experimento a menor altura de inserção da espiga foi de 1,06 m, sendo superior ao mínimo de 1,0 m citado por Marchão et al. (2005), o que significa que podemos disponibilizar o adubo na menor profundidade sem afetar a colheita mecanizada.

5. CONCLUSÕES

- Das plantas de cobertura estudadas a que proporcionou melhor cobertura do solo foi a crotalária.
- A crotalária foi a planta de cobertura que proporcionou a maior população final no cultivo do milho.
- O diâmetro do colmo e a produtividade foram maiores tanto na planta de cobertura, crotalária, quanto na profundidade de deposição do adubo de 5 cm.
- O fator profundidade de deposição do adubo não interferiu na maioria dos parâmetros estudados, portanto a profundidade de deposição do adubo recomendada para o plantio do milho na região de cerrado é a menor.

6. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; DE PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.277-288, 2000.

ALONÇO, A. dos S.; FERREIRA, O.O. Incorporação profunda de fertilizantes e calcário: sua influência na produção de milho (*Zea Mays* L.) sob stress hídrico e sobre algumas propriedades físicas e químicas de um solo de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., Londrina, 1991. **Anais**. Londrina: SBEA, 1992. p.1206-1225.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Brasília, v.22, p.25-36, 2001.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de Adubação Nitrogenada para Milho no RS e SC Adaptada ao uso de Culturas de Cobertura do Solo Sob Sistema de Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 26; p. 241-248, 2002.

BERTOLONI, E. V.; GAMERO, C. A.; BEZEZ, S. H. **Desempenho da cultura do milho em diferentes manejos do solo sobre cultura vegetal de nabiça**. Engenharia Agrícola, Botucatu, v. 21 n. 1, p. 34-49, 2006.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 843-851, 2008.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).

CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p.65-94. (Circular, 101).

CALEGARI, A. **Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para a sua adoção.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: F. B. P. D. P., 2000. p.145-152.

Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, Produção de Informação, 1999, 412 p.

CERETTA, C.A. Adubação nitrogenada no sistema plantio direto: Sucessão aveia/milho. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2., Ijuí, 1998. **Anais.** Passo Fundo, Aldeia Norte, 1998. p.49-62

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; HERBES, M. G.; POLLETO, N.; SILVEIRA, M. J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.49-54, 2002.

CERVI, E. U. A revolução da palha. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.73, p.8-12, 2003.

CHAIB, S. L.; BULISANI, E.A.; CASTRO, L. H. S. M. Crescimento e produção do feijoeiro em resposta à profundidade da aplicação de adubo fosfatado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.817-822, 1984.

CHAILA, S. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y control. **Malezas**, Buenos Aires, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

COELHO, A. M.; CRUZ, J.C. & PEREIRA FILHO, I. A. Rendimento de milho no Brasil: Chegamos ao máximo. In: SIMPÓSIO DE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 3., Piracicaba, 2002. **Anais.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. CD-ROM.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, Ministério da Agricultura e Abastecimento: **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, nono levantamento**, junho de 2012 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab, 2012.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

DALMEYER, A. U. Opções na semeadura. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v.1, n.2 p.6-9, 2001.

DA ROS, C. O. **Plantas de cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio para o milho em plantio direto**. 1994, 85f, Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1993.

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

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1985. 96p. (IAPAR. Documentos, 9).

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Produção de Informação, Brasília, 1999. 412 p.

FABIAN, A. J.; CORÁ, A. J.; TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; LOOS, A. **Produção e Decomposição de Fitomassa de Plantas de Cobertura em Plantio Direto no Cerrado**. In: XVII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA, Rio de Janeiro-RJ, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro-RJ, SBCS/EMBRAPA Solos-RJ, 2008. CD-ROM.

FANCELLI, A. L. **Cultura do milho é fundamental na estabilidade do sistema plantio direto**. Plantio Direto, Passo Fundo, n. 67, p. 10-2, 2002.

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

FAVA, B.B. **Perdas na colheita mecanizada de milho em três sistemas de manejo**. 40 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Evolução do plantio direto no Brasil**. Disponível em:
<http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html>. Acesso em 13 de maio de 2012.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELLOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.22, n.2, p.247-254, 1998.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. Software.

FILHO, J. S.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CAVALHO, A. M.; Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa. Agropecuária . Brasileira**. Brasília, 2004, vol.39, n.4, p. 327-334.

FORMENTINI, E. A., **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**, Vitória, ES. INCAPER, 27p. 2008.

FURLANI, C. E. A. **Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na cultura do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris L.*). 2000, 218f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

FURLANI, C. E. A., GAMERO, C. A., LEVIEN, R., LOPES, A. Resistência do solo à penetração em preparo convencional, escarificação e semeadura direta em diferentes manejos da cobertura vegetal. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v. 23, n.3, p.579-87, set/dez. 2003.

FURLANI, C. E. A.. **Sistemas de manejo e rotação de culturas de cobertura em plantio direto de soja e milho**. 2005. 99f. Tese (Livre-docência em Máquinas Agrícolas), Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FURLANI, C. E. A.; JÚNIOR, A. P.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.456-462, 2007.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; PRETE, C. E. C.; RALISCH, R.; GUIMARAES, M. S. As plantas daninhas e a semeadura direta. **Circular Técnica** Londrina: Embrapa Soja, v. 33, p 1-59, 2001.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. D. do; Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1097-1104, 2003.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A. P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto: II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 751-762, 2004.

GROTTA, D. C. C. **Desenvolvimento operacional de semeadora-adubadora e perdas na colheita do milho em sistema plantio direto**, 2008, 93f, Tese (Doutorado Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

GUIMARÃES, C. M.; CASTRO, T. de A. P. Sistema radicular do feijoeiro condicionado aos efeitos da profundidade de aplicação e tipo de adubo fosfatado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., 1982, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA–CNPAP, 1982. p. 138-141.(EMBRAPA–CNPAP. Documentos, 1).

GUIMARÃES, C.M.; CASTRO, T. de A.P. Sistema radicular do feijoeiro condicionado aos efeitos da profundidade de aplicação e tipo de adubo fosfatado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAP, 1982. p.138-141. (Documentos, 1).

HERNANI, L. C.; PITOL, C.; ENDRES, V. C.; SALTON, J. C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1995. 93p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 4).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Censo Agropecuário**, resultados preliminares, Rio de Janeiro, p. 1-146, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: Comunicação Social 06 de maio de 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil: **Milho – produção, área colhida e rendimento médio - 1990-2005**. Produção agrícola municipal. Secretaria de política agrícola. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: mai. 2012

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: Comunicação Social 06 de maio de 2011.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. Plantas daninhas na cultura do milho. **Circular Técnica**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; TEIXEIRA, M.G.; CHAGAS, J.M.; CASTRO, T. de A.P.; GUIMARÃES, C.M. Profundidade de incorporação de adubos para feijão (*Phaseolus vulgaris*L.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, 1982. **Anais**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1982. p.142-143. (Documentos, 1).

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO. D.; RIBEIRO C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 97-104, 2000.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃO, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1995. (Circular técnica, nº 20).

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.2, p.93-101, 2005.

MARTINS, R. M. G.; ROSA JUNIOR. E. J. Culturas antecessoras influenciando a cultura do milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 27, n. 2, p. 225-232, 2005.

MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. **Aspectos socioeconômicos da cultura do milho**. In: **MILHO: informações técnicas**. Circular Técnica do Centro de Pesquisa Agropecuária Oeste/EMBRAPA, n. 5, p. 13-38, 1997.

MIYASAKA, S. **Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características.** In: FUNDAÇÃO CARGILL. Adubação verde no Brasil. Campinas, 1984. p.64-123.

OHLAND, R. A. A.; SOUSA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; Gonçalves. M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia.** Lavras, v. 29, n. 3, 2005.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; PENATTI, C. P.; PICCOLO, M. C. Decomposição de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.2359-2362, 1999.

OLIVEIRA, M. F. de; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, J. C. Efeito da palha e da mistura atrazine + metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 36, p. 37-41, 2001.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B. e BARROS, N. F. **Fertilidade do solo no sistema plantio direto. Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p.393-486, 2002.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 1079-1087, 2002.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho.** Piracicaba. 2003, 90 f. dissertação (Mestrado em agronomia/Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PASQUALETTO, A.; COSTA, L. M. DA; SILVA, A. A. Influência de culturas de safrinhas em sucessão a cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto sobre a resistência a penetração do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical.** 29(2):27-32, 1999.

PAULETTI, V. **A importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo.** In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 3., 1999, Cruz Alta. **Palestras.** Passo Fundo: Aldeia Norte, p.56-66, 1999.

PECHE FILHO, Afonso. **Mecanização do Sistema Plantio Direto**. O Agrônomo, Instituto Agrônomo Centro de Engenharia e Automação, Informações técnicas. Campinas, 57(1), 2005.

PEREIRA FILHO, I. A. Fatores que interferem no resultado do milho. **Revista Campo e Negócio**, ano 5, n. 68, p. 24-27, out. 2008.

PITOL, C.; SALTON, J C. **Nabo forrageiro**: opção para cobertura de solo. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1993. 4p.

PORTELLA, J. A.; SATTER, A.; FAGANELLO, A. **A regularidade de distribuição de sementes e fertilizantes em semeadoras para plantio direto**. Campina Grande, CONBEA, 1997.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; ARMELIN, M. J. A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, v.77, p.89-102, 2002.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.355-362, 2003.

SÁ, J. C. M. **Evolução da matéria orgânica do solo no sistema Plantio Direto**. In: IV CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE DE SOLO EM PLANTIO DIRETO. 4, 2001. Ijuí. **Resumos de palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 001.p. 5-20.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; LHAMBY, J. C. B. Plantio direto *versus* convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos da cultura em rotação com cevada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa, v. 19, p. 449-454, 1995.

SANTOS, P. S.; SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; CAIONE, G. Adubos verdes e nitrogenados em cobertura no cultivo de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p. 123-134, 2010.

SANTOS, V. S. dos; CAMPELO JUNIOR, J. H.. Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes, em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 91-98, 2003.

SILVA, H. P.; FANTIN, G.M.; RESENDE, I.C.; PINTO, N.F.J.A.; CARVALHO, R.V.. **Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. 2001, Londrina: Iapar, 2001.

SILVA, J. G.; João; K. P.; PEDRO, M. S. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 57, n.1, 2000.

SILVA, R. P.; CAMPOS, M. A. O.; MESQUITA, H. C. B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de milho no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba-MG. **Fazu em Revista**. Uberaba, v.1, n.1, p.3-10, 2004.

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.44, n.1, p.22-28, 2009.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 41, n. 3, p. 477-486, 2006.

SOUZA, L. A.; **Colheita mecanizada de milho: perdas em função do manejo de cultura de cobertura**. 2007. 34 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 3, p. 475-480, 2006.

TORRES, J. L. R.; **Estudo das plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG**. 2003, 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal 2003.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Brasília, 2005, vol.29, n.4, p. 609-618.

TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; PERREIRA, M. G.; ANDREOLI, I. Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação milho-soja em plantio direto. **Revista Brasileira Agrociência**. 2006, v. 12, n.1, p. 107-113. Pelotas, 2006.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J.; PAULA, J. C. **Efeito da temperatura do ar e precipitação pluviométrica na decomposição de plantas de cobertura do Cerrado**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., Gramado, 2007, **Anais...** Gramado-RS, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. CD-ROOM.

UBERABA EM DADOS. Prefeitura Municipal de Uberaba. Edição 2009, cap. 6, Agronegócio, 12 p. Disponível em:
<http://www.uberaba.mg.gov.br/sedet/uberaba_em_dados_2007> cesso em 17 de jul.2012.