

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO DAS PLANTAS DE COBERTURA NA**  
**ROTAÇÃO MILHO-SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO**  
**DIRETO NO CERRADO, NA REGIÃO DE UBERABA-MG.**

**José Luiz Rodrigues Torres**  
Licenciatura em Ciências Agrícolas

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Maio de 2003

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO DAS PLANTAS DE COBERTURA NA**  
**ROTAÇÃO MILHO-SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO**  
**DIRETO NO CERRADO, NA REGIÃO DE UBERABA-MG**

**José Luiz Rodrigues Torres**

**Orientador: Prof. Dr. Itamar Andrioli**

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Maio de 2003

Torres, José Luiz Rodrigues  
T693e      Estudo das plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG/ José Luiz Rodrigues Torres. – Jaboticabal, 2003  
                 xvi, 108 f. ; 28 cm

                 Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2003  
                 Orientador: Itamar Andrioli  
                 Banca examinadora: Mara Cristina Pessoa da Cruz, Marcos Gervásio Pereira, Roberto Kazuhiko Zito, José Frederico Centurion  
                 Bibliografia

                 1. Plantio direto. 2. Plantas de cobertura. 3. Rotação milho-soja. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

                 CDU 631.582:633.18

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

E-mail: [lrtorres@zaz.com.br](mailto:lrtorres@zaz.com.br)

[lrtorres@eafuberaba.gov.br](mailto:lrtorres@eafuberaba.gov.br)

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JOSÉ LUIZ RODRIGUES TORRES** - nascido em 27 de junho de 1965, em Itatiaia-RJ. Licenciado em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1989, bolsista de Aperfeiçoamento de 1989 a 1991. Em março/1991 iniciou curso de mestrado, obtendo o grau de Mestre em Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, em março de 1995 na UFRRJ; professor efetivo da ex - Escola Agrotécnica Federal de Uberaba desde outubro de 1993, atualmente CEFET Uberaba-MG, tem trabalhado com o grupo de pesquisa de Manejo e Conservação do Solo da UFRRJ e do Departamento de Solos e Adubos da Unesp-Jaboticabal-SP desde março de 1999. Vem desenvolvendo projetos com plantas de cobertura e sistema de plantio direto no cerrado e manejo integrado de microbacias hidrográficas.

## HOMENAGEM ESPECIAL

À minha filha

### OS AMIGOS

Nesta madrugada, um gato encontrou o seu amigo, no telhado daquela casa velha no fim da rua.

Ele deu um susto no amigo, que saiu apavorado correndo e miando alto.

Foi um susto horroroso!

Depois de se acalmar, voltou e gritou:

- Que brincadeira sem graça! Não gostei nada !

- Meu amigo, foi só uma brincadeira.

- Brincadeira de mau gosto!!!

- Eu não farei mais, porque amigo que é amigo não magoa um ao outro. Amigo tem que respeitar o amigo.

Eles deram um forte abraço e tudo voltou ao normal naquele telhado da casa velha no fim da rua.

**Ana Luiza de Araujo Torres**  
**Out/2002 (1º serie, 08 aninhos)**

Este trabalho dedico aos meus pais,

**Haroldo R. Torres e Jorgina A.R. Torres**

Para subir mais este degrau tropecei muitas vezes. Em outras quase caí e/ou desisti, mais sempre encontrei mãos estendidas que me levantaram e apoiaram, me incentivando. Na verdade vocês estiverem sempre presentes de corpo e alma todos os dias, me ensinaram a não temer novos desafios e procurar sempre superá-los. Na sua humildade, talvez não imaginem a importância do cumprimento desta nova etapa vencida, por isso mesmo, não encontro uma palavra ou expressão para definir como é importante dedicar-lhes este título.

Ofereço aos meus irmãos,

**Sebastiana, Edmilson, Haroldo filho e Carlos Wagner,**

Ninguém pode imaginar como é bom ter irmãos como vocês! Pessoas simples, que mesmo tão longe, sempre estão torcendo por mim. Receber o carinho e o incentivo que vocês dão mesmo sem terem conta disso é algo difícil de explicar, porém fácil de sentir. Saibam que a linha que nos liga, pode alcançar qualquer distância neste mundo e ela é inseparável.

À minha esposa e à nossa filha, meu maior tesouro,

**Ana Cristina e Ana Luiza**

Pessoas especiais existem...Mas vocês são mais que isso! O trabalho e dedicação, a compreensão desmedida que ambas tiveram, fizeram a diferença nesta conquista. **Ana**, sua luta incansável nestes últimos quatro anos, às vezes sozinha, para lapidar nosso maior tesouro, transformaram a Aninha nesta gatinha meiga, doce e amorosa, que em nenhum momento reclamou a ausência do pai..... **EU AMO VOCÊS.**

Ao meu sogro e à minha sogra,

**José Luiz e Maria Aparecida**

Meus segundos pais, vocês realmente são bem diferentes...Até hoje não entendo como me adotaram como filho, de uma maneira tão rápida, sincera e duradoura. Vocês também tiveram uma grande importância nesta nova etapa conquistada, pois como verdadeiros pais, sempre estiveram presentes em todos os momentos, sempre com as mãos estendidas, não deixando que eu desanimasse, sempre serei grato por este carinho.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP-Campus de Jaboticabal, pelo apoio e toda a infra-estrutura necessária para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Itamar Andrioli, pelo apoio, liberdade de ação na condução dos trabalhos, sugestões, amizade, confiança e agradável convivência.

Ao amigo e conselheiro Marcos Gervásio Pereira, que deixou de lado suas férias para me auxiliar em vários momentos do trabalho, cedeu sua casa, seu tempo e seus conhecimentos, sou-lhe muito grato.

Ao José Carlos Polidoro, que mesmo sem nos conhecermos, me recebeu, orientou e executou a maioria de minhas análises estatísticas, sempre terá minha gratidão.

Aos professores Mara Cristina, Centurion e Marcos Gervásio e ao pesquisador da EPAMIG Roberto K. Zito por participar de minha banca de tese.

Ao amigo Adelar José Fabian, parceiro inseparável, co-responsável deste trabalho, conseguimos formar uma linha de pesquisa, mesmo com a descrença de muitos, que vem dando bons frutos.

Aos amigos do CEFET Uberaba, Gois, Tomiko, Celso, Vera Abdala, Maria Amélia, Olegário, Edilene, Elaine, Waldemar, Alaíde, Jones, Antônio, Paulo Roberto, Minéu, especialmente ao Jorge Antônio, amigo inseparável desde o mestrado na UFRRJ, obrigado pelo incentivo constante.

Aos alunos do CEFET Uberaba, Renato, Luiz Fernando, Junior, Wender, Endrigo, Fernando, Marilia, Elizabeth e aos vários outros aqui não citados que foram fundamentais em todo o desenvolvimento dos trabalhos de campo.

À Direção Geral do CEFET, pela minha liberação parcial para cursar as disciplinas, ajustando sempre meus horários de acordo com a necessidade.

Aos amigos de viagens para Jaboticabal, Antonia, Antônio Teixeira, Luiz Alberto, Leonardo, Ivan, Rouverson, Alberto, Josafá, Luiz César, Monica, Gilda,

vocês tornaram nossas viagens suportáveis, agradáveis e na maioria das vezes, divertidas.

Aos amigos do Curso, Neto, Maristella, Juju Barilli, Cassiano, Renato, Amauri, Maria Luiza, Wilson Souza, Vinícius, Anamari, obrigado pelo convívio.

Aos servidores do Departamento de Solos, Hoster, Cheirinho, Luiz, Neném, Célia, Maria Ines, Claudia, Adauto, Dejair, vocês tomaram o dia a dia agradável, obrigado por sua amizade e pela ajuda em todos os momentos.

Aos professores do Departamento de solos, Corá, Célia, Coutinho, Júnior, Marcílio, Edemo, dentre outros, também aqueles dos outros departamentos, pelo convívio, ensinamentos e pela troca de informações.

À toda equipe da biblioteca da FCAV/UNESP pela qualidade do atendimento, sempre atentos.

À todos aqueles que, cada qual a sua maneira e importância, contribuíram de forma direta ou indireta para que o projeto deste trabalho se tornasse realidade.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b> .....	01
<b>ABSTRACT</b> .....	03
<b>CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	05
<b>I – INTRODUÇÃO</b> .....	06
1.1 – O plantio direto.....	06
1.2 – O plantio direto nos cerrados.....	08
1.3 – Influência do plantio direto nas propriedades físicas e na degradação dos solos .....	10
1.4 – Plantas de cobertura e produção de biomassa.....	13
1.5 – Decomposição da palha e reciclagem de nutrientes.....	16
1.6 – Temperatura e umidade do solo.....	20
<b>II – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	23
<b>CAPÍTULO II – DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS, LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DE MILHO E SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, EM UBERABA-MG</b> .....	34
<b>RESUMO</b> .....	35
<b>ABSTRACT</b> .....	36
<b>I- INTRODUÇÃO</b> .....	37
<b>II – MATERIAL E METODOS</b> .....	39
<b>III – RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	44
1 – Rendimento de matéria seca (MS), acúmulo de nitrogênio e relação C/N das plantas de cobertura.....	44

2 – Decomposição de resíduos e liberação de N acumulado das plantas de cobertura.....	47
2.1 – Decomposição dos resíduos culturais.....	47
2.2 – Liberação do nitrogênio acumulado.....	52
2.3– Produtividade de milho e soja após as plantas de coberturas.....	55
<b>IV – CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO III – PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB SOLO DE CERRADO.....</b>	<b>66</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>67</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>68</b>
<b>I – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>II – MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>71</b>
<b>III – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>75</b>
3.1 – Distribuição dos agregados em função das coberturas.....	75
3.2 – Diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP).....	80
3.3 – Densidade do solo.....	81
3.4 – Macro e Microporosidade.....	82
<b>IV – CONCLUSÕES.....</b>	<b>85</b>
<b>V – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>86</b>
<b>CAPÍTULO IV – INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA TEMPERATURA E NA UMIDADE DO SOLO NA ROTAÇÃO MILHO-SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO.....</b>	<b>91</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>92</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>93</b>

<b>I – INTRODUÇÃO</b> .....	94
<b>II – MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	95
<b>III – RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	98
3.1– Umidade do solo.....	98
3.2 – Temperatura do solo.....	100
3.3 – Amplitude térmica do solo.....	102
<b>IV – CONCLUSÕES</b> .....	106
<b>V- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	107

## LISTA DE FIGURAS

	Pagina
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>Figura 1.</b> Temperatura e precipitação pluviométrica média obtida junto a Estação Meteorológica da EPAMIG em Uberaba-MG.....	43
<b>Figura 2.</b> Massa seca remanescente dos resíduos dos diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, no ano agrícola 2000/2001, em Uberaba-MG.....	48
<b>Figura 3.</b> Massa seca remanescente dos resíduos dos diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, no ano agrícola 2001/2002, em Uberaba-MG.....	48
<b>Figura 4.</b> Nitrogênio remanescente nos resíduos de diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, no ano agrícola de 2000/2001, em Uberaba-MG.....	53
<b>Figura 5.</b> Nitrogênio remanescente nos resíduos de diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, no ano agrícola de 2001/002 em Uberaba-MG.....	54
<b>Figura 6.</b> Produtividade de milho obtido nas diferentes coberturas nos anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002.....	56
<b>Figura 7.</b> Produtividade de soja obtida nas diferentes coberturas nos anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002.....	57

## CAPÍTULO IV

<b>Figura 1.</b> Temperatura e precipitação média obtida junto a Estação Meteorológica da EPAMIG em Uberaba-MG.....	97
<b>Figura 2.</b> Amplitude térmica do solo, sob o cultivo de soja, a 5 cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.....	103
<b>Figura 3.</b> Amplitude térmica do solo, sob o cultivo de soja, a 10 cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.....	103
<b>Figura 4.</b> Amplitude térmica do solo, sob o cultivo de milho, a 5 cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.....	104
<b>Figura 5.</b> Amplitude térmica do solo, sob o cultivo de milho, a 10 cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.....	105

## LISTA DE TABELAS

Página

## CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.</b> Características químicas do solo (0 a 20 e 20 a 40 cm) na instalação do experimento na área.....	40
<b>Tabela 2.</b> Plantas invasoras verificadas na área sob pousio, ano agrícola 2000/2001.....	41
<b>Tabela 3</b> Produção de matéria seca, nitrogênio acumulado e relação C/N das plantas de cobertura, nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.....	44
<b>Tabela 4.</b> Constante de decomposição (k) e tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da massa seca e N remanescente contido nas coberturas no ano agrícola 2000/2001, sob a cultura do milho, em Uberaba-MG.....	49
<b>Tabela 5.</b> Constante de decomposição (k) e tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da massa seca e N remanescente contido nas coberturas no ano agrícola 2000/2001, sob a cultura de soja, em Uberaba-MG.....	49
<b>Tabela 6.</b> Constante de decomposição (k) e tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da massa seca e N remanescente contido nas coberturas no ano agrícola 2001/2002, sob a cultura do milho, em Uberaba-MG.....	50

<b>Tabela 7.</b> Constante de decomposição (k) e tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da massa seca e N remanescente contido nas coberturas testadas no ano agrícola 2001/2002, sob a cultura da soja, em Uberaba-MG.....	50
<b>Tabela 8.</b> Liberação de nitrogênio acumulado nos resíduos vegetais no primeiro ano de experimento (2000).....	54
<b>Tabela 9.</b> Liberação de nitrogênio acumulado nos resíduos vegetais no segundo ano de experimento (2001).....	55

### CAPÍTULO III

<b>Tabela 1.</b> Características químicas do solo em duas camadas (0 a 20 e 20 a 40 cm) na instalação do experimento na área.....	71
<b>Tabela 2.</b> Propriedades físicas do solo da área experimental, nas diferentes profundidades.....	72
<b>Tabela 3.</b> Tipos de coberturas utilizadas, espaçamento e densidades de plantio.....	73
<b>Tabela 4.</b> Plantas invasoras verificadas na área sob pousio, ano agrícola 2000/2001.....	74
<b>Tabela 5.</b> Distribuição de agregados nas parcelas, sob as coberturas, nas profundidades de 0 – 40 cm.....	76
<b>Tabela 6</b> Diâmetro médio ponderado (DMP) obtidos nas profundidades de 0 a 40 cm, em agosto/2002.....	80

<b>Tabela 7.</b> Valores de densidade do solo obtidos sob as diferentes coberturas de solo nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 15, 15 a 20, 20 a 30 e 30 a 40 cm, no período de agosto/2000 a agosto/2002.....	82
<b>Tabela 8.</b> Macroporosidade do solo obtidos sob as diferentes coberturas de solo, após dois anos de implantação do experimento, entre o período de agosto/2000 a agosto/2002.....	83
<b>Tabela 9.</b> Microporosidade do solo obtidos sob as diferentes coberturas de solo, após dois anos da implantação do experimento, entre o período de agosto/2000 a agosto/2002.....	84

#### CAPÍTULO IV

<b>Tabela 1.</b> Teores de umidade do solo nas parcelas sob cultivo de soja no ano de 2000.....	99
<b>Tabela 2.</b> Teores de umidade do solo nas parcelas sob cultivo de milho no ano de 2000.....	99
<b>Tabela 3</b> Produção de matéria seca das plantas de cobertura e massa seca remanescente 320 dias após o plantio no ano agrícola 2000/2001...	100
<b>Tabela 4.</b> Temperatura média do solo obtidas nas parcelas sob cultivo de soja, no período da manhã e tarde, no ano de 2000.....	101
<b>Tabela 5.</b> Temperatura média do solo obtidas nas parcelas sob cultivo de milho a 5 cm de profundidade, no período da manhã e tarde, no ano de 2000.....	101

<b>Tabela 5</b> (continuação). Temperatura média do solo obtidas nas parcelas sob cultivo de milho a 10 cm de profundidade, no período da manhã e tarde, no ano de 2000.....	102
--	-----

## ESTUDO DAS PLANTAS DE COBERTURA NA ROTAÇÃO MILHO/SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, NA REGIÃO DE UBERABA-MG

### RESUMO

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 destes resíduos vegetais. A implantação do plantio direto nestas áreas tem crescido exponencialmente, porém tem sido utilizado como base em dados gerados em outras regiões do País, em outras condições climáticas. O presente estudo teve como objetivo principal estudar as plantas de cobertura mais utilizadas na região, avaliando o tempo de decomposição dos restos culturais, o acúmulo e liberação de nitrogênio por um período de até 320 dias, associando estes dados a produtividade das culturas. Também, fez-se o monitoramento da temperatura e umidade do solo, semanalmente, durante o período de janeiro a junho de 2000 nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm. Após dois anos agrícolas de implantação do experimento, fez-se uma avaliação da influência destas coberturas em algumas propriedades físicas do solo da área. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais, os tratamentos utilizados constaram de sete tipos de coberturas: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), pousio e área sob sistema de plantio convencional (testemunha). Nas subparcelas, após a dessecação das coberturas, plantou-se milho e soja, sendo estas culturas rotacionadas no segundo ano. Dentre as coberturas avaliadas constatou-se o milheto e a crotalária foram as culturas que apresentaram o melhor desempenho com relação a produção de massa seca, acúmulo e liberação de nitrogênio nos períodos avaliados e a aveia preta foi a cultura que apresentou o pior desempenho com relação a estes parâmetros; a maior liberação de nitrogênio ocorreu

até os 42 dias após a dessecação, para todas as culturas. Aveia apresentou a maior relação C/N, conseqüentemente a menor taxa de decomposição durante todo o experimento. Com relação às propriedades físicas, poucas alterações significativas foram constatadas, porém, observou-se que independente da cultura, as diferenças de agregação do solo ocorreram na classe de menor tamanho (0,13mm) nas profundidades de 5 a 10, 10 a 15 e 20 a 30 cm; com relação a macroporosidade e a densidade do solo, não foram encontradas diferenças significativas; para microporosidade, observaram-se diferenças apenas na camada de 5 a 10 cm de profundidade; Ocorreram diferenças significativas com relação à umidade do solo nos meses avaliados, sendo os menores valores de umidade verificados nos meses de abril, maio e junho. Os efeitos da temperatura do solo se manifestaram, principalmente, nos meses de maio e junho; na parte da tarde, as temperaturas a 5 cm sempre foram maiores do que a 10 cm de profundidade. Na parte da manhã não ocorreram diferenças significativas nas duas profundidades avaliadas.

**Palavras-chave:** cobertura vegetal, resíduos culturais, decomposição, propriedades físicas. gramíneas , leguminosas

## STUDY OF COVERING PLANTS IN THE CORN/SOYBEAN ROTATION IN NO TILLAGE SYSTEM, IN UBERABA (MG) CERRADO AREA

### ABSTRACT

The establishment of covering cultures for formation and maintenance of the cultural residues in the soil surface, mainly in the cerrado areas, has been finding some obstacles, because the climatic conditions in these areas favor the decomposition of these vegetable residues. The no tillage system implantation in these areas, has been increasing exponentially, however it has been used as base, the data generated in other areas of the country, in other climatic conditions. The present study had as main objective to study the covering plants more used in this area, evaluating the time of decomposition of cultural remains, the accumulation and liberation of nitrogen for a period up to 320 days, associating these data to the productivity of the cultures. Also, it was made the observation the soil of temperature and humidity, weekly, during the period of January to June 2000, in the depths of 0 - 5 and 5 - 10 cm. After two agricultural years, it was made an evaluation of the influence of the covering plants in some physical soil properties in the area. The experimental design was random blocks, with subdivided plots and four repetitions. The treatments used consisted in eight covering types: pearl millet (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgun (*Sorghum bicolor* L. Moench), pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and black oat (*Avena strigosa* Schreb), fallow land, area in conventional system. In the subplots, after the covering plants dessecation, it was planted corn and soybean, and these cultures were rotated in the second year. Among the appraised coverings it was verified that millet and the sunn hemp were the cultures that presented the best score in dry mass production. Nitrogen accumulation and liberation in the appraised periods. Black oat was the plant covering that presented the worst results with relationship of these parameters> The largest nitrogen liberation happened 42 days after the dessecation, for all cultures. Black oat presented the largest C/N relationship, consequently the smallest decomposition rate,

during whole experiment. In relationship to physical properties, few significant alterations were verified, however, it was observed that independent of the culture, the differences in soil aggregation happened in the small size class (0,13mm) in the depths of 5 - 10, 10 - 15 and 20 - 30 cm. The soil macroporosity and density values, were not found significant differences; for microporosity, it was just observed differences in the of 5 - 10 cm layer. ; There were significant differences in soil humidity results in monthly avaliations, occoring small values in April, May, June months. Consequently, the soil teperatures oscillation were greater in these periods, also rellated to the culture residues. It was too observed that in afternoon, the temperatures in 5 cm depth, was always significatively larger than that of 10 cm. What di not, occured in these layers, in the morning.

Keywords: covering vegetable, cultural residues, decomposition, physical properties, grasses, leguminosae

## **CAPÍTULO I**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## **I - INTRODUÇÃO**

### **1.1 – O plantio direto**

O aumento da população mundial, principalmente nos países subdesenvolvidos, aliados à crescente demanda por alimentos, promoveram profundas mudanças na agricultura. Estas mudanças podem ser constatadas pelo uso de novas tecnologias na busca de maior produtividade e na expansão das fronteiras agrícolas, com a incorporação de novas áreas de plantio. Paralelamente a esta expansão, em várias áreas, porém, verifica-se uma elevada degradação ambiental. Contrapondo a esta situação também vivenciada na agricultura do Brasil brasileira, introduziu-se o sistema de plantio direto em várias áreas agrícolas, o qual vem se consolidando entre agricultores, técnicos e pesquisadores como uma tecnologia conservacionista, com sistemas adaptados às diversas regiões e níveis tecnológicos, desde o grande agricultor totalmente tecnificado até o pequeno agricultor que usa tração animal.

Segundo MUZILLI (1991), plantio direto é o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas por equipamentos apropriados, com largura e profundidades suficientes para sua adequada cobertura e contato das sementes com o solo. Com isso eliminam-se as operações de aração, gradagem, escarificação e outros métodos convencionais de preparo de solo.

O sistema de plantio direto foi introduzido inicialmente como uma prática de controle de erosão, que vinha degradando os solos em várias regiões, como destacado por MACHADO (1993) citado por FEIDEN (1999) na região de Campos Gerais do Paraná. Porém, após a adoção desta prática agrícola, com o decorrer do tempo observou-se que ocorreu aumento de produtividade das culturas cultivadas, pois a manutenção da palhada na superfície do solo levou a redução de temperatura e de evaporação da água do solo, aumento da capacidade de armazenamento e infiltração de água, aumento da porosidade e do tamanho de agregados. SATURNINO & LANDERS (1997) acrescentam ainda que esta cobertura vegetal também traz benefícios importantes ao meio ambiente, tais como a redução de perdas de solo por

erosão; diminuição do impacto das gotas de chuva protegendo o solo contra a compactação e desagregação; estabilização da temperatura e da umidade do solo favorecendo a sua atividade biológica; aumento do teor de matéria orgânica melhorando a sua capacidade de troca catiônica (CTC) e sua estrutura e conseqüentemente melhorando a sua fertilidade, e agindo como um reciclador de nutrientes.

SILVA et al. (2000) destacam que a adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo, dentre eles o plantio direto e o uso de plantas de cobertura, constituem-se numa importante alternativa para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola dos Latossolos no Brasil.

Nos solos dos cerrados, em sua maioria Latossolos, a fertilidade natural é limitada, devido ao intenso intemperismo que conduziu a uma elevada acidez, associada à pobreza das bases trocáveis e teores de alumínio expressivos. Nestes solos a carência e/ou alta retenção de fósforo, tem sido a principal limitação à produção de alimentos (KAMPRATT, 1977). Associada a baixa fertilidade natural, o intenso revolvimento do solo para a implantação das culturas, coincidindo em geral, com a época de ocorrência de elevadas precipitações, tem provocado ao longo dos anos, expressivas perdas por erosão, como estimado por COGO (1991), na ordem de  $30\text{Mg ha}^{-1}$ , com conseqüências danosas ao meio ambiente. SATURNINO (2001) destaca que a implantação do sistema de plantio direto implica numa seqüência de rotações de culturas ou culturas intercalares em áreas de cultivo perene para reciclagem de nutrientes e formação da palha, abandonando-se as operações tradicionais de preparo de solo, interferindo o mínimo possível na agregação do solo. Apesar dos vários estudos sobre plantio direto, realizados na região sul do País, para as áreas de cerrado, ainda há escassez de informações, o que pode conduzir a erros. Porém, o plantio direto vem sendo implantado no cerrado brasileiro, baseado em dados de pesquisa gerados principalmente na região sul do País, sendo que estes precisam ser melhor avaliados no próprio cerrado.

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivos avaliar a influência de sete tipos de coberturas vegetais, comumente utilizadas no cerrado, na ciclagem de

nutrientes, nas características químicas e físicas do solo, e na produtividade do milho e da soja rotacionadas, bem como a dinâmica de decomposição desta cobertura no ambiente de cerrado.

## **1.2 – O plantio direto nos cerrados**

A partir da década de 40, o registro e uso do herbicida 2,4 D houve a possibilidade de implantar as primeiras formas de cultivo mínimo em algumas propriedades no Paraná, dando início à utilização de apenas implementos escarificadores no preparo do solo. Na década de 50 com a descoberta do herbicida Paraquat, começou a ser possível dessecar toda a palha nas áreas de plantio, conservando-a para proteger o solo e plantar sobre esta palha. Tal fato despertou o interesse dos produtores em adquirirem máquinas que viabilizassem o plantio direto. Houve um grande processo de integração tecnológica entre os segmentos envolvidos no processo produtivo, o que resultou no desenvolvimento do plantio direto na Europa e nos Estados Unidos. No Brasil, a primeira máquina para plantio direto foi importada na década de 60. Produtores pioneiros visitaram propriedades no exterior que utilizavam este sistema de manejo. Técnicos e produtores interagiram na realização de testes, na Região Sul do País iniciando-se as adaptações de plantadoras e semeadoras, o que abriu novas perspectivas do uso deste sistema na agricultura brasileira na década seguinte.

A partir da década de 70, o plantio direto expandiu-se gradativamente no Brasil atingindo um milhão de hectares plantados nos anos de 1989/90 (PEREIRA, 1997), tendo início na região Sul do Brasil e mais recentemente estendendo-se pelo Centro-Oeste brasileiro. De acordo com o Conservation Technology Information Center (1995) citado por SATURNINO & LANDERS (1997), a taxa de expansão do plantio direto nos Estados Unidos (EUA) no último quinquênio foi de 20%, enquanto no Brasil atingiu 36%, área esta equivalente a 12% da área plantada, ou seja, 4,5 milhões de hectares sob plantio direto. Deste total 4% (1,5 milhões de hectares) são na região sob vegetação de cerrados, de um total de 38 milhões de hectares cultivados com culturas anuais.

SATURNINO (2001) destaca que a área sob plantio direto no País atingiu 12 milhões de hectares na safra 99/2000. Dados da EMBRAPA (2002) evidenciam o crescimento da área cultivada sob plantio direto no Brasil para 15 milhões de hectares, destes, 5 milhões nos cerrados (safra 2001/02) e a FEBRAPDP/APDC (2002) projeta uma expansão para mais de 17 milhões de hectares de área cultivada sob plantio direto na safra 2002/03, destes 6 milhões de hectares sendo no cerrado. Levando-se em consideração que 25% do território nacional são áreas de cerrado, pode-se avaliar a possibilidade de expansão do plantio direto nestas regiões.

Apesar das projeções atuais das áreas sob plantio direto no País, a década de 70 ficou marcada por um período de grande instabilidade quanto à sua adoção, e somente a partir da década de 80, quando passou a ser tratado como um sistema de exploração agropecuária, composto por práticas agrícolas inter-relacionadas, é que houve um crescimento expressivo e um grande desenvolvimento de pesquisas visando solucionar problemas ocorridos desde sua implantação. A partir da década de 90, as pesquisas direcionaram-se para as modificações químicas, físicas e biológicas que a manutenção dos resíduos culturais pode promover no solo, embora vários aspectos ainda precisem ser elucidados, em especial nos cerrados do Brasil, devido a sua expressiva contribuição na produção de grãos.

O estabelecimento de culturas de cobertura para formação e manutenção da cobertura morta (palha) sobre o solo nos trópicos, principalmente nos cerrados, tem encontrado alguns obstáculos, pois as altas temperaturas associadas à adequada umidade promovem a rápida decomposição dos resíduos vegetais que são incorporados e os que ficam na superfície do solo. Os solos destas áreas são normalmente de baixa fertilidade, ácidos, com alta capacidade de retenção de fósforo e têm sido manejados convencionalmente há vários anos. Com isso há uma necessidade crescente de desenvolver estudos sobre os sistemas de manejo conservacionistas com proteção superficial permanente destes solos e a melhoria de sua fertilidade (GUIMARÃES, 2000).

### **1.3 - Influência do plantio direto nas propriedades físicas e na degradação dos solos**

O homem, a partir do momento que se tornou agricultor e começou a adotar métodos de preparo do solo, tem-se relacionado diferentemente com o ecossistema, pois passou a tratá-lo como um agroecossistema e a explorá-lo de forma mais intensiva. Com isso tem provocado alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. O uso intensivo dos solos, de forma inadequada, resulta num processo de degradação, tendo como principal consequência a perda de sua capacidade produtiva e a insustentabilidade agrícola (LAL & STEWART, 1992).

Segundo SANCHES (2002), alguns estudos demonstraram que 5 a 7 milhões de hectares de terras agricultáveis, que representam 0,3 a 0,5% do total, são perdidos anualmente pela degradação dos solos, e que a perda projetada a partir do ano 2000 para o cerrado do Brasil é de 10 milhões de hectares/ano, que equivalem a 0,7% da área cultivada anualmente.

OLIVEIRA (1995) destaca vários fatores que contribuem para esta degradação, dentre eles, a compactação dos solos, a baixa capacidade de infiltração de água, problemas relacionados à aeração, redução da fertilidade natural, erosão acelerada e alterações nas populações microbiológicas dos solos, fatores estes que podem ser mitigados com a implantação de uma cobertura vegetal. Com isso ocorrerá deposição de material vegetal na superfície do solo, aporte de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

Diversos estudos comparando o sistema de plantio direto e o de preparo convencional tem sido efetuado, mostrando que a não incorporação dos restos vegetais leva a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como consequência alterações físicas, químicas e biológicas no solo, que irão repercutir na sua fertilidade e na produtividade das culturas (MOODY et al., 1961), resultando num maior acúmulo de matéria orgânica nas camadas mais superficiais do solo. Outras vantagens podem ser observadas além das já citadas, tais como controle de ervas daninhas, a melhoria da agregação do solo e nas condições fitossanitárias das culturas

(MUZZILI, 1981), assim com maior economia de adubação e maquinário (DICK, 1983), de combustível (LANDERS & FREITAS, 2002), na eficiência do uso de fertilizantes (KOCCHANN & SELLES, 1991) e na distribuição dos nutrientes no perfil do solo (MUZZILI, 1981) e corretivos da acidez do solo.

Para VIEIRA (1985) os fatores relacionados com preparo de solo que podem causar modificações físicas no perfil são: intensidade de revolvimento, tipo de equipamento, manejo e decomposição de resíduos culturais, condições de umidade e temperatura no momento do trabalho. Para ABRAÃO et al. (1979), uma das formas de diminuir a alteração da estrutura do solo é reduzir o seu preparo, chegando-se ao plantio direto, que comprovadamente mantém o solo com uma homogeneidade estrutural, devido a pouca mobilização, além de outros benefícios decorrentes da proteção que a palha oferece sobre a superfície.

A estrutura do solo é normalmente conceituada como o agrupamento de partículas sólidas do solo em agregados, os quais são separados dos agregados contíguos por superfícies de fragmentação. A estrutura em si, embora não seja considerado um fator de crescimento para as plantas, exerce influência nos suprimentos de água e ar as culturas, na disponibilidade de nutrientes, na penetração e desenvolvimento das raízes, assim como no movimento de animais do solo, por que afetam a porosidade do solo (HENIN et al., 1976).

A formação e a estabilização dos agregados do solo ocorre mediante a atuação de processos físicos, químicos e biológicos. Estes atuam por mecanismos próprios, nos quais são envolvidas substâncias que agem na agregação e na estabilização. Além de substâncias agregantes, existem os agentes de agregação, representados pelo clima, raízes, microorganismos e pelo próprio tracionamento do solo (SILVA & MIELNICZUCK, 1997). A matéria orgânica é responsável por várias modificações nas condições físicas dos solos, aumentando a faixa de friabilidade; a estabilidade dos agregados, proporcionando-lhes maior resistência à ação desagregadora da água; aumenta a capacidade de retenção de água, facilitando o aproveitamento do fósforo existente na solução do solo; diminui a densidade do solo; reduz o encrostamento superficial e

aumenta a infiltração de água, que reduz o processo de erosão laminar (SILVA et al., 1995).

O baixo revolvimento do solo usado no sistema de plantio direto contribui para o rearranjo das partículas minerais e orgânicas, ocorre a formação de canáliculos naturais oriundos da decomposição do sistema radicular das plantas cultivadas e de vegetação espontânea, além de manter uma cobertura constante sobre o solo, por isto, este sistema tem sido utilizado com sucesso no manejo e conservação do solo e da água, o que tem permitido a abertura de novas fronteiras agrícolas, como os cerrados, onde existem 11 milhões de hectares abandonados em virtude do emprego de sistemas tradicionais de cultivo de solo (BATMANIAN, 1997).

SILVA & CARVALHO (2002) confirmaram o efeito benéfico da cobertura do solo, que dissipou a energia cinética das gotas de chuva, proporcionando controle em até 45% na taxa de salpico, quando comparado ao solo descoberto, evidenciando o controle da erosão.

CENTURION & DEMATTÊ (1985), avaliando os efeitos do sistema de preparo do solo nas propriedades físicas de um solo de cerrado cultivado com soja, concluíram que o plantio direto proporcionou ao solo uma maior agregação, resultando em uma maior disponibilidade de nutrientes na camada de 0 a 10cm, além do que a cobertura de resíduos propiciou melhor germinação e conseqüentemente maior rendimento de grãos de soja, quando comparados aos outros sistemas estudados.

CARVALHO JÚNIOR et al. (1998), estudando as modificações causadas nas propriedades físicas dos solos de cerrado sob diferentes usos agrícolas na região do Triângulo Mineiro, observaram que as áreas apresentavam camadas compactadas e/ou adensadas em sub-superfície, variando apenas o valor da densidade do solo e a profundidade em que a camada ocorre. Porém, o cultivo convencional intensivo em algumas áreas causou o aumento dos valores desta densidade, e a partir de valores como  $1,60\text{kg dm}^{-3}$  puderam ser verificadas reduções na infiltração da água e desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Sistemas de manejo que possibilitem maior manutenção do conteúdo de água disponível para as culturas contribuem para a diminuição do estresse hídrico. Vários

autores observaram que a produtividade do milho em sistema de plantio direto maior que em manejo convencional, provavelmente devido a um período maior de conservação da água no perfil, maior fertilidade explorada pelas raízes e menores perdas de solo (ELTZ et al., 1989).

Fatores físicos do solo, como temperatura, aeração e resistência à penetração de raízes interferem no desenvolvimento das culturas e, conseqüentemente, no seu rendimento. Esses fatores, por sua vez, são influenciados por características como o teor de matéria orgânica, estrutura, textura, distribuição de tamanho dos poros e dos agregados do solo. A estrutura combinada com a textura afeta características físico-hídricas do solo importantes para as plantas, pois a estrutura do solo controla o espaço vazio e a quantidade de água e oxigênio do solo, bem como a sua velocidade de seu fornecimento às raízes (LAVELLE et al., 1992).

Segundo GROHMANN & ARRUDA (1961), uma boa distribuição do tamanho dos agregados do solo estáveis em água, o que lhes atribui boas condições físicas, refletem em uma elevada permeabilidade, retenção de água, aeração, penetração de raízes e conseqüentemente, melhor utilização dos nutrientes. Portanto, a extração de nutrientes em solos tropicais é bastante influenciada pelo regime hídrico do solo, devido ao efeito que a água exerce na decomposição da matéria orgânica e no transporte de nutrientes. Em regiões onde a disponibilidade de água é maior e mais contínua, a nutrição das plantas é melhor, em razão de um transporte mais eficiente dos nutrientes do solo por fluxo de massa e, em especial, por difusão.

#### **1.4 - Plantas de cobertura e produção de biomassa**

A implantação do sistema de plantio direto nas áreas agrícolas cultivadas requer alguns pré-requisitos, porém a rotação e/ou sucessão de culturas é o mais importante. Por isso ela deve ser previamente planejada, pois nas condições de cerrado, temperaturas elevadas associadas à adequada umidade promovem a rápida decomposição dos resíduos vegetais que tanto aqueles que são incorporados quanto os que ficam na superfície do solo (GUIMARÃES, 2000). CALEGARI et al. (1993)

destacam a importância de utilizar plantas que tenham maior relação C/N em seus resíduos, pois sua decomposição será mais lenta.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1996), através do seu Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste, recomenda o uso de culturas de cobertura na sucessão de espécies em sistemas produtivos, que possuem características como: capacidade de produção de grande quantidade de matéria seca; elevada taxa de crescimento; resistência à seca e ao frio; não apresentar problemas de infestação de áreas, facilidade de manejo, possuir sistema radicular vigoroso e profundo para melhor reciclar os nutrientes, e elevada relação C/N. Dentre as espécies vegetais, que podem variar em função da região e da época de semeadura (outono e primavera), pesquisadores destacaram milho, aveia-preta, nabo forrageiro, sorgo, girassol e o teosinto, alternadas com leguminosas de verão, como soja, mucuna-preta, feijão-bravo-do-ceará, crotalária e feijão guandu.

Vários trabalhos associam a rotação de culturas com a produção de biomassa, devido à decomposição do material depositado na superfície ser maior em regiões de clima tipicamente tropical, tornando-se necessários maiores aportes (SÁ, 1993). Para a região Sul do Brasil, SÁ (1995) na região de Castro-PR estimou um aporte anual de  $6\text{Mg ha}^{-1}$  de massa seca de resíduos culturais para recompor a quantidade de matéria orgânica perdida devido à oxidação. SEGUY & BOUZINAC (1992) citados por SÁ (1995), em solo de região de cerrado, sugerem a necessidade de atingir com o programa de rotação de culturas, a produção de 11 a  $12\text{Mg ha}^{-1}$  de massa seca de resíduos culturais por ano, devido à alta taxa de decomposição. DAROLT (1998) destaca que no sistema de plantio direto é indispensável um esquema de rotação de culturas bem planejado, de maneira que possa propiciar uma quantidade mínima de  $6\text{Mg ha}^{-1}$  de matéria seca sobre o solo, porém AMADO (2000) destaca que há uma necessidade de 10 a  $12\text{Mg ha}^{-1}$ .

Algumas plantas de cobertura têm um alto potencial de produção de matéria fresca, como destacam ALCÂNTARA & BUFARAH (1998), citando que o milho pode produzir de 35 a  $55\text{Mg ha}^{-1}$  e o sorgo de 60 a  $70\text{Mg ha}^{-1}$ , sendo que estas plantas são mais utilizadas, devido a sua alta relação C/N e boa produção de matéria seca. Em

condições de cerrado, CAIXETTA (1999) obteve 52,05Mg ha<sup>-1</sup> e 47,7Mg ha<sup>-1</sup>, OLIVEIRA (2001), 45,8 e 77,2Mg ha<sup>-1</sup>, MORAES (2001) 28,58Mg ha<sup>-1</sup> e 42,33Mg ha<sup>-1</sup>, para estas culturas, respectivamente.

Vários trabalhos vêm sendo conduzidos associando a produção de matéria seca e o tempo de decomposição da palhada em várias culturas de cobertura, mostrando que há uma grande variabilidade de resultados, às vezes dentro da mesma região.

FRANÇA & MADUREIRA (1989), mostraram que o cultivo do milheto com diferentes doses de NPK levou a uma variação entre 3,7 a 10,2Mg ha<sup>-1</sup> na produção de matéria seca, com corte aos noventa e três dias após a emergência. Esse trabalho sustenta a posição de que esta gramínea é uma excelente recicladora de nutrientes, e que pode ser utilizada em sistemas de rotação de culturas como grande fornecedora de biomassa vegetal regeneradora dos solos tropicais.

SEGUY & BOUZINAC (1995), estudando a semeadura direta em sistemas de rotação de culturas utilizando gramíneas e leguminosas, constataram que o uso do milheto comum proporcionou produções que variaram entre 3,3 a 10Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca desta gramínea, estando estes valores associados à fertilidade do solo. O milheto, segundo os autores, semeado tanto no início da estação chuvosa (setembro), como em sucessão a cultura de verão (safrinha), compete com as invasoras, abafando-as. Por apresentar um enraizamento profundo (1,4 a 1,5m), é considerado um perfeito reciclador de nutrientes, contribuindo consideravelmente com a biomassa depositada sobre a superfície do local de cultivo após a dessecação com herbicidas.

PELÁ (2002) avaliando seis plantas de cobertura (braquiária, milheto, crotalária juncea, mucuna preta e guandu) e uma área de pousio, em duas épocas de manejo, na região de Jaboticabal-SP, observou que o milheto apresentou as maiores médias entre os tratamentos quanto à produção de matéria seca inicial, com 1023,0 e 4019,4kg ha<sup>-1</sup>, na 1ª e 2ª época, respectivamente, porém na média das duas épocas não diferiu significativamente do pousio (1788,9kg ha<sup>-1</sup>) e da Crotalária juncea (1641,8kg ha<sup>-1</sup>). Já para o guandu (308,2kg ha<sup>-1</sup>) e braquiária (194,2kg ha<sup>-1</sup>) foram verificadas as menores produções de matéria seca, além de apresentarem um crescimento inicial muito lento.

Os valores encontrados pelo autor foram inferiores a maioria daqueles verificados na literatura.

### **1.5 - Decomposição da palha e reciclagem de nutrientes**

A ciclagem biológica dos nutrientes (planta - palhada - solo), é um mecanismo bem desenvolvido em ecossistemas florestais, resultando na conservação de nutrientes no sistema, permitindo a sobrevivência e a produção de grande quantidade de biomassa mesmo em ambientes com solos relativamente pobres. Com o sistema de plantio direto, ocorre um mínimo de movimentação do solo, tendendo a uma conservação de nutrientes, sendo o sistema que mais se aproxima de um ecossistema natural. A manutenção da palhada sobre o solo e sua posterior decomposição é uma variável importante na ciclagem de nutrientes e o conhecimento da sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, o que resultará numa mais eficiente utilização de nutrientes pelas culturas e na redução dos impactos negativos ao meio ambiente.

MORAES (2001) destaca que a eficácia do sistema de plantio direto está relacionada à quantidade e à qualidade da palhada produzida pelas plantas de cobertura. A persistência destes resíduos ao longo do tempo, após o manejo das culturas, é fundamental para a manutenção da cobertura do solo, podendo influenciar em suas características físicas, químicas, hídricas e na erosão, e conhecer a dinâmica da decomposição da palha é de fundamental importância para se fazer o planejamento de práticas conservacionistas.

Durante o processo de decomposição da cobertura vegetal (palhada), esta sofre influência de vários fatores, respondendo diferentemente ao ambiente do solo. Aqueles resíduos que permanecem na superfície do solo decompõem-se mais lentamente, quando comparados àqueles que são incorporados pelas operações de preparo. Vários fatores afetam a decomposição de materiais adicionados ao solo, porém a velocidade com a qual determinado substrato é decomposto, depende de sua composição química e das condições do ambiente, principalmente temperatura e umidade do solo. ROMAN

& VELLOSO (1993) destacam que temperatura, oxigênio, umidade, pH, nutrientes e a relação C/N dos resíduos culturais estão entre os principais fatores que determinam a taxa de decomposição, porém a relação C/N é um dos mais importantes, especialmente em sistemas conservacionistas de manejo do solo.

O conteúdo em nitrogênio ou a relação C/N podem ser utilizados como índices de taxa de decomposição, embora não sejam os únicos. Os teores de lignina nos restos culturais também podem ser empregados para prever a velocidade com que estes resíduos vão ser decompostos.

Estudos de decomposição em geral são feitos por meio da incubação do material vegetal com solo, em laboratório ou em campo. A taxa de decomposição pode ser estimada através da perda de peso, causado pela liberação de CO<sub>2</sub> ou com uso de carbono ou nitrogênio marcados.

É muito comum acondicionar resíduos vegetais em sacos de fibra de náilon, utilizando telas com 2mm de diâmetro. DOUGLAS JUNIOR et al. (1980) e HENROT & BRUSSAARD (1997) destacam que estas práticas não promovem alterações significativas quando comparadas às condições de campo. STOOT et al. (1990), no entanto, afirmam que estas sacolas causam um impedimento físico à entrada de certos componentes da fauna do solo, a colonização por fungos, a diminuição na lixiviação da palhada e a proteção contra as gotas de chuva. SCHUNKE (1998), em ampla revisão, destaca que apesar do método poder subestimar a decomposição real, tem-se assumido que os resultados destes estudos refletem com confiabilidade as características da decomposição do material em seu habitat normal, podendo ser utilizado para comparações entre espécies, regiões e outras avaliações mais elaboradas.

Para PALM & SANCHEZ (1990), um dos principais indicadores utilizados para medir a decomposição do material orgânico aportado ao solo, são as avaliações diretas, através de medidas de perda de massa em bolsas de tela (litter bags). Alguns parâmetros químicos podem ser utilizados para avaliar a decomposição do material orgânico aportado ao solo, porém não existe um consenso na literatura sobre qual seria o melhor indicador da decomposição, sendo que tanto a concentração de nitrogênio

como as relações C/N e lignina/N são sugeridas por alguns autores (MELLILO et al., 1982; BERG, 1986; TAYLOR et al., 1989; TIAN et al., 1992).

BROWN & DICKEY (1970), estudando a taxa de decomposição da palhada de trigo, sob diferentes formas de manejo (com e sem incorporação) observaram um maior percentual de resíduos vegetais, onde foi realizada a incorporação da palha ao solo. Estudando o assunto, num período de dois anos, DOUGLAS JUNIOR et al. (1980) observaram uma perda de massa de 31% no resíduo de trigo mantido na superfície do solo, influenciada pela temperatura e umidade. Assim, mostraram que houve uma relação linear entre a quantidade de resíduos culturais sobre a superfície e o tempo de exposição destes resíduos, e concluíram que para prever uma taxa de decomposição de resíduos culturais no solo ao longo do tempo, devem-se utilizar modelos de regressão linear, relacionando quantidades de resíduos e períodos de tempo.

AMADO et al. (2002) destacam que resíduos de gramíneas, quando adicionados à superfície do solo, apresentam decomposição mais lenta, quando comparado com leguminosas e crucíferas. Sugeriram que isto ocorre devido à alta relação C/N das gramíneas e em muitos casos a reduzida disponibilidade de N mineral do solo. SILVA et al. (1997) avaliaram a taxa de decomposição do adubo verde em solo sob cerrado nativo e solos descobertos, observaram que a taxa de decomposição da crotalária foi de 61,3% ; guandu – 61,9% ; mucuna preta – 65,6% e braquiária de 78,9% e concluíram que quanto maior a taxa de decomposição maior será a incorporação deste material ao processo de humificação.

SCHOMBERG et al. (1994) afirmam que, em linhas gerais, a decomposição de resíduos vegetais libera de 55 a 70% do carbono para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub>, 5 a 15% deste elemento é incorporado na biomassa microbiana e os 15 a 40% restantes são estabilizados na forma de húmus.

BERTOL et al. (1998), estudando a persistência dos resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta em dois municípios de Santa Catarina, coletando amostras dos resíduos de aveia e milho durante 180 e 225 dias, respectivamente, numa área de 0,24m<sup>2</sup>, em intervalos regulares de 45 dias entre amostragens, observaram que após o período de 80 dias, o resíduo de aveia

apresentou diminuição de 80% na massa e de 60% na cobertura, em ambos os locais estudados. O resíduo de milho teve a massa diminuída em 64% em Lages/SC, e em 80% em Lebon Regis/SC, e a cobertura diminuída em 40%, em ambos os locais, após o período de 225 dias. As taxas de decomposição dos resíduos culturais de aveia e milho foram, respectivamente, 100 e 90% maiores nos primeiros 45 dias do que no restante do período experimental, na média, nos dois locais estudados.

TIAN et al. (1993) classificam os resíduos vegetais em três tipos: os de alta qualidade apresentam relação C/N baixa e baixos teores de lignina como as leguminosas, que proporcionam um efeito mais direto na produtividade das culturas, porém decompõem-se mais rapidamente, resultando em baixa porcentagem de cobertura de solo; os de qualidade intermediária são aqueles cuja palhada promove uma proteção do solo por um período mais longo; e os de baixa qualidade os que apresentam alta relação C/N e altos teores de lignina como as espécies lenhosas, que permanecem por mais tempo na superfície do solo, protegendo-o indiretamente. Estudos têm demonstrado que a concentração de carbono e de nitrogênio, a relação C/N, o conteúdo de lignina, a relação lignina:N, o conteúdo de polifenóis, e a relação polifenóis: N tem influência direta na decomposição dos resíduos vegetais (MOORE 1986; FOX et al., 1990; HEAL et al., 1997).

ESPÍNDOLA et al. (1998) desenvolveram um ensaio de decomposição *in situ* da parte aérea de algumas leguminosas herbáceas perenes, utilizando sacolas de nylon (litter bags) com abertura de 2mm, distribuídas aleatoriamente na superfície das parcelas. As taxas de perda de massa seca e nutrientes foram monitoradas através de coletas realizadas em períodos seqüenciais (5; 10; 15; 30; 60; 90; 120 e 150 dias após a distribuição das sacolas). As perdas de massa seca e de N seguiram um modelo exponencial do tipo  $C=C_0e^{-kt}$ , onde C é a massa seca ou a quantidade de N remanescentes (%) no tempo t,  $C_0$  a massa seca ou a quantidade de N num momento inicial e k a constante de decomposição. De uma forma geral, as leguminosas apresentaram maiores teores de N e menores relações C/N e teores de celulose quando comparadas à vegetação espontânea.

SÁ (1993) destaca que a relação C/N das culturas em uma rotação influi na taxa de mineralização dos resíduos orgânicos, na mobilização e na liberação de N no solo. A decomposição é inversamente proporcional ao teor de lignina e a relação C/N, pois quanto maior este teor mais lento será a decomposição dos resíduos depositados na superfície. Assim, resíduos com relação C/N maiores que 25 formam coberturas mais estáveis no solo, enquanto que menores que 25 decompõem-se mais rapidamente.

Os teores de carbono (carboidrato ou lignina), nitrogênio e fósforo, assim como a relação C/N e C/P do material vegetal são os parâmetros mais utilizados em estudos de decomposição. Diversos autores têm sugerido níveis críticos, principalmente de relação C/N, por volta de 30 a 40: 1 (VIGEL e KISSEL, 1988), e por volta de 15 a 25:1 (ENWEZOR, 1967), que separam o predomínio da mineralização ou da imobilização, durante a decomposição.

Embora muitos trabalhos venham sendo desenvolvidos no tocante a decomposição da palhada, estes concentram-se na região sul do Brasil, existindo ainda uma carência de dados produzidos em ambiente de cerrado.

## **1.6 - Temperatura e umidade do solo**

A temperatura e a umidade do solo são afetadas por vários fatores, entre os quais a radiação solar incidente, a precipitação e a quantidade de água que infiltra. A superfície do solo é o principal receptor da radiação solar e atmosférica, sendo também um emissor, com um balanço variável ao longo do tempo. No período entre as 6 e as 17 horas do dia, esse balanço apresenta um excesso disponível para o aquecimento do ar, para o aquecimento do interior do solo e para o calor latente responsável pela evaporação. Os fluxos de calor do solo dependem da condutividade térmica, da densidade do solo e do calor específico, que são, por sua vez, função da composição, estrutura e umidade das diversas camadas de solo. Por outro lado, a quantidade de calor absorvido e o emitido, bem como da evaporação da água do solo são impedidas em maior ou menor grau, dependendo da cobertura do solo. Assim sendo, os fluxos de calor no solo dependem da sua cobertura (TUBELIS & NASCIMENTO, 1987).

A rotação de culturas consiste em alternar espécies ao longo dos anos em uma mesma gleba ou talhão, com vários objetivos, dentre eles, redução da amplitude térmica da camada superficial do solo e perdas d'água por evaporação, alterações de características físicas, tipo e profundidade de sistema radicular, redução de perdas de solo pela erosão e aumento da produtividade (DERPSCH, 1991). Segundo BRAGAGNOLO & MIELNICZUCK (1990), a manutenção da cobertura morta na superfície do solo vem sendo amplamente utilizada como alternativa para diminuir as variações da temperatura do solo, reduzir as perdas por erosão, reter maior quantidade de água e promover maiores rendimentos dos cultivos agrícolas, além de diminuir a evaporação de água e o escoamento superficial, elevando a taxa de infiltração.

BLEVINS et al. (1971), constataram maiores teores de umidade no solo sob plantio direto quando comparado ao preparo convencional, porém esta diferença foi grande apenas até 8cm de profundidade. Eles concluíram que o decréscimo da evaporação e a maior capacidade de armazenamento de água do solo sob este sistema, produziu maior reserva de água, evitando o estresse hídrico em períodos de seca.

LAL (1974a) estudando os efeitos da cobertura vegetal na temperatura e umidade do solo num cultivo de milho, constatou que a palhada de arroz diminuiu a temperatura máxima nas 3 profundidades estudadas, em comparação com a parcela com solo descoberto, sendo esta diferença de 7,2°C na profundidade de 5cm e de 2,6°C na camada de 20cm. O autor também observou que a palhada favoreceu o aumento da capacidade de retenção de água do solo.

Dentro de certos limites, a temperatura e a umidade do solo podem ser controladas pela proteção de sua superfície por resíduos culturais ou outros materiais (DERPSCH et al., 1985). BRAGAGNOLO (1986) observou que os sistemas com maior produção vegetal e que deixaram mais resíduos sobre o solo foram aqueles mais eficientes em diminuir as amplitudes térmicas e hídricas do solo, tendo sido a cobertura com siratro a mais eficiente.

POWER et al. (1986) comparando o cultivo de milho e soja com e sem resíduo sobre a superfície, observaram que o aumento da quantidade de resíduo adicionado

promoveu o decréscimo da temperatura máxima do solo em pelo menos 5°C e aumento da capacidade de retenção de água de, no mínimo, 50mm. Eles afirmam que solos com palhada têm maior conteúdo em água e, portanto, requerem maior energia calorífica para aumentar a sua temperatura.

UNGER (1978) observou que quanto maior a quantidade de palhada adicionada ao solo menor a sua temperatura média e maior a sua diferença em relação à temperatura do ar. DERPSCH et al. (1985) em experimentos na região de Londrina (PR) em solos descobertos, determinaram períodos de temperaturas superiores a 40°C em novembro e dezembro, e até 50°C em janeiro, a 3cm de profundidade, e relataram reduções de temperatura máxima diária do solo, nesta mesma profundidade, em torno de 15°C e aumentos no teor de água em 8 unidades percentuais pela cobertura do solo com resíduos de aveia.

BOND & WILLIS (1969) verificaram que a taxa constante de evaporação de 8mm dia<sup>-1</sup> em solo descoberto, foi reduzida para menos de 2mm dia<sup>-1</sup>, com 6,7Mg ha<sup>-1</sup> quando palha de centeio foi espalhada uniformemente sobre a superfície.

SIDIRAS & PAVAN (1986), estudando a influência do manejo da temperatura do solo registraram no preparo convencional temperaturas superiores a 40°C, inadequadas ao desenvolvimento da soja, enquanto que no plantio direto e em cobertura permanente, as temperaturas nunca excederam os 35 e os 30°C, respectivamente.

HOLTZ (1995) destaca que o efeito da redução da temperatura ou amplitude térmica é função da quantidade de palha aplicada, sendo constatado que o plantio direto no inverno apresenta temperaturas menores a 2,5cm de profundidade que a 7,5cm. Já no verão, as temperaturas do solo a 2,5cm são maiores que a 7,5cm de profundidade.

## II – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAÃO, P.U.R.; GOEPFERT,C.F.; GUERRA,M.; ELTZ,F.L.F.; CASSOLE,E.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo Distrófico. **Rev.bras.Ci.Solo**, Campinas, v. 3, n. 3, p.169 – 172, 1979.

ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 5º ed., São Paulo: Nobel, 1998, 162 p.

AMADO, T.J.C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA: harmonia do homem com a natureza, desafio do 3º milênio, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: FEBRAPDP, 2000, p.105 – 111.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura no solo, sob sistema de plantio direto. **Rev.Bras.Ci.Solo**,v. 26, p. 241 – 248, 2002.

BATMANIAN, G. Comentários de um ecologista. In: SATURNINO, H.M.; LANDERS, J.N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997, 116 p. pg. 51 –54.

BERG, B. Nitrogen release from litter and humus in coniferus forest soil a mini review. **Scandanavian Journal of Forestry Research**, v. 1, p. 359 –369, 1986.

BERTOL, I.; CIPRANDI, O; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência de resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 705 – 712 , 1998.

BLEVINS,R.L.; COOK,D.; PHILLIPS,R.E. Influence of No-tillage on Soil Moisture. **Agronomy Journal**, v. 63, p. 593 – 596, 1971.

BOND, J.J.; WILLIS, W.O. Soil water evaporation: surface residue rate and placement effect. **Proc. Soil Soc. Am.**, Madison, v. 33, p. 445 – 448, 1969.

BRAGAGNOLO, N. **Efeito da cobertura do solo por resíduos de culturas sobre a temperatura e umidade do solo, germinação, e crescimento do milho**. 1986, 119 p. (Dissertação de mestrado), Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1986.

BRAGAGNOLO, L.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e Umidade do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 14, p. 369 – 374 , 1990.

BROWN, P.L.; DICKEY, D.D. Losses of wheat straw residue under simulated field conditions. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v. 34, p. 118 – 121, 1970.

CAIXETTA, C.C. Avaliação de diferentes espécies de gramíneas para produção de matéria no sistema de cultivo plantio direto com e sem adubação, cultivadas no verão e no inverno. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 12, 1999, Lavras. **Resumos...** Lavras: CNPq/UFLA/FAPEMIG, 1999, p.85.

CALLEGARI, A; MONDARDO, A; BULISANI, E. A; COSTA, M.B.B. da; MIYASAKA, S.; AMADO,T.J.C. Aspectos gerais da adubação. In: COSTA, M.B.B. da, CALLEGARI, A; MONDARDO, A; BULISANI, E.A; WILDNER, L do P.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA,S.; AMADO,T.J.C. **Adubação verde no Sul do Brasil**, 2º ed. Rio de Janeiro, ASPTA, 1993, p. 01 – 56.

CARVALHO JÚNIOR, I.A.; FONTES,L.E.F.; COSTA,L.M. Modificações causadas pelo uso e formação de camadas compactadas e, ou, adensadas em um Latossolo Vermelho-Escuro textura média, na região do cerrado. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 505 – 514, 1998.

CENTURION, J.F.; DEMATTE, J.L.I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Rev. Bras.Ci. Solo**, v. 9, p. 263 – 266, 1985.

COGO, N.P. Soil erosion and productivity in Brazil. In: **83 RD Annual Meeting Program Denver**. Colorado-Oct 27 nov.1, 1991.

DAROLT, M.R. Princípios para manutenção e implantação do sistema. In: DAROLT, M.R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. P. 16–45 (circular 101).

DICKY, W.A. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 47, p. 102 – 107, 1983.

DERPSCH, R., SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verde de inverno. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, 20 (7)761 – 773, 1985.

DERPSCH, R. **Controle de erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo convencional do solo**, Rossdorf: TZ-Vert. – Ges, 1991, 272 p.

DOUGLAS JUNIOR. C.L. ; ALLMARAS,R.R.; RASMUSSEN,P.E.; RAMING,R.E.; ROAGER JUNIOR.,N.C. Wheat straw composition and placement effects on

decomposition in dryland agriculture of the Pacific Northwest. **Soil. Sci. Soc. Am. J.**, v. 44, p. 833 – 837, 1980.

ELTZ, F.L.P.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeito de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico., **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 259 – 267, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Soja: Recomendações técnicas para o Mato Grosso do Sul e Matogrosso. Dourados:** EMBRAPA/CPAD/Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste, (circular técnica nº3), 1996, 157 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Plataforma plantio direto.** Disponível em < [http://www.embrapa.br/plantio direto](http://www.embrapa.br/plantio_direto)>. Acesso em out.2002.

ENWESOR, W.O. Significance of the C: organic P ratio in mineralization of soil organic phosphorus. **Soil Sci.**, Baltimore, v. 103, n. 1, 1967.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S.; PERIN, A. Decomposição *in situ* da parte aérea de algumas leguminosas perenes usadas como cobertura viva de solo. FERTBIO 98 . In: XXIII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Caxambu/MG, **Resumos**.....Caxambu-MG, 1998, p. 81.

FEBRAPDP. **Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha.** Disponível em <<http://www.agri.com.br/febrapdp>> , acesso em out. 2002.

FEIDEN, A. **A dinâmica do nitrogênio em um solo dos Campos Gerais do Paraná sob dois sistemas de cultivo**. 1999, 163 p. Tese (Doutorado em Solos), UFRRJ, Seropédica/RJ, 1999.

FOX, R.H.; MYERS, R.J.; VALLIS, I. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin and nitrogen contents. **Plant and Soil**, v. 129, p. 251 –259, 1990.

FRANÇA, A.F. de S.; MADUREIRA, L. de J. Avaliação de matéria seca, da composição mineral e da silagem do milho forrageiro (*Pennisetum americanum* (L.) K. SCHUM. **Anais Esc. Agron. e Vet.**, Goiânia, n.19. p 1- 8, 1989).

GUIMARÃES, G.L. **Efeitos de culturas de inverno e do pousio na rotação de culturas de soja e do milho em sistema de plantio direto**. 2000, 108 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira/SP, 2000.

GROHMANN, F.; ARRUDA, H.V. Influência do preparo do solo sobre a estrutura de terra rocha legítima. **Bragantia**, Campinas, v. 20, p. 1203 – 1204, 1961.

HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: Na historical Overview. GADISCH, G.; GILLER, K. eds. **Driven B. Nature: Plant litter Quality and Decomposition**, CAB International, Wallingford, UK, 1997, p. 3 – 32.

HÉNIN, S. ; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro, Forense-Universitária; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1976, 155 p.

HENROT, J.; BRUSSAARD, L. Determinants of *Flemingia congesta* and *Dactyloctenium aegyptium* mulch decomposition in alley-cropping systems in the humid tropics. **Plant and Soil**, v. 191, p. 101 – 107, 1997.

HOLTZ, G.P. **Dinâmica da decomposição da palhada e a distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí/PR.** 1995, 129 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Fed. do Paraná, Curitiba, 1995.

KAMPRATT, E.J. Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, Madison, v. 34, n.2, p. 252 – 254, 1977.

KOCCHHANN, R.A.; SELLES, F. O solo e o sistema de manejo conservacionista. In: FERNANDES, J.M.; FERNANDEZ, M.R.; KOCHHANN, R.A.; SELLES, F.; ZENTNER, R.P. **Manual de manejo conservacionista do solo para os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1991, p. 43 – 52.

LAL, R. Effect of constant and fluctuating soil temperature on the growth, development and nutrient uptake of maize seedlings. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, p. 589 – 606, 1974a.

LAL, R.; STEWART, B.A. Need for land restoration. **Advanced in Soil Science**, v. 17, p. 1 – 9, 1992.

LANDERS, J.N.; FREITAS, P.L. É preciso vender a imagem do plantio direto a sociedade. In: **Direto no cerrado**, órgão de divulgação da APDC, agosto/2002, p. 8-9.

LAVELLE, P.; BLANCHARDT, E.; MARTIN, A. et al. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. **Soil Science Society of America and American Society of Agronomy**, n.29, p. 157 – 185, 1992.

MELLILO, J.M.; ABER, J.D.; MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, v. 63, n. 3, p. 621 – 626, 1982.

MOODY, J.E., SHEAR, G.M.; JONES JUN IOR., J.N. Growing com without tillage. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, Madison, v.6, p. 516 – 517, 1961.

MOORE, A.M. Temperature and moisture dependence of decomposition rates of hardwood and coniferous leaf litter. **Soil. Biol. Chemic.**, Oxford, v. 18, p. 427 – 435, 1986.

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

MUZILLI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, IAPAR, 1981, p.11 – 70.

MUZILLI, O. O. O plantio direto com alternativas no manejo e conservação do solo. In: **Curso básico para instrutores em manejo e conservação do solo**. Londrina: IAPAR, 1991, 20 p.

OLIVEIRA, C.V. **Micorrização, compactação e fósforo no crescimento de leguminosas arbóreas em solo degradado**. 1995, 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras-MG, 1995.

OLIVEIRA, T.K. **Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto**. 2001, 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, 2001.

PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes. **Biotropica**, Washington, v. 232, n.4, p. 330 – 338, 1990.

PEREIRA, M.H. A Segunda revolução verde, pg. 25 – 28. In: SATURNINO, H.M.; LANDERS, J.N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997, 116 p.

PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP**. 2002, 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

POWER, J.F.; WILHELM, W.W.; DORAN, W.W. Crop residue effects on soil environment and Dryland Maize and Soybean production. **Soil Tillage Research**, v. 8, p. 101 – 111, 1986.

ROMAN, E.S.; VELLOSO, J. A.R.O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas, pgs., 77 – 84. In: **Plantio direto no Brasil**, 1993, 167 p.

SÁ, J.C.M. **Manejo de fertilidade do solo em plantio direto**. Fundação ABC, Carambeí, Castro/PR, 1993, 96 p.

SÁ, J.C.M. Rotação de culturas: Produção de biomassa e benefícios à fertilidade do solo; pg. 5 – 13. In: **Curso sobre Manejo do Solo em Sistema de Plantio Direto**. Castro/PR, dez.1995, 344 p.

SANCHES, A.C. **Adubação fosfatada e inoculação de leguminosas com Bradyrhizobium na recuperação de solo degradado pela mineração de Cassiterita na Região Amazônica**. 2002, 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SATURNINO, H.M.; LANDERS, J.N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1997, 116 p.

SATURNINO, H.M, Evolução do plantio direto e as perspectivas nos cerrados. In: Plantio direto, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n. 208, p. 5 – 12, jan/fev. 2001.

SCHOMBERG, H.H.; STEINER, J.L.; UNGER, P.W. Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues: residue quality and water effects. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v.58, p. 372 – 381, 1994.

SCHUNKE, R.M. **Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da liteira de quatro cultivares de *Panicum maximun***. 1998, 88 p. Tese (Doutorado em Solos), UFRRJ, Seropédica-RJ, 1998.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.O. O plantio direto no cerrado úmido. **Informações agronômicas**, Piracicaba-SP, 3, 1995, n. 69.

SIDIRAS,N.; PAVAN,M.A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 181 – 184, 1986.

SILVA, M.L.N., CURI, N., MARQUES, J.J. GSM., LIMA.L.A., FERREIRA, M.M.; LIMA, J.M. Resistência ao salpico provocado por impacto das gotas de chuva simulada em Latossolos e suas relação com características químicas e mineralógicas. **Ciência e Prática**, Lavras-MG, v.19,n.2, p. 182 – 188, 1995.

SILVA, M.L.N.; CURI,N.; BLANCANEUX,P.; LIMA,J.M.; CARVALHO,A .M. Rotação adubo verde – milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 32, n.6, p. 649 – 654, jun. 1997.

SILVA, I.F.; MIELNICZUCK, J. Sistemas de cultivo e características do afetando a estabilidade dos agregados. **Rev. Bras.Ci. Solo**, Campinas/SP, v. 22. P. 311 – 317, 1997.

SILVA,M.L.N.; CURI,N.; BLANCANEUX,P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12,, p.2485 – 2492, 2000.

SILVA, J.R.C.; CARVALHO, R.J.T. Métodos de determinação do salpico e influência da cobertura do solo em condições de chuva natural. **Rev.Bras.Ci.Solo**, v. 26, p. 473 – 481, 2002.

STOTT, D.E; STROO, H.F.; ELLIOTT, L.F.; PAPENDICK, R.I.; UNGER, P.W. Wheat residue loss from fields under no-till management. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 54, p. 92 – 98, 1990.

TAYLOR, B.R.; PARKINSON, D.; PARSONS, W.F.J. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. **Ecology**, v. 70, n. 1, p. 97 – 104, 1989.

TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSARD, B.L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions unde humid tropical conditions – Decomposition and nutrient release. **Soil Biol. Biochem.** V. 25, n. 10, p. 1051 – 1060, 1992.

TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSARD, B.L. Mulching effect of plant residues with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrients accumulation. **Plant and Soil**. Tha Hagua, v. 153, p. 179 – 187, 1993.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J. In: **Metereologia descritiva** Nobel, São Paulo, 1987, 343 p.

UNGER, P.W. Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. **Agronomy Journal**, v. 70, p. 858 – 864, 1978.

VIEIRA, M.J. Tecnologias poupadoras de insumos. 1. Cultivo mínimo comparado a outros sistemas. 1.1. Efeitos no solo e na planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ENERGIA NA AGRICULTURA, tecnologias poupadoras de insumos, integração... 1., Jaboticabal, 1984. **Anais....** Jaboticabal, FCAV, 1985, p. 32 – 54.

VIGIL, M.F.; KISSEL, D.E. Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues. **Soil Sci. Soc. Am.J., Madison**, v.55, p. 757 – 761, 1988.

## **CAPÍTULO II**

**DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS, LIBERAÇÃO  
DE NITROGÊNIO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE  
DE MILHO E SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO  
CERRADO, EM UBERABA - MG**

## DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS, LIBERAÇÃO DE NITROGÊNIO E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUTIVIDADE DE MILHO E SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, EM UBERABA - MG

### RESUMO

O sucesso dos sistemas de manejo de solo conservacionistas está diretamente relacionado à persistência dos resíduos culturais na superfície do solo, à qualidade e à quantidade dos resíduos vegetais produzidos e à mineralização destes, promovendo a reciclagem dos nutrientes. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de sete tipos de coberturas vegetais: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), em relação a pousio e área em cultivo convencional (testemunha), quanto à produção de massa seca, taxa de decomposição, tempo de liberação de nitrogênio (N) e efeito na produtividade de milho e soja no cerrado, em Uberaba, região do Triângulo Mineiro, na época das secas e das águas. Dentre as coberturas avaliadas, o milheto e a crotalária foram as que apresentaram o melhor desempenho em relação à produção de massa seca, acúmulo e liberação de N nos períodos avaliados. A braquiária foi a que apresentou a maior taxa de decomposição e o menor tempo de meia vida, decompondo-se mais rapidamente. Todas as coberturas apresentaram a maior taxa de liberação de N até aos 42 dias após dessecação. A aveia preta foi a cultura que apresentou o pior desempenho com relação às características avaliadas. Não foram observadas diferenças significativas na produtividade de milho e soja em função da produção de matéria seca e do N acumulado e liberado pelas coberturas.

**Palavras-chave:** culturas de coberturas, reciclagem de nutrientes, gramíneas, leguminosas, mineralização

## DECOMPOSITION OF CULTURAL RESIDUES, NITROGEN LIBERATION AND INFLUENCE IN CORN AND SOYBEAN PRODUCTIVITY IN NO TILLAGE SYSTEM AT CERRADO AREA

### ABSTRACT

The success of conservationist systems in soil handling is directly related to the cultural residues persistence in the soil surface, the quality and the amount of the vegetable residues produced and the mineralization ratio, promoting the nutrients recycling. The objective of this study was to evaluate the behavior of seven types of vegetable coverings: pearl millet (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgun (*Sorghum bicolor* L. Moench), pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and black oat (*Avena strigosa* Schreb), fallow land and area in conventional system, related to dry mass production, decomposition tax, time of nitrogen (N) liberation and their effect in corn and soybean productivity at cerrado (Uberaba-MG, Brazil), at that time of the droughts and of the waters. Among the tested covering plants, the pearl millet and the sunn hemp were the ones that presented the best results in relation to dry mass production, nitrogen accumulation and liberation. The brachiaria was the one that presented the largest decomposition tax and the smallest half life time, being decomposed quickly. Ever covering plants presented the largest N liberation tax at 42 days after desiccation. The black oat showed the worst results regarding to appraised characteristics. For corn and soybean cultures significant differences were not observed in the productivity related to dry mass production, as well as the amount of N accumulated and liberated by the cultural residues.

**Keywords:** covering cultures, nutrients recycling, grasses, leguminosae, mineralization

## I - INTRODUÇÃO

Sistemas de manejo conservacionistas, como o plantio direto, que mantêm os resíduos culturais na superfície do solo, são uma importante ferramenta para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas. A eficácia deste sistema está relacionada, dentre outros fatores, com a quantidade e a qualidade de resíduos produzida pelas plantas de cobertura e a persistência destes sobre o solo (GONÇALVES & CERETTA, 1999). Com isso pode-se esperar a manutenção e/ou incremento dos teores de matéria orgânica, melhorando a disponibilidade de nutrientes para as culturas subseqüentes (REICOSKY & FORCELLA, 1998), além de outros benefícios como a redução da erosão do solo (CARVALHO et al., 1990), melhoria nas características físicas dos solos (CARPENEDO & MIELNICZUCK, 1990), elevação dos teores de N total (SOUZA & MELLO, 2000), acúmulo de fósforo (MUZILLI, 1981), aumento da disponibilidade de P, K, Ca e Mg (CALEGARI et al., 1992) nas camadas superficiais do solo.

Em vários trabalhos tem sido demonstrado que o manejo dos resíduos culturais, a manutenção em superfície ou incorporação no solo, resultam em diferentes velocidades de decomposição. Ainda, no tocante à velocidade de decomposição, não existe um consenso na literatura com relação ao melhor método para avaliação da decomposição, sendo a concentração de N e as relações C/N e lignina/N sugeridas por alguns autores (MELLILO et al., 1982; BERG, 1986; TAYLOR et al., 1989), para esta avaliação. Estudos da taxa de decomposição de resíduos vêm sendo realizados através da incubação de material vegetal com solo, em laboratório ou no campo, sendo esta taxa estimada através da perda de peso decorrente da liberação de carbono na forma de CO<sub>2</sub> (HOLTZ, 1995; SILVA et al., 1997; SCHUNKE, 1998; ESPÍNDOLA et al., 1998 e PELÁ, 1999).

Estudando a velocidade de decomposição da palhada de milho e sorgo, bem como o acúmulo de nutrientes na fitomassa e sua mineralização, MORAES (2001) observou que a taxa média de decomposição da palhada é maior nos primeiros 42 dias, e que a mineralização dos nutrientes é mais acentuada nos primeiros 63 dias após

a dessecação e rolagem dos resíduos. BERTOL et al. (1998), avaliando a decomposição de resíduos vegetais, verificou que após 180 dias, a aveia preta apresentou uma diminuição de 80% e o milho de 64% da massa seca remanescente quando incorporada ao solo.

SILVA et al. (1997) avaliaram a taxa de decomposição de crotalária, guandu, mucuna preta e braquiária em solo sob cerrado nativo e solos descobertos, e obtiveram taxas de decomposição de 61,3%, 61,9%, 65,6% e 78,9%, respectivamente, ao final do experimento.

De uma maneira geral a relação C/N das gramíneas, na época de pleno florescimento, está ao redor de 40:1 (AITA et al., 1994) e, nas leguminosas, na faixa de 20:1 (MONEGAT, 1991). Para SIQUEIRA & FRANCO (1988), quando a relação C/N situa-se na faixa de 20 a 30:1, ocorre um equilíbrio entre os processos de mineralização e de imobilização do N; quando atinge valores superiores a 30, a imobilização supera a mineralização e com isso pode ocorrer deficiência de N, mesmo havendo grande quantidade de N passível de se tornar disponível.

BORKERT et al. (2003) relacionaram a produção de matéria seca, acúmulo e liberação de nutrientes da biomassa de aveia preta, guandu, mucuna preta, tremoço e ervilhaca. Os autores observaram que o rendimento de matéria seca (MS) variou entre 5 a 10; 2 a 10; 1,7 a 8,6; 7 a 13 e 6,5Mg ha<sup>-1</sup>; e que o acúmulo de nitrogênio (N), variou entre 37 – 138; 43 – 288; 66 – 280; 186 – 492 e 246kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente para as culturas estudadas.

HEINRICHS et al. (2001), avaliando a utilização de aveia e ervilhaca para a produção de resíduos culturais em cultivos solteiros e consorciados, proteção do solo e fornecimento de N para a cultura do milho, observaram que o aumento da participação da gramínea no consórcio aveia + ervilhaca, aumentou a relação C/N da fitomassa e a persistência dos resíduos culturais sobre o solo, ocorrendo decréscimos no fornecimento de N e na produtividade de milho cultivado em sucessão.

AITA et al. (2001) estudando a produção de matéria seca (MS) de ervilhaca comum, ervilha forrageira, chicharro, tremoço, aveia preta e pousio, constataram que a produção de MS foi de 2,52; 2,75; 3,05; 5,23; 4,42 e 1,20Mg ha<sup>-1</sup> e a relação C/N foi de

10,5; 13,1; 12,4; 15,4; 34,9 e 17,6, produzindo 5,09 ; 4,83; 4,67; 4,99; 4,50 e 4,67Mg ha<sup>-1</sup> de grãos de milho, respectivamente. SPAGNOLO et al. (2002) avaliaram o cultivo intercalar de 4 leguminosas, feijão de porco, guandu anão, mucuna preta e soja preta, na cobertura de solo e fornecimento de N, determinaram relações C/N de 14; 19; 15 e 16, produção de MS de 2,83; 5,01; 4,29 e 1,26Mg ha<sup>-1</sup> e associaram estas variáveis aos rendimentos do milho que foram de 3,02; 2,95; 3,42 e 2,67Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em todas as culturas avaliadas, a produtividade obtida foi maior que a observada na testemunha (2,39Mg ha<sup>-1</sup>).

Estudando os possíveis efeitos da adubação e sucessão de culturas em dois sistemas de cultivo em solos de cerrado, CARVALHO (2000) observou que na safra 1997/98, o milho cultivado em semeadura direta após o milheto teve uma produtividade de 7,2Mg ha<sup>-1</sup>, porém, na safra 1998/99 foi verificada uma redução para 4,4Mg ha<sup>-1</sup>. Nas mesmas condições PASQUALETTO (1999) obteve na safra 1997/98, uma produtividade de 6,7Mg ha<sup>-1</sup>.

GUIMARÃES (2000) avaliando o efeito de rotações de culturas no verão (milho e soja), com uso da área no inverno (feijão, milheto, mucuna, braquiária e pousio), observou que a produtividade de grãos de soja foi 3434, 3565, 3803, 3759 e 3648kg ha<sup>-1</sup>, a de milho foi 7590, 8051, 8390, 7154 e 7439kg ha<sup>-1</sup>, já a produção de matéria seca foi 7199, 7296, 7143, 6912 e 7479kg ha<sup>-1</sup>, e o acúmulo de N nessa material foi de 58,56, 70,64, 64,59, 62,40 e 60,35kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A produtividade de soja não diferiu significativamente entre os tratamentos, entretanto houve um aumento na produtividade do milho na rotação milho-mucuna-milho.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o rendimento de matéria seca e a taxa de decomposição e de liberação de N de resíduos culturais, relacionando-os a produtividade de milho e soja.

## II - MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (CEFET), no município de Uberaba-MG, localizado

a 19°39'19" S e 47°57'27" W, a aproximadamente 795 metros de altitude. A precipitação média anual é de 1600mm; a temperatura média anual é de 22,6°C e a umidade relativa do ar média é de 68%. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo a classificação de Köppen, apresentando inverno frio e seco. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999), textura média. Até a profundidade de 40cm, apresenta 180g kg<sup>-1</sup> de argila, 730g kg<sup>-1</sup> de areia e 90g kg<sup>-1</sup> de silte. As características químicas da área na ocasião da instalação do experimento (ano agrícola 2000/2001), são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 . Características químicas do solo nas profundidades (0 a 20 e 20 a 40cm) na instalação do experimento na área.

Profundidade Cm	pH H <sub>2</sub> O	M.O. g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K .....mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
0 a 20	6,3	16	17	2,9	19	6	20	28	48	58
20 a 40	5,7	14	3	1,0	13	4	20	18	38	47

Análise realizada no Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba-MG; P,K = Mehlich-1; M.O = Walkley e Black; Ca e Mg = KCl (EMBRAPA, 1997).

A área estava há mais de um ano em pousio e apresentava um histórico de mais de 20 anos em plantio convencional. O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Foram empregados oito tratamentos (coberturas do solo) nas parcelas principais e duas subparcelas (milho e soja), com 4 repetições, num total de 32 parcelas de 40m<sup>2</sup> (4 x 10 m). No ano agrícola 2000/2001, início do mês de agosto de 2000, foram plantadas seis coberturas: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), além de uma área em pousio e da testemunha (plantio convencional), nas parcelas principais. Fez-se um levantamento das plantas invasoras que se desenvolveram na área em pousio, sendo constatada a presença de espécies de diversas famílias (Tabela 2), com predomínio de gramíneas.

Tabela 2 . Plantas invasoras verificadas nas áreas sob pousio, ano agrícola 2000/2001.

FAMILIA	NOME CIENTIFICO	NOME COMUM
Solanaceae	<i>Nicandra physaloides</i>	Joá de capote
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea L.</i>	Beldroega
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spp.</i>	Caruru
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto
Gramineae	<i>Cenchrus echinatus L.</i>	Timbete
Gramineae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim amargoso
Gramineae	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim marmelada
Compositae	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho de carneiro
Gramineae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Capim favorito
Labiatae	<i>Hyptis suaveolens L.</i>	Cheirosa
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentum</i>	Tiririca
Gramineae	<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiária decumbens
Gramineae	<i>Eleusine indica</i>	Capim pé de galinha
Gramineae	<i>Panicum maximum</i>	Capim colônia

Aos 110 dias após o plantio (DAP) das coberturas implantadas, para avaliação da matéria seca produzida, fez-se a amostragem em 2 pontos ao acaso em cada parcela, com o auxílio de um quadrado metálico de 1 m<sup>2</sup> de área, lançado aleatoriamente, coletando-se todo material contido na área delimitada por este. O material vegetal foi levado ao laboratório, colocado em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, sendo posteriormente pesado e os resultados expressos em kg ha<sup>-1</sup>. Após esta amostragem, as coberturas foram dessecadas aplicando-se 1440g ha<sup>-1</sup> de glifosato + 600g ha<sup>-1</sup> de Paraquat. Quinze dias após a dessecação, a parcela foi subdividida em duas áreas de 20 m<sup>2</sup> e, em novembro/2000, plantou-se milho e soja sobre as coberturas para avaliação da produtividade.

Logo após a colheita do milho e da soja, ao final de março de 2001, foram plantadas novamente as coberturas vegetais, nos mesmos locais, sendo estas também dessecadas aos 110 DAP. O plantio do milho e da soja, no ano agrícola 2001/2002, foi realizado em novembro/2001, porém as culturas foram rotacionadas nas subparcelas.

Plantou-se o milho híbrido duplo AG 1051 da Agrocere com 6 sementes por metro e 90cm de espaçamento entre linhas e a soja MG/BR-46 Conquista de semitardio com 15 sementes por metro e espaçamento de 45cm entre linhas, utilizando uma plantadora PST<sub>2</sub> da Tatú. Para adubação de plantio de milho utilizou-se 32kg ha<sup>-1</sup> de N,

80kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 1,2kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Em cobertura aplicou-se 90kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia aos 10 dias após emergência (DAE) e mais 20kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônia 25 DAE, nos dois anos agrícolas avaliados. Para soja, utilizou-se 8kg ha<sup>-1</sup> de N, 80kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 1,2kg ha<sup>-1</sup> de Zn, sem inoculação. Em função dos teores de cálcio e de magnésio verificados (Tabela 1), não foi realizada calagem na área. Foram feitos o tratamento das sementes e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas necessários durante o ciclo das culturas.

No material seco coletado aos 110 DAP, foi feita a análise química de: nitrogênio total utilizando o método de destilação de Kjedahl segundo HILDEBRAND (1976) e carbono orgânico (C) com Walkley e Black modificado (TEDESCO et al.,1985). O conteúdo total de cada nutriente foi estimado a partir da porcentagem do nutriente presente em cada amostra, multiplicado pelo peso total de matéria seca estimado em toneladas por hectare.

Para a avaliação da taxa de decomposição e liberação de nutrientes foi empregado o método das sacolas de nylon (litter bags) conforme descrito por SANTOS & WHILFORD (1981); SCHUNKE (1998); SILVA et al. (1997), ESPÍNDOLA et al. (1998) e PELÁ (1999), dentre outros. Em sacolas de nylon com malha de 2mm de abertura (20 x 20cm), foram colocados 10g da parte aérea das plantas de cobertura secas em estufa, a 65°C até peso constante. Em cada parcela foram distribuídas vinte sacolas na superfície do solo, sendo realizadas 5 amostragens, a primeira aos 42 dias após a instalação e as demais em intervalos regulares de 56 dias (aos 110; 152; 208; 264 e 320 dias após o plantio). Em cada amostragem coletaram-se 4 sacolas por tratamento. Após a coleta destas amostras, o material foi lavado em água corrente sobre peneira de malha de 0,053mm, secado em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante sendo posteriormente moído.

No material vegetal determinou-se o carbono orgânico (C org.) através do método de Walkley e Black modificado (TEDESCO et al.,1985) e N total pelo método de Kjeldahl descrito em MELO (1977).

O rendimento dos grãos de milho e soja foi avaliado em áreas de 16m<sup>2</sup>, coletando-se as quatro linhas centrais de milho e as seis linhas centrais na soja,

desprezando-se 0,5m nas extremidades de cada subparcela. Os valores foram ajustados para 13% de umidade.

Os dados climáticos médios mensais de temperatura e precipitação pluviométrica, dos anos 2000 e 2001 (Figura 01) foram extraídos do conjunto de dados pertencentes ao acervo da Estação meteorológica da EPAMIG, localizada na Fazenda Experimental Getúlio Vargas, em Uberaba/MG.

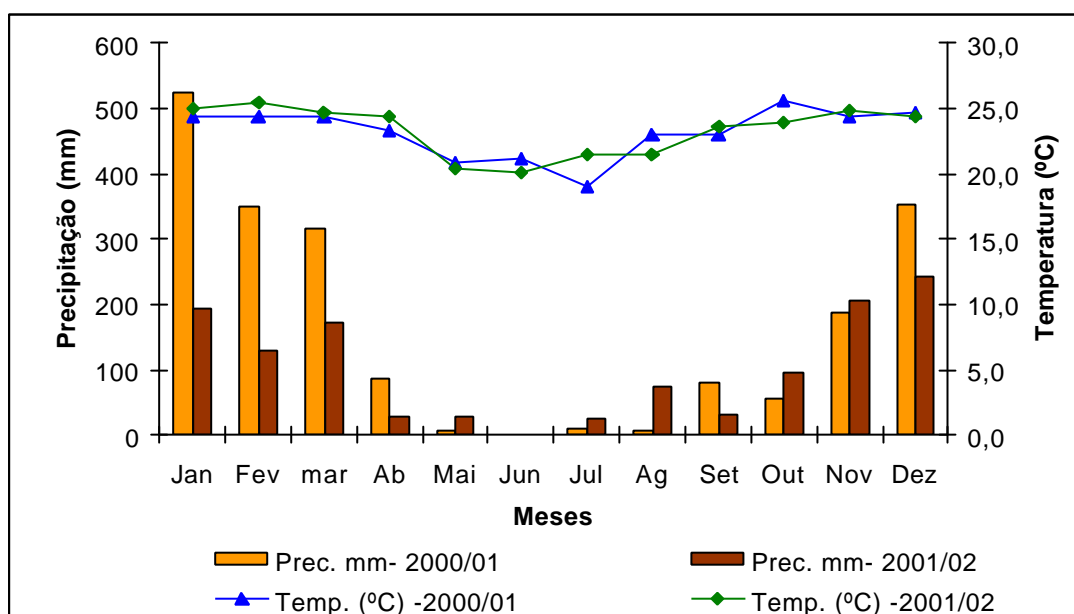


Figura 1 . Temperatura e precipitação pluviométrica média obtida junto a Estação Meteorológica da EPAMIG em Uberaba-MG.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais e a liberação de N, aplicou-se um modelo matemático exponencial descrito por THOMAS & ASAKAWA (1993) e utilizado por REZENDE et al. (1999) do tipo  $P = P_0 \cdot \exp(-k \cdot t)$ , onde P é a fração do resíduo inicial existente no tempo t, e  $P_0$  e k são, respectivamente, a proporção do resíduo potencialmente decomponível e a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de k, calculou-se o tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ).

Para cada espécie foram ajustadas equações de regressão, relacionando a quantidade média de nutriente reciclada (N) em razão da quantidade de matéria seca produzida para cada cultura, utilizando o Software SigmaPlot, versão 2000.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Sistema para Análises estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 5,0 (EUCLIDES, 1983). As avaliações constaram de análise de variância, aplicando o teste F para significância. Quando este foi significativo, compararam-se as médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 1 - Rendimento de matéria seca (MS), acúmulo de nitrogênio e relação C/N das plantas de cobertura

O rendimento de matéria seca (MS), a quantidade de nitrogênio acumulada no tecido vegetal da parte aérea e a relação C/N das coberturas de solo analisadas apresentaram comportamentos diferenciados nas duas épocas de plantio avaliadas (Tabela 3). No ano agrícola 2000/01, o plantio das coberturas foi realizado no início do período das chuvas, e no segundo ano (2001/02), as coberturas avaliadas foram plantadas após a retirada das culturas anuais, na primeira quinzena de abril, período em que se observa a diminuição da precipitação pluviométrica (Figura 1). Neste ano agrícola, apesar das condições adversas, decorrentes das baixas taxas de precipitação, estas não foram suficientes para impedir a germinação das sementes e desenvolvimento das coberturas.

Tabela 3 . Produção de matéria seca, nitrogênio acumulado e relação C/N das plantas de cobertura, nos anos agrícolas de 2000/01 a 2001/02.

Planta de cobertura	MS 2000/01 Mg ha <sup>-1</sup>	Nitrogênio acumulado kg ha <sup>-1</sup>	Relação C/N	MS 2001/02 Mg ha <sup>-1</sup>	Nitrogênio acumulado kg ha <sup>-1</sup>	Relação C/N
Pousio	2,09 d <sup>(1)</sup>	46,69 d	19,5 <sup>(2)</sup>	3,79 a <sup>(1)</sup>	57,19 b	25,3 <sup>(2)</sup>
Milheto	10,28 a	165,55 a	21,7	3,62 a	55,75 b	25,3
Sorgo	7,06 b	84,07 c	24,3	4,02 a	45,00 c	34,6
Crotalária	3,87 cd	118,11 b	11,5	3,69 a	76,38 a	18,1
Aveia	2,37 d	29,18 e	30,6	3,36 ab	46,03 c	28,3
Guandu	1,64 d	51,32 d	11,3	2,66 bc	62,45 ab	16,6
Braquiária	6,03 bc	130,80 b	16,1	2,12 c	41,65 c	19,6
C.V. (%)	20,73	-----	----	10,94	-----	-----

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% (Tukey); <sup>(2)</sup> Não foi feita a análise estatística da relação C/N, porque o teor de C foi avaliado a partir de uma amostra composta, constituída pelas quatro repetições.

No primeiro ano agrícola estudado 2000/01, o milho foi a planta que apresentou a maior produção de matéria seca e o guandu a menor produção (Tabela 3). As demais coberturas apresentaram rendimentos intermediários com produção de matéria seca variando entre 2,00 a 7,00Mg ha<sup>-1</sup>. Dentre todas as coberturas, as gramíneas foram as que apresentaram a maior produção de material.

Para as gramíneas, os valores obtidos para o milho foram próximos aos obtidos por CHAVES (1997), 10,3Mg ha<sup>-1</sup>; MORAES (2001), 9,65Mg ha<sup>-1</sup>; OLIVEIRA et al. (2000), 8,0Mg ha<sup>-1</sup> em condição de cerrado, e por CALEGARI et al. (1993), 9,9Mg ha<sup>-1</sup> no Paraná. Para o sorgo obteve-se uma produção de matéria seca abaixo dos valores encontrados por MORAES (2001) e OLIVEIRA (2001), 10,71Mg ha<sup>-1</sup>, 15,48Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores de matéria seca para aveia preta foram inferiores aos 4,41Mg ha<sup>-1</sup> verificados por AITA et al. (2001) e aos 4,91Mg ha<sup>-1</sup> observados por HEINRICHS et al. (2001), este comportamento pode ser explicado por este cereal ser uma planta adaptada a temperaturas mais baixas, em relação as observadas na região.

Quanto às leguminosas, de maneira geral, os valores obtidos para matéria seca foram inferiores aos encontrados na literatura. SPAGNOLO et al. (2002) destacam produção de massa seca de 5,01Mg ha<sup>-1</sup> para o guandu, sendo este valor superior ao encontrado neste estudo. Para o pousio, AITA et al. (2001) verificaram valores de produção de matéria seca de 1,19Mg ha<sup>-1</sup>, sendo estes valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Com relação ao ano de 2001, os valores obtidos para matéria seca foram inferiores aos obtidos no primeiro ano agrícola (Tabela 3), devido às condições climáticas adversas a que as plantas de cobertura foram submetidas, com destaque para a baixa precipitação pluviométrica (1200mm) (Figura 01), abaixo do normal na região. As menores produções de matéria seca foram do guandu e braquiária (Tabela 3). Apesar da redução da produção de matéria seca, pode-se destacar o aumento da produção de resíduos vegetais da aveia preta (3,36Mg ha<sup>-1</sup>), mostrando esta planta estar adaptada às condições adversas. Comportamento similar foi verificado para a área de pousio, na qual a produção de matéria seca foi de 3,79Mg ha<sup>-1</sup>.

Para as leguminosas, guandu e crotalária, foram verificados valores de produção de 2,66Mg ha<sup>-1</sup> e 3,69Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em relação ao primeiro ano de cultivo, constata-se um aumento na produção de matéria seca para o guandu e manutenção do mesmo rendimento de matéria seca para a crotalária. O comportamento verificado para a crotalária pode ser decorrente do sistema radicular pivotante, mais profundo, quando comparado ao das gramíneas, o que pode contribuir para uma maior absorção de água, diminuindo os problemas decorrentes da escassez superficial de água.

A quantidade de N acumulado na parte aérea das plantas está diretamente relacionada com a produção total de palha e a fixação simbiótica do N<sub>2</sub> atmosférico nas leguminosas. Segundo RESENDE et al. (1999), as plantas desta família podem conter de 2 a 2,8% de nitrogênio em seus tecidos, no período da floração, com um percentual considerável de 60 a 80% oriundo da fixação biológica de nitrogênio.

No tocante à quantidade de N acumulado, no ano agrícola 2000/01 pode-se observar que a maior quantidade ocorreu no milheto (Tabela 3), que foi a cobertura que produziu a maior quantidade de resíduos vegetais. Valores próximos aos encontrados neste experimento foram verificados por MORAES (2001), em solos de cerrado, onde foram obtidos valores de 9,65Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca e 126,7kg ha<sup>-1</sup> de N. Entre as demais gramíneas, a braquiária foi a que apresentou os maiores valores de N acumulado, seguida pelo sorgo e pela aveia preta.

Quanto às leguminosas, a quantidade de N acumulado pode ser explicada pela fixação simbiótica de N<sub>2</sub>, através da qual boa parte deste nutriente foi incorporado ao tecido vegetal. Para o primeiro ano agrícola, o teor de N acumulado na crotalária foi mais que o dobro do verificado no guandu. No segundo ano não foram verificadas diferenças no teor de N para as leguminosas, observando-se que estas foram as que apresentaram o maior acúmulo de N neste período.

Para a área de pousio a quantidade acumulada de N foi de 46,69kg ha<sup>-1</sup>. AITA et al. (2001) observaram para áreas de pousio valores de N acumulado da ordem de 20,5kg ha<sup>-1</sup> em 1,19Mg ha<sup>-1</sup> de palha.

Quanto à relação C/N nas plantas de cobertura (Tabela 3), observam-se variações entre os anos agrícolas, sendo verificado o aumento dos valores no ano

agrícola 2001/02 para todas as plantas de cobertura, com exceção da aveia preta. Independente do ano agrícola, as leguminosas, devido à fixação biológica do nitrogênio, foram aquelas que apresentaram as menores relações C/N. Uma possível explicação para o aumento da relação C/N no ano agrícola de 2001, pode estar relacionada às condições climáticas que podem ter desfavorecido a absorção de N pelas gramíneas e a fixação biológica nas leguminosas.

## **2 - Decomposição dos resíduos e liberação do N acumulado das plantas de cobertura**

### **2.1 – Decomposição dos resíduos culturais**

O tempo de permanência dos resíduos culturais na superfície do solo, após o manejo das plantas de cobertura, é determinado pela velocidade de decomposição destes. Quanto mais rápida for a decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, contidos neste material, porém menor será sua permanência no solo.

Com relação à taxa de decomposição, no ano agrícola (2000/01), pousio e braquiária apresentaram comportamento similar em todo o período avaliado, sendo as coberturas que tiveram maior taxa de decomposição da massa seca, nas parcelas com milho e soja, decompondo 55,4 e 59,2% dos restos culturais nos primeiros 42 dias, permanecendo 12,6% e 11,4% da massa seca produzida, respectivamente, ao final dos 320 dias (Figuras 2 e 3).

Para a crotalária e a aveia preta foram observadas taxas iniciais de decomposição similares, 43,8 e 43,1%, respectivamente, nos primeiros 42 dias. Porém aos 320 dias, houve diferenciação significativa entre estas coberturas, sendo que a crotalária atingiu 67,8% e a aveia preta 74,2% de decomposição (Figura 2). Os dados de decomposição obtidos são corroborados por SILVA et al. (1997), que observaram que as leguminosas decompõem mais lentamente que as gramíneas, em condições de solo descoberto no cerrado, mesmo com a relação C/N das gramíneas sendo maior, como constatado (Tabela 3).

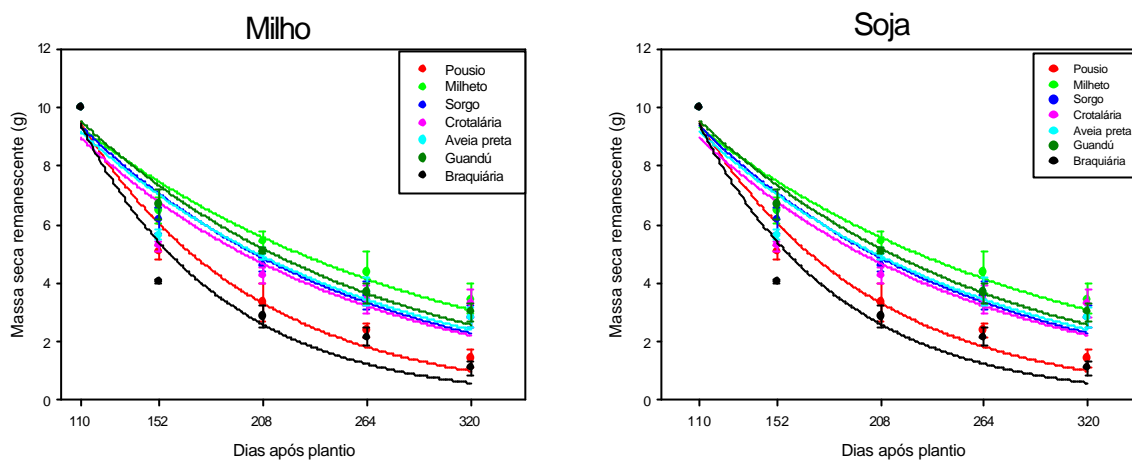


Figura 2 . Massa seca remanescente dos resíduos dos diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, no ano agrícola de 2000/2001, em Uberaba-MG.

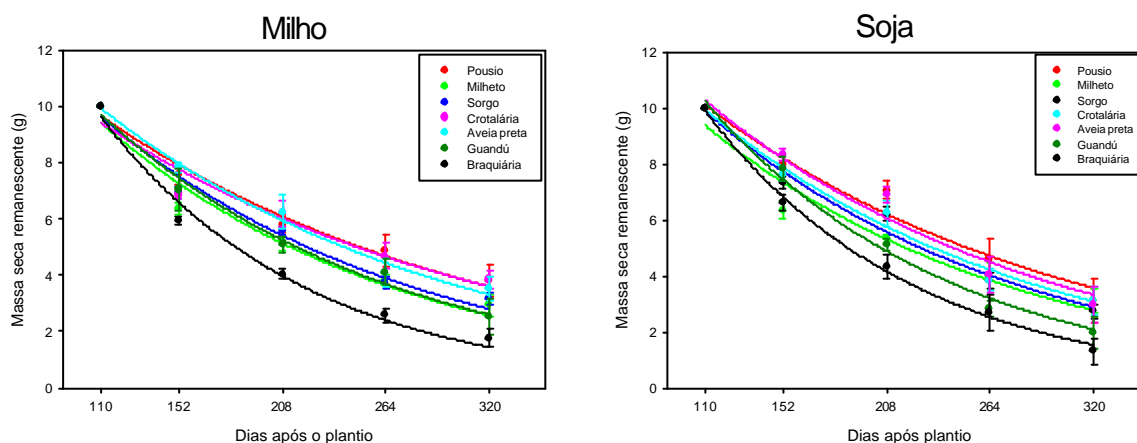


Figura 3 . Massa seca remanescente dos resíduos dos diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, respectivamente, no ano agrícola de 2001/2002, em Uberaba-MG.

Quanto ao tempo de meia vida ( $T_{1/2}$  vida) destas coberturas, calculado através da constante de decomposição, observa-se que metade dos resíduos vegetais provenientes da área de pousio e da área de braquiária havia se decomposto, respectivamente aos 65 dias e aos 52 dias. Este comportamento pode estar relacionado à baixa relação C/N destes materiais (Tabela 3). Quanto à influência das culturas de milho e soja na decomposição do material e no  $T_{1/2}$  vida (Tabelas 4 e 5 e Figura 2),

observa-se comportamento similar quanto à decomposição das coberturas ao final do período avaliado, demonstrando que as culturas não contribuíram na velocidade de transformação do material vegetal. Embora tenha havido diferenças nas condições climáticas nos anos agrícolas estudados, também não foram constatadas diferenças na decomposição do material.

Tabela 4 . Constante de decomposição e tempo de meia vida da massa seca e N remanescente contido nas coberturas no ano agrícola 2000/01, na cultura de milho.

Coberturas	Parâmetros para massa seca <sup>1</sup>			Parâmetros para N – remanescente <sup>1</sup>		
	k	T ½	Coefic. De Determinação	K	T ½	Coefic. de determinação
	g g <sup>-1</sup>	dias	r <sup>2</sup>	g g <sup>-1</sup>	Dias	r <sup>2</sup>
Pousio	0,0107	65	0,98**	0,0148	47	0,97*
Milheto	0,0053	131	0,97**	0,0069	100	0,91*
Sorgo	0,0067	103	0,97**	0,0049	141	0,87***
Crotalária	0,0067	103	0,92*	0,0320	22	0,95***
Aveia	0,0064	108	0,95*	0,0049	141	0,91*
Guandu	0,0062	112	0,99**	0,0146	47	0,95*
Braquiária	0,0132	52	0,96*	0,0147	47	0,96*

Significância: \* = 1%; \*\* = 5% e \*\*\* = 10%, <sup>1</sup> k = Constante de decomposição; T<sub>1/2</sub> = Meia vida

Tabela 5 . Constante de decomposição e tempo de meia vida da matéria seca e N remanescente contido nas coberturas no ano agrícola 2000/01, na cultura de soja.

Coberturas	Parâmetros para massa seca <sup>1</sup>			Parâmetros para N – remanescente <sup>1</sup>		
	k	T ½	Coefic. De Determinação	K	T ½	Coefic. de determinação
	g g <sup>-1</sup>	Dias	r <sup>2</sup>	g g <sup>-1</sup>	Dias	r <sup>2</sup>
Pousio	0,0128	54	0,95*	0,0187	37	0,95*
Milheto	0,0053	131	0,96**	0,0070	99	0,92*
Sorgo	0,0053	131	0,96**	0,0041	169	0,82***
Crotalária	0,0074	94	0,97**	0,0275	25	0,94***
Aveia	0,0062	112	0,96**	0,0041	169	0,82***
Guandu	0,0061	114	0,99**	0,0144	48	0,95***
Braquiária	0,0115	60	0,95*	0,0115	60	0,95***

Significância: \* = 1%; \*\* = 5% e \*\*\* = 10%, <sup>1</sup> k = Constante de decomposição; T<sub>1/2</sub> = Meia vida

Dentre todas as coberturas, a aveia preta foi a que apresentou maior T ½ vida, o que pode ser explicado pela maior relação C/N (30,6). Plantas que apresentam um maior T ½ vida possuem um bom potencial para serem usadas para fins de conservação do solo e melhoria de suas características físicas ao longo do tempo, pois são mais persistentes.

No segundo ano agrícola, 2001/02, pode-se observar que a taxa de decomposição foi mais lenta para todas as sete coberturas estudadas (Figura 3), quando comparadas ao primeiro ano (Figura 2), tal fato pode ser confirmado através da análise do  $T_{1/2}$  vida das culturas que aumentou, em comparação ao ano anterior (Tabela 6 e 7). Apesar desta redução na velocidade de transformação dos resíduos, a braquiária continuou sendo a planta com a maior taxa de decomposição.

Tabela 6 . Constante de decomposição e tempo de meia vida da massa seca e do N remanescente contido nas coberturas no ano agrícola 2001/02, na cultura de milho.

Coberturas	Parâmetros para massa seca <sup>1</sup>			Parâmetros para N – remanescente <sup>1</sup>		
	k	T $\frac{1}{2}$	Coefic. De Determinação	k	T $\frac{1}{2}$	Coefic. de determinação
	g g <sup>-1</sup>	dias	r <sup>2</sup>	g g <sup>-1</sup>	dias	r <sup>2</sup>
Pousio	0,0047	147	0,99**	0,0073	95	0,95**
Milheto	0,0062	112	0,98**	0,0081	86	0,95**
Sorgo	0,0059	117	0,99**	0,0072	96	0,96**
Crotalária	0,0046	151	0,97**	0,0102	68	0,94*
Aveia	0,0052	133	0,99**	0,0056	124	0,97**
Guandu	0,0063	110	0,99**	0,0102	68	0,99**
Braquiária	0,0090	77	0,99**	0,0115	60	0,96*

Significância: \* = 1%; \*\* = 5% e \*\*\* = 10%, <sup>1</sup> k = Constante de decomposição; T<sub>1/2</sub> = Meia vida

Tabela 7 . Constante de decomposição e tempo de meia vida da matéria seca e do N remanescente contido nas coberturas testadas no ano agrícola 2001/02, na cultura de soja.

Coberturas	Parâmetros para massa seca <sup>1</sup>			Parâmetros para N – remanescente <sup>1</sup>		
	k	T $\frac{1}{2}$	Coefic. de Determinação	k	T $\frac{1}{2}$	Coefic. de Determinação
	g g <sup>-1</sup>	dias	r <sup>2</sup>	g g <sup>-1</sup>	Dias	r <sup>2</sup>
Pousio	0,0050	139	0,98 **	0,0073	95	0,98**
Milheto	0,0058	119	0,97**	0,0077	90	0,94*
Sorgo	0,0059	118	0,99**	0,0069	100	0,95*
Crotalária	0,0056	124	0,99**	0,0108	64	0,97**
Aveia	0,0054	128	0,98**	0,0057	122	0,98**
Guandu	0,0075	92	0,99***	0,0108	64	0,99**
Braquiária	0,0089	78	0,99***	0,0073	95	0,99**

Significância: \* = 1%; \*\* = 5% e \*\*\* = 10%, <sup>1</sup> k = Constante de decomposição; T<sub>1/2</sub> = Meia vida

Pode-se destacar que houve aumento da relação C/N em todas as culturas, quando comparadas ao primeiro ano, com exceção da aveia preta, que não apresentou diferença nesta relação nos dois anos avaliados. Também neste ano agrícola, não foram verificadas diferenças quando comparou-se a taxa de decomposição das

coberturas para as culturas de milho ou soja, demonstrando que a cultura implantada, parece não influenciar na decomposição dos resíduos.

O guandu e a braquiária foram as coberturas que apresentaram os menores  $T_{1/2}$  vida (Tabelas 6 e 7). Milheto, braquiária, sorgo, crotalária e guandu apresentaram taxas de decomposição idênticas nos primeiros 42 dias após plantio (DAP), sendo que apenas milheto, sorgo e crotalária mantiveram a mesma proporção de material remanescente ao final do experimento.

A menor taxa de decomposição verificada no segundo ano pode ser decorrente da existência de resíduos vegetais que não se decompuseram durante o primeiro ano e que podem estar contribuindo com a redução da velocidade de decomposição.

Comparando a taxa de decomposição obtida nos dois anos de experimentação, as diferenças observadas provavelmente devam-se às condições de temperatura, precipitação e umidade, pois no primeiro ano ocorreu uma precipitação de 1970mm (Figura 1), e o manejo das plantas de cobertura (dessecação) e a introdução dos litterbags ocorreu na época das águas, enquanto que no segundo ano, este mesmo manejo e introdução dos litterbags foram feitos no início do período seco e de menores temperaturas (meses de maio, junho e julho). Além disto, neste ano agrícola foram verificados menores índices de precipitação anual (1224mm), em relação ao primeiro ano.

Com relação à taxa de decomposição das coberturas nas parcelas de milho e soja, observou-se que a decomposição dos restos culturais das coberturas foi idêntica nas 5 primeiras avaliações. A partir do 152 DAP, verificam-se diferenças na taxa de decomposição nas diferentes culturas. Observa-se que, nas parcelas de soja, a decomposição foi maior aos 152 DAP e 208 DAP, e inferior aos 320 DAP. Este comportamento demonstra que as plantas de cobertura em área de plantio de soja apresentam uma decomposição inicial mais rápida, porém esta diminui com o decorrer do tempo, com valores médios de 30,9% do material inicial. Para o milho esta decomposição ocorre de maneira mais rápida, permanecendo apenas 26,3% dos resíduos vegetais ao final do experimento.

## 2.2 - Liberação do nitrogênio acumulado

A dinâmica de liberação do nitrogênio acumulado nos resíduos culturais de gramíneas e leguminosas ocorre de forma diferenciada. Normalmente quando resíduos de gramíneas são adicionados à superfície do solo, verifica-se uma decomposição mais lenta, quando comparada a das leguminosas e crucíferas, estando este comportamento diretamente relacionado à relação C/N e ao teor de lignina do material vegetal. Vários trabalhos vêm sendo conduzidos, buscando compreender a decomposição dos resíduos vegetais, principalmente na região Sul do País, porém a decomposição da palha ocorre de forma diferenciada nas regiões sudeste e centro-oeste, em função das condições edafoclimáticas.

AMADO et al. (2002) destacam a importância de se quantificar o conteúdo de N vem sendo introduzido no solo via decomposição de restos culturais visando à redução da adubação nitrogenada. Em condições de cerrado, considerando o N acumulado nos materiais avaliados nos dois anos de experimentação (Tabela 3), pode-se observar que o acúmulo de N está diretamente relacionado a dois fatores fundamentais: produção de massa seca e fixação biológica de N.

No primeiro ano (2000/01) (Tabela 3) observou-se que as plantas de cobertura apresentaram acúmulo de N no tecido vegetal, com destaque para três gramíneas, milho, sorgo e braquiária e a crotalaria, porém verifica-se que o fator fundamental para este comportamento nas gramíneas foi a alta produção de matéria seca e, para a leguminosa, a fixação simbiótica de N.

Analisando o  $T_{1/2}$  do N remanescente verifica-se a ocorrência de uma grande variabilidade deste, porém pode-se destacar que a aveia preta e o sorgo foram as coberturas que mais tempo levaram para atingir a meia vida. Na parcela de soja este tempo foi de 169 dias e nas de milho 141 dias (Tabelas 4 e 5). A crotalaria foi a cobertura que apresentou liberação mais rápida de N, atingindo  $T_{1/2}$  vida aos 22 dias nas parcelas de soja e 25 dias nas de milho (Figura 4).

O guandu, apesar de ter apresentado a menor produção de matéria seca, quando comparado ao pousio e a aveia preta, foi o que acumulou maiores quantidades

de N. Cabe destacar que a aveia é uma das plantas mais utilizadas na região Sul do País, porém foi a que apresentou a menor produção de matéria seca em menor acúmulo de nitrogênio nas condições da região do Triângulo Mineiro.

Quanto o acúmulo de N destacam-se as leguminosas crotalária e guandu. Apesar do menor  $T \frac{1}{2}$  vida, a melhor cobertura em termos de liberação mais lenta de N foi a aveia preta, com 124 e 122 dias, nas parcelas de soja e milho, respectivamente (Figura 4).

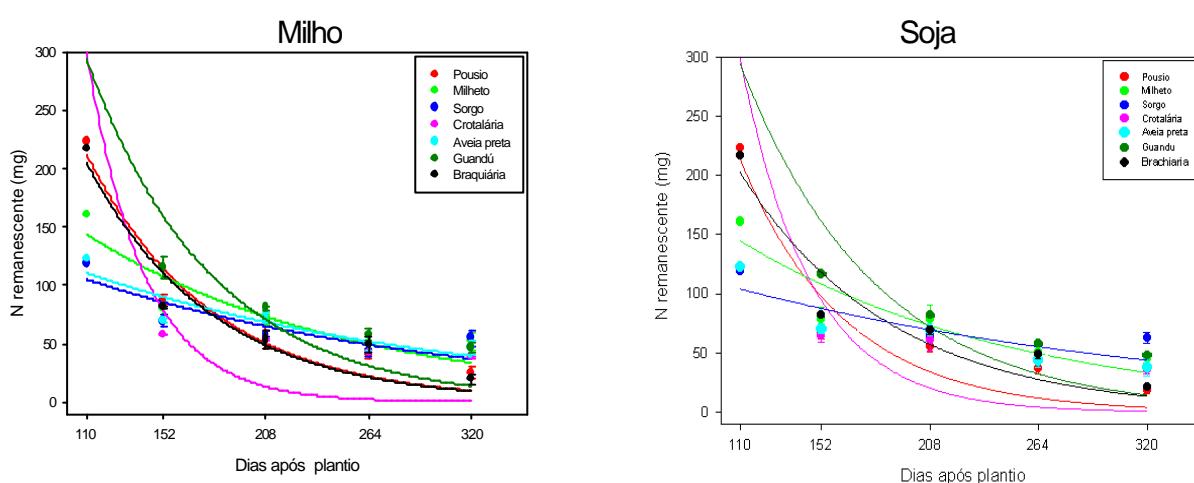


Figura 4. Nitrogênio remanescente nos resíduos dos diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, no ano agrícola de 2000/2001, em Uberaba-MG.

No segundo ano a braquiária foi a cobertura que apresentou a maior taxa de decomposição nas parcelas de milho, atingindo  $T \frac{1}{2}$  vida aos 60 dias e a crotalária nas de soja (64 dias) (Figura 5). Associando a taxa de decomposição das plantas de cobertura, rendimento de MS e liberação de nitrogênio, estes materiais poderão ser manejados de acordo com as necessidades das culturas em sucessão, pois o N liberado em grandes quantidades, dependendo da época do ano, pode ser perdido no solo por lixiviação e/ou imobilização.

A maior liberação do N acumulado em valores percentuais ocorreu nos primeiros 42 dias para todas as culturas, porém, guandu (67,5%), milho (64,2%) e sorgo (62,2%) se destacaram nesta liberação, seguidos por aveia preta (56,9%), crotalária (56,2%), pousio (44,6%) e braquiária (40,8%) (Figuras 4 e 5). Em valores absolutos de liberação total de N acumulado tem-se como destaque a braquiária, o milho e a crotalária (Tabela 8). Provavelmente a alta decomposição e liberação de N nos primeiros 42 dias possa ser explicada pela baixa relação C/N apresentada pelas plantas de cobertura (Tabela 3) no primeiro ano do experimento (2000/01) e os altos valores de N liberados estarem relacionados à quantidade de matéria seca produzida.

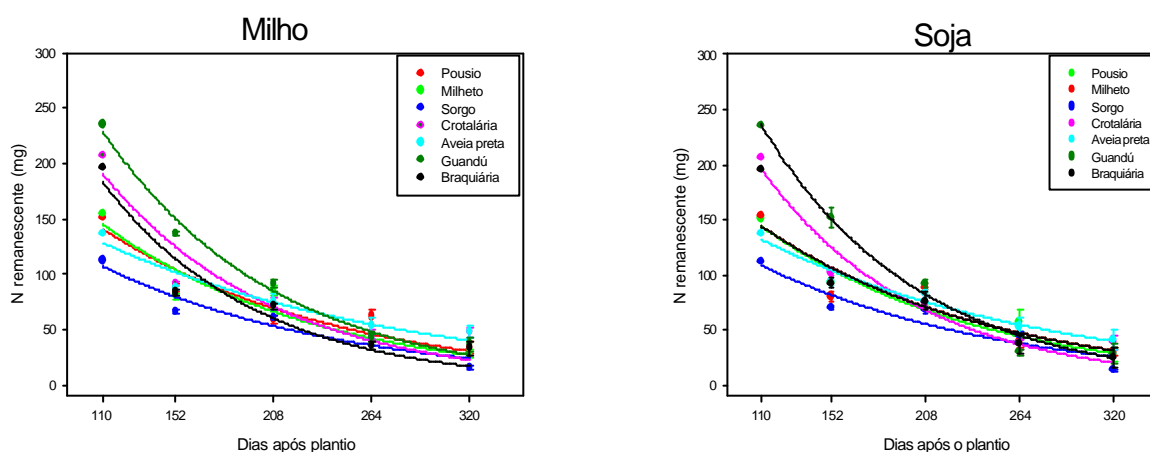


Figura 5 . Nitrogênio remanescente nos resíduos dos diferentes tipos de coberturas vegetais nas parcelas de milho e soja, no ano agrícola de 2001/2002, em Uberaba-MG.

Tabela 8 . Liberação do nitrogênio acumulado dos resíduos vegetais no primeiro ano de experimento (2000).

Coberturas	N total acumulado	Liberação de N			
		110 a 152 DAP <sup>1</sup>	152 a 208 DAP <sup>1</sup>	208 a 264 DAP <sup>1</sup>	264 a 320 DAP <sup>1</sup>
..... kg ha <sup>-1</sup> .....					
Pousio	46,61	25,87	5,51	4,76	4,67
<b>Milheto</b>	165,55	59,27	10,93	23,01	18,71
Sorgo	84,07	31,78	11,43	9,75	5,38
Crotalária	118,11	51,73	12,75	10,75	4,84
Aveia	29,18	12,58	2,39	3,94	2,74
Guandu	51,32	16,68	8,26	7,49	3,08
<b>Braquiária</b>	130,80	77,43	10,33	14,91	13,21

<sup>1</sup>DAP = Dias após plantio

No segundo ano a maior porcentagem de decomposição e liberação de N também ocorreu nos primeiros 42 dias, porém, em valores absolutos, os percentuais de decomposição foram menores do que no ano anterior, com destaque para a braquiária (37,2%), milho (36,4%), sorgo (28,6%), crotalária (27,5%), pousio (22%) e aveia preta (19,1%) (Figuras 4 e 5). Quanto à liberação de N, em valores absolutos, pode-se destacar a crotalária e milho, seguidos de guandu e braquiária (Tabela 9). A relação C/N das plantas de cobertura, quando comparada ao ano anterior, aumentou para todas as culturas, com exceção da aveia preta que se manteve estável (Tabela 1).

Tabela 9 . Liberação do nitrogênio acumulado dos resíduos vegetais durante o período avaliado no segundo ano de experimento (2001).

Coberturas	N total acumulado	Liberação de N			
		110 a 152 DAP <sup>1</sup>	152 a 208 DAP <sup>1</sup>	208 a 264 DAP <sup>1</sup>	264 a 320 DAP <sup>1</sup>
..... kg ha <sup>-1</sup> .....					
Pousio	57,19	12,58	7,72	9,84	7,26
Milho	55,75	20,29	6,13	7,58	4,85
Sorgo	45,00	12,87	5,62	9,40	3,87
Crotalária	76,38	21,00	7,71	14,97	5,96
Aveia	46,03	8,79	6,90	11,55	3,82
Guandu	62,45	15,92	14,55	10,24	7,56
Braquiária	41,65	15,49	8,66	6,50	4,58

<sup>1</sup>DAP = Dias após plantio

### 2.3 - Produtividade de milho e soja após as plantas de cobertura

O manejo das plantas de cobertura nas parcelas de milho e soja pode influenciar de forma diferenciada na produtividade das culturas. SÁ (1993) destaca que se gramíneas forem usadas como plantas de cobertura em sucessão com outra gramínea, e não for feita uma suplementação da fertilização nitrogenada, podem ocorrer prejuízos na produtividade de grãos. Este comportamento pode ser observado neste estudo, no qual elevadas produtividades de milho no primeiro ano (2000) foram obtidas para as duas leguminosas, guandu e crotalária. Porém, outras três gramíneas, braquiária, aveia preta e milho, mostraram-se também efetivas na produtividade do milho, não diferindo significativamente da produtividade alcançada na área das leguminosas (Figura 6). As menores produtividades do milho foram verificadas nas áreas de pousio, convencional e

sorgo, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos. Apesar da redução da produtividade, os valores obtidos ficaram próximos da produtividade de  $5,4\text{Mg ha}^{-1}$  média da região de Uberaba.

Comparando a produtividade obtida para o milho (Figura 06) e a liberação de N acumulado pelas coberturas (Tabela 3 e Figuras 3 e 4), observou-se não haver uma correspondência entre estas variáveis, sendo obtidas elevadas produtividades tanto em áreas com elevado conteúdo de N acumulado, milho ( $165,55\text{kg ha}^{-1}$  de N), braquiária ( $130,80\text{kg ha}^{-1}$  de N) e crotalária ( $118,11\text{kg ha}^{-1}$  de N), quanto em áreas onde as coberturas apresentaram um menor acúmulo de N, aveia preta ( $29,18\text{kg ha}^{-1}$  de N) e guandu ( $51,32\text{kg ha}^{-1}$  de N) (Tabela 08).

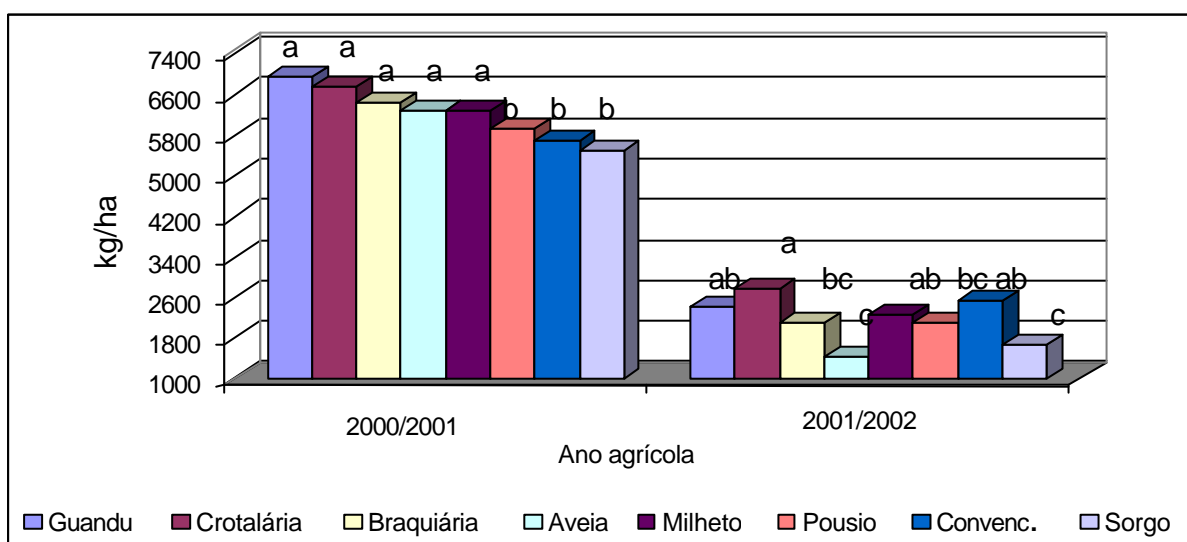


Figura 6. Produtividade de milho obtido nas diferentes coberturas nos anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente (Tukey 5%)

Quanto à liberação de N no intervalo de 42 dias, esta foi diferenciada para as culturas guandu (32,5%), crotalária (43,8%), milho (35,8%), braquiária (59,2%) e aveia preta (43,1%), e parece também não ter influenciado na produtividade do milho, apesar da exigência desta cultura quanto a este nutriente. Uma possível explicação para a ausência de resposta na produtividade do milho em função do nitrogênio liberado pelas coberturas, pode estar associada às elevadas quantidades de nitrogênio

aplicadas durante o plantio, que foram suficientes para promover uma boa produtividade para a cultura. Diferindo do observado neste trabalho, HEINRICHS et al. (2001) e AITA et al. (2001) obtiveram maiores produtividades de milho quando cultivados em sucessão a leguminosas.

Com relação à produtividade da soja sobre as culturas de cobertura, pode-se observar que as maiores produtividades ocorreram quando a cultura foi plantada sobre gramíneas ou no convencional, sendo que as três culturas de cobertura que mais forneceram nitrogênio ao sistema contribuíram para a redução da produtividade da soja (Figura 7).

No segundo ano de experimentação (2001), as produtividades do milho e da soja foram menores devido às condições climáticas, em especial às baixas taxas de precipitação durante a fase de enchimento de grãos. Apesar da redução da produtividade das culturas em valores absolutos, observa-se as mesmas tendências do ano anterior, pois a maior produtividade do milho ocorreu na área de crotalária, e os menores valores nas áreas de aveia preta e sorgo (Figura 6).

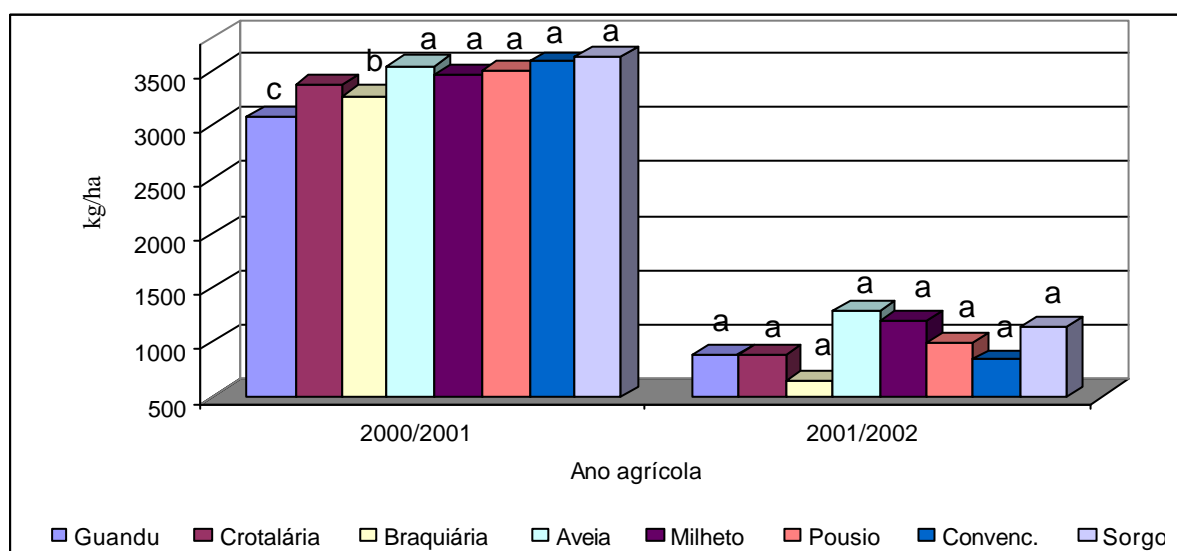


Figura 7. Produtividade de soja obtida nas diferentes coberturas nos anos agrícolas 2000/2001 e 2001/2002. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente (Tukey 5%)

Com relação à liberação de N e a produtividade, foi verificado o mesmo comportamento observado no ano anterior. Apesar das diferentes concentrações de N, crotalária (21,00kg ha<sup>-1</sup> de N), guandu (15,92kg ha<sup>-1</sup> de N), milheto (20,29kg ha<sup>-1</sup> de N), braquiária (15,49kg ha<sup>-1</sup> de N), pousio (12,58kg ha<sup>-1</sup> de N) e sorgo (12,87kg ha<sup>-1</sup> de N) (Tabela 3), estas parecem não estar influenciando na produtividade do milho.

Com relação à produtividade da soja não foram verificadas diferenças significativas entre as coberturas avaliadas (Figura 7), devido às condições climáticas. Chuvas intensas e concentradas, em especial na fase de floração da cultura contribuíram na queda das flores, reduzindo significativamente a produtividade.

#### IV - CONCLUSÕES

- O milho foi a cobertura que apresentou a maior produção de massa seca nos dois períodos avaliados, para as leguminosas a maior produção foi verificada para a crotalária. Quanto à taxa de decomposição, as leguminosas (crotalária e guandu) apresentaram uma maior velocidade quando comparadas as gramíneas;

- A maior taxa de liberação de N, para todas as coberturas, foi verificada aos 42 dias após a dessecação;

- Para o ano agrícola 2000/2001, as maiores produtividades de milho, foram verificadas para as coberturas (guandu, crotalária, braquiária, aveia e milho), para a soja os maiores valores de produção foram obtidos quando esta foi cultivada sobre gramíneas.

- No segundo ano agrícola 2001/2002, devido às condições climáticas, às produtividades de ambas as culturas foram menores quando comparadas ao ano agrícola anterior. Para o milho a maior produtividade ocorreu na área de crotalária e a menor na de aveia. Não foram verificadas diferenças significativas na produtividade da soja nas diferentes coberturas.

## V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; CERETTA,C.A .; THOMAS, A.L.; PAVINATO,A.; BAYEWR,C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Rev.Bras.Ci.Solo**, v. 18, p. 101 – 108, 1994.

AITA, C.; BASSO,C.J.; CERETTA,C.A.; GONÇALVES,C.N.; ROS,C.O.da Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Rev. Bras.Ci.Solo**, v. 25, p. 157 – 165, 2001.

AMADO, T.J.C., MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura no solo, sob sistema de plantio direto. **Rev.Bras.Ci.Solo**, v. 26, p. 241 – 248, 2002.

BERG,B. Nitrogen release from litter and humus in coniferus forest soil - a mini review. **Scandanavian Journal of Forestry Reseach**. V. 1, p. 359 –369, 1986.

BERTOL, I; CIPRANDI, O; KURTZ, C.; BAPTISTA, A.S. Persistência de resíduos culturais de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 705 – 712, 1998.

BORKERT,C.M.; GAUDÊNCIO,C. de A.; PEREIRA,J.E.; PEREIRA,L.R.; JUNIOR.A. de O. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea das culturas de cobertura de solo. **Pesq.Agropec.Bras.**. Brasília. v.38, n. 1, p. 143- 153, jan. 2003.

CALEGARI, A.; FERRO,M.; GRZESIUK,F.; JACINTO JUNIOR,L. **Plantio direto e rotação de culturas: experiência em Latossolo roxo/1985 – 1992**. Paraná: COCAMAR/ZENECA Agrícola, 1992, 64 p.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI,E.A.; COSTA, M.B.B. da; MIYSAKA,S.; AMADO,T.J.C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. da; CALEGARI, A.; MONDARDO,A.; BULISANI,E.A.; WILDNER,L. do P.; ALCÂNTARA,P.B.; MIYASAKA,S.; AMADO,T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2º ed. Rio de Janeiro:ASPTA, 1993. P. 01 –56.

CARPENEDO,V.; MIELNICZUK,J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, 14:99 – 105, 1990.

CARVALHO, M.A .C. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura e direta e convencional em Selviria/MS**. 2000, 189 p. Tese ( Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP, Jaboticabal, 2000.

CARVALHO,F.L.C., COGO,N.P.; LEVIEN,R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo de resíduo culturas de trigo na redução da erosão hídrica do solo. **Rev.Bras.Ci.Solo**, v. 14, p. 227 – 234, 1990.

CHAVES,C.A.dos S. **Produção e valor nutritivo das silagens de capim Sudão (*Shorgum sudanense* (Piper) Stapf), milheto (*pennisetum americanum* (L.) Leeke), teosinto (*Euchlaena mexicana* Scharad) e milho (*Zea mays* L.)**.1997, 56 p. Dissertação ( Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-Mg, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA/SCNLS) – **Manual de métodos de análise de solos**, Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Produção de Informação, 1999, 412 p.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S.; PERIN, A. Decomposição *in situ* da parte aérea de algumas leguminosas perenes usadas como cobertura viva de solo. FERTBIO 98 . In: XXIII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, Caxambu/MG, **Resumos**.....Caxambu-MG, 1998, p. 81.

EUCLIDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983, 59 p.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 23, p. 307 – 313, 1999.

GUIMARÃES, G.L. **Efeitos de culturas de inverno e do pousio na rotação de culturas de soja e do milho em sistema de plantio direto**. 2000, 108 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira-SP, 2000.

HEINRICH, R.; AITA, C.; AMADO, T.J.C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p. 331 – 340, 2001.

HILDEBRAND, C. **Manual de Métodos de Análise Químicas de Solo e Plantas**, Curitiba, UFPR, Mimeografado, 1976, 225 p.

HOLTZ,G.P. **Dinâmica da decomposição da palhada e a distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí/PR.** 1995, 129 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

MELLILO,J.M.; ABER,J.D.; MURATORE,J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology.** v.63, n. 3, p. 621 – 626, 1982.

MELO,W. **Dinâmica das formas de carbono e de nitrogênio em um Latossolo Roxo cultivado com *Sorghum bicolor* (L) Moench e com *Dolichos lablab* L, isoladamente, ou em cultura intercalada.**1977, 118 p. Tese ( Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias , Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1977.

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

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

MUZILLI, O. Princípios e perspectivas de expansão. In: **Plantio direto no Estado do Paraná.** Londrina, IAPAR, 1981, p.11 – 70.

OLIVEIRA,H.C. de; LEANDRO,W.M.; OLIVEIRA JUNIOR,J.P. de; LIMA,J.H.S.; BOTELHO,S.A . Biomassa total de coberturas verdes plantadas no verão em sistema de plantio direto em Goiás/GO. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13, 2000, Ilheus-Ba, **Anais.....**Ilheus:CEPLAC/CEPEC/MA/SBCS, 2000, CD-Rom.

OLIVEIRA,T.K. **Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto.** 2001, 109 p. Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, 2001.

PASQUALETTO,A . **Sucessão de culturas como alternativa de produção de plantio direto no cerrado.** 1999, 135 p., Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 1999.

PELÁ, A. **Taxa de resistência a decomposição de plantas utilizadas como adubos verdes de verão e sua influência na fertilidade do solo.** 1999, 45 p. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon/PR,1999.

REICOSKY,D.C.; FORCELLA,F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems. **J.Soil Water Conserv.**, v. 53, p. 224 – 229, 1998.

REZENDE,C.P.; CANTARUTTI,R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA,J.M.; FERREIRA,E.; TARRE, R.; MACEDO,R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA,S.; CADISCH,G.; GILLER,K.E.; BODDEY,R.M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 54: 99 – 112, 1999.

SÁ , J.C.M. **Manejo de fertilidade do solo em plantio direto.** Fundação ABC, Carambeí, Castro/PR, 1993, 96 p.

SANTOS,P.F.; WHILFORD,W.G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a chihuazhuan ecosystem. **Ecology**, v. 62, p. 654 – 669, 1981.

SCHUNKE,R.M. **Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da liteira de quatro cultivares de *Panicum maximum*.** 1998, 88 p. Tese (Doutorado em Solos) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 1998.

SILVA,M.L.N.; CURI,N.; BLANCANEUX,P.; LIMA,J.M.; CARVALHO,A .M. Rotação adubo verde – milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 32, nº6, p. 649 – 654, jun. 1997.

SIQUEIRA,J.O.O.; FRANCO,A.A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília, Ministério da Educação e Cultura, 1988, 256 p.

SOUZA,W.J.O.; MELO,W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sobre diferentes sistemas de produção de milho. **Rev.Bras.Ci.Solo**, v. 24, p. 885 – 896, 2000.

SPAGNOLLO,E.; BAYER,C. WILDNER,L.P.; ERNANI,P.R.; ALBUQUERQUE,J.A.; PROENÇA,M.M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho no Sul do Brasil. **Rev.Bras.Ci.Solo**, v. 26, p. 417 – 423, 2002.

TAYLOR,B.R.; PARKINSON,D.; PARSONS, W.F.J. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. **Ecology**, v. 70, n. 1, p. 97 – 104, 1989.

TEDESCO,M.J.; VOLKWEISS,S.J.; BOHNEN ,H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, UFRGS, Faculdade de Agronomia, Boletim técnico de solos n.º 5, 1985, 188 p.

THOMAS,R.J.; ASAKAWA,N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biol. Biochem** v. 25, n. 10, 1351 - 1361, 1993.

## **CAPITULO III**

### **PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB SOLO DE CERRADO**

## PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO SOB SOLO DE CERRADO.

### RESUMO

Na área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba-MG, foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar a influência de coberturas vegetais, num sistema de rotação de culturas, com milho e soja, em algumas propriedades físicas do solo. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com oito tratamentos: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), pousio, área em convencional (testemunha) e 4 repetições. Sobre as coberturas de solo cultivou-se milho e soja no ano agrícola 2000/2001, no ano seguinte 2001/2002, mantendo-se as coberturas nas parcelas principais, rotacionou-se soja e milho nas subparcelas. Foram feitas avaliações da distribuição de agregados por classes, diâmetro médio ponderado (DMP), densidade do solo (DS), macro e microporosidade, nas profundidades de 0 a 5; 5 a 10; 10 a 15; 15 a 20; 20 a 30 e 30 a 40 cm. Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos apenas na classe de agregados de 0,13mm, nas profundidades de 5 a 10; 10 a 15 e 30 a 40 cm. Os valores do diâmetro médio ponderado (DMP) no solo foram menores na profundidade de 20 a 30 cm para todos os tratamentos. Quanto às densidades e a macroporosidade do solo não foram observadas diferenças significativas entre as coberturas avaliadas.

**Palavras-Chave:** estabilidade dos agregados, coberturas de solo, gramíneas, leguminosas, milho, soja

## PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL IN NO TILLAGE SYSTEM UNDER CERRADO AREAS

### ABSTRACT

In the experimental area of the Federal Center of Technological Education of Uberaba (MG) , a study was accomplished with the objective to evaluate the influence of covering vegetable and the rotation system with corn and soybean, in some soil physical properties. The experimental design was random blocks, with eight treatments: pearl millet (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench), pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and black oat (*Avena strigosa* Schreb), fallow land and conventional system area and 4 repetitions. On the soil covering types it was cultivated corn and soybean in the agricultural year 2000/2001, and in the following year 2001/2002, staying the covering plants as the main plots, and rotated soybean and corn as the subplots. There were made evaluations in aggregation distribution classes, pondered medium diameter (PMD), soil density (SD), macro and microporosity, in the depths of 0 - 5, 5 - 10, 10 - 15, 15 - 20, 20 - 30 and 30 - 40 cm. The significant differences were found just in the treatments in the aggregation class of 0,13mm, and in the depths of 5 - 10, 10 - 15 and 30 - 40 cm. The values of the pondered medium diameter (PMD) in the soil were smaller in the depth of 20 - 30 cm for all treatments. The soil densities and the macroporosity did not showed significant differences among the tested covering plants.

**Keywords:** stability the aggregations, soil covering, grasses, leguminosae, corn, soybean

## I - INTRODUÇÃO

A mudança da paisagem natural para o sistema de exploração agropecuária pode provocar alterações profundas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (OADES, 1984). Os solos em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresentam características físicas como permeabilidade, estrutura, densidade e espaço poroso agronomicamente desejáveis. Entretanto, à medida que são trabalhados mecanicamente, fora do teor ideal de umidade, ocorrem consideráveis alterações físicas. A retirada da cobertura vegetal e o cultivo convencional dos solos aceleram a decomposição da matéria orgânica, provocando a compactação e a pulverização dos agregados na camada superficial, tornando-os muito suscetíveis à erosão (PELÁ, 2002).

Dentre as características físicas do solo, a estrutura pode ser considerada como uma das mais importantes sob o ponto de vista agrícola, pois a ela são atribuídas propriedades fundamentais nas relações solo-planta. HILLEL (1982) destaca que a estrutura pode ser alterada por mudanças no clima, na atividade biológica e por práticas de manejo do solo, sendo ainda vulnerável a forças de natureza mecânica e físico-química.

A implantação de sistemas de manejo que promovam o mínimo de alterações no solo, mantendo os restos culturais na superfície destes, promove uma maior proteção do solo devido ao contínuo aporte de resíduos orgânicos, favorecendo a manutenção da agregação, uma vez que não ocorre a destruição mecânica dos agregados pelos implementos de preparo de solo (ALVARENGA et al., 1986). CASTRO FILHO et al. (1998), verificaram que no sistema de rotação de culturas, na profundidade de 0 a 10cm, a estabilidade de agregados foi 20% superior na rotação milho/trigo/milho, comparada à rotação soja/trigo/soja sendo que a estabilidade tende a aumentar mais em solos com gramíneas do que os com leguminosas (PALADINI & MIELNICZUCK, 1991; SILVA & MIELNICZUCK, 1997; 1998).

Segundo MERTEN & MIELNICZUCK (1991) quando os restos culturais são mantidos como cobertura do solo, normalmente a densidade do solo e a

microporosidade aumentam nas camadas mais superficiais, sendo isto atribuído ao não revolvimento do solo.

As raízes das plantas estimulam a agregação estável do solo com o suprimento dos resíduos orgânicos liberados quando da decomposição do seu sistema radicular (OADES, 1984). SILVA et al. (1998) estudando a resistência dos agregados ao impacto das gotas de chuva, com diferentes plantas de cobertura sobre o solo, verificaram que em áreas de braquiária os agregados ficaram mais resistentes. Este comportamento pode ser atribuído à maior conteúdo de matéria orgânica, que é mais eficiente na manutenção da estabilidade dos agregados.

SILVA & ROSOLEM (2001) avaliando o crescimento radicular, produção da matéria seca da parte aérea e das raízes de seis plantas de cobertura (aveia preta, guandu, milheto, mucuna preta, sorgo e tremoço azul) usadas em semeadura direta e observaram que em solo arenoso a densidade crítica para desenvolvimento destas plantas é superior a  $1,6 \text{Mg m}^{-3}$  e que o milheto foi a cobertura que produziu mais matéria seca em solos com compactação subsuperficial. Ainda neste estudo, o guandu e o tremoço azul foram os que apresentaram os piores desempenhos em relação as propriedades avaliadas.

BEUTLER (1999), estudando alguns parâmetros físicos em diferentes sistemas de manejo de solo no cerrado, observou que no plantio direto o diâmetro médio dos agregados foi superior 1,86 vez ao plantio convencional na profundidade de 0 a 5cm, sendo o teor de matéria orgânica também mais elevado nesta profundidade. SECCO et al. (1997), em um Latossolo Vermelho Escuro Argiloso, encontrou uma porosidade total de 0,53 e  $0,57 \text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ , macroporosidade de 0,20 e  $0,29 \text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ , e microporosidade de 0,32 e  $0,28 \text{m}^3 \text{ m}^{-3}$  para plantio direto e sistema convencional, respectivamente, na profundidade de 0 a 7cm.

ANDREOLA et al. (2000) avaliando a influencia do cultivo da aveia preta e nabo forrageiro nas propriedades físicas, associados à adubação orgânica, mineral, orgânica + mineral e com esterco de aves, observaram que a prática da adubação reduziu a estabilidade dos agregados maiores que 4,76mm e aumentou nas classes de diâmetro 4,76 a 2,00 e 2,00 a 1,00mm, na camada de solo 0 a 10cm. Foi observado que o adubo

orgânico promoveu o aumento da macroporosidade e diminuiu a densidade do solo, enquanto que a adubação orgânica + mineral reduziu a macroporosidade e aumentou a microporosidade e a densidade do solo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de sete tipos de coberturas vegetais nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico.

## II - MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (CEFET), no município de Uberaba-MG, localizado a 19°39'19"S e 47°57'27" W, a aproximadamente 795 metros de altitude. A precipitação média anual é de 1600mm; a temperatura média anual é de 22,6°C e a umidade relativa do ar média é de 68%. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo a classificação de Köppen, apresentando inverno frio e seco. O solo da área experimental foi classificado um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999), textura média. Até a profundidade de 40cm, apresenta 180g kg<sup>-1</sup> de argila, 730g kg<sup>-1</sup> de areia e 90g kg<sup>-1</sup> de silte. As características químicas da área na ocasião da instalação do experimento (ano agrícola 2000/2001), são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 . Características químicas do solo em duas camadas (0 a 20 e 20 a 40cm) na instalação do experimento na área.

Profundidade Cm	PH H <sub>2</sub> O	M.O. g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K .....mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
0 a 20	6,3	16	17	2,9	19	6	20	28	48	58
20 a 40	5,7	14	3	1,0	13	4	20	18	38	47

Análise realizada no Laboratório de Solos, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba-MG; P,K = Mehlich-1; M.O = Walkley e Black; Ca e Mg = KCl (EMBRAPA, 1997).

Antes de qualquer preparo de solo fez-se uma avaliação das propriedades físicas do solo da área com amostragens nas profundidades de 0 a 5; 5 a 10; 10 a 15; 15 a 20; 20 a 30 e 30 a 40cm (Tabela 2).

Tabela 2 . Propriedades físicas do solo da área experimental, nas diferentes profundidades.

Propriedades físicas	Profundidades de amostragem (cm)					
	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	20 a 30	30 a 40
Densidade do solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	1,51	1,62	1,65	1,60	1,66	1,57
Areia Grossa ( $\text{g kg}^{-1}$ )	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
Areia Média ( $\text{g kg}^{-1}$ )	14,00	13,00	14,00	13,00	12,00	14,00
Areia Fina ( $\text{g kg}^{-1}$ )	45,00	44,00	45,00	42,00	43,00	42,00
Areia Muito Fina ( $\text{g kg}^{-1}$ )	13,00	11,00	12,00	13,00	16,00	13,00
Silte ( $\text{g kg}^{-1}$ )	11,00	13,00	11,00	12,00	8,00	9,00
Argila ( $\text{g kg}^{-1}$ )	16,00	17,00	17,00	19,00	21,00	21,00
Macroporosidade (%)	16,04	12,60	19,50	16,71	18,12	16,27
Microporosidade (%)	29,05	29,73	24,23	24,43	24,89	25,04
DMP (mm)	3,31	2,58	2,19	2,19	0,92	1,80

DMP= Diâmetro médio ponderado

Devido à constatação de uma camada adensada em profundidade, foi realizada uma subsolagem e, posteriormente, procedeu-se a escarificação do solo com grade leve para homogeneização da área, com o objetivo de facilitar o plantio. Não foi feita qualquer aplicação de calcário na área experimental, bem como qualquer adubação no plantio das plantas de cobertura, como ocorre normalmente na região.

Foi utilizada uma área que estava há mais de um ano em pousio, que apresentava um histórico de mais de 20 anos em plantio convencional. Nesta foi instalado o experimento, cujo delineamento adotado foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Foram empregados oito tratamentos (coberturas do solo, Tabela 3) nas parcelas principais e duas subparcelas (milho e soja), com 4 repetições, num total de 32 parcelas de  $40\text{m}^2$  (4 x 10 m). No ano agrícola 2000/2001, foram plantadas seis coberturas: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), além da utilização de uma área em pousio e a testemunha (plantio convencional), nas parcelas principais. Fez-se um levantamento das plantas invasoras que se desenvolveram na área sob pousio, sendo constatado a presença de espécies de diversas famílias (Tabela 4).

Tabela 3 . Tipos de coberturas utilizadas, espaçamento e densidade de plantio.

CULTURA	Espaçamento (m)	Densidade (pl / m)
Braquiária brizanta	0,25	25
Aveia preta	0,25	100
Crotalária juncea	0,50	30
Guandu	0,50	15
Sorgo forrageiro	0,50	20
Milheto	0,25	20
Pousio	***	***
Convencional	Testemunha	

Aos 110 dias após plantio (DAP) fez-se amostragens em 2 pontos ao acaso em cada parcela para avaliação da matéria seca, jogando-se um quadrado de ferro de área útil de 1 m<sup>2</sup>, onde todo o material encontrado dentro da área era coletado, cortando-se o mais rente possível do solo, levados para laboratório, colocados em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, pesados após atingirem peso constante, sendo seus resultados transformados para kg ha<sup>-1</sup>. Após esta amostragem, as coberturas foram dessecadas aplicando-se 1440g ha<sup>-1</sup> de glifosato + 600g ha<sup>-1</sup> de Paraquat. Quinze dias após a dessecação, a parcela foi subdividida em duas de 20m<sup>2</sup>, sendo feito o plantio das culturas anuais (milho e soja), sobre a palha seca. No ano agrícola 2001/2002 foram adotados os mesmos procedimentos, sendo rotacionadas as culturas de milho e soja nas subparcelas.

Plantou-se o milho híbrido duplo AG 1051 da Agrocerec com 6 sementes por metro e 90cm de espaçamento entre linhas e a soja MG/BR-46 Conquista de semi-tardio com 15 sementes por metro e espaçamento de 45cm entre linhas, utilizando uma plantadora PST<sub>2</sub> da Tatú. Para adubação de plantio de milho utilizou-se 32kg ha<sup>-1</sup> de N, 80kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 1,2kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Em cobertura aplicou-se 90kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia aos 10 dias após emergência (DAE) e mais 20kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônia 25 DAE, nos dois anos agrícolas avaliados. Para soja, utilizou-se 8kg ha<sup>-1</sup> de N, 80kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 1,2kg ha<sup>-1</sup> de Zn, sem inoculação. Em função dos teores de cálcio e de magnésio verificados (Tabela 1), não foi realizada calagem na área. Foram feitos o tratamento das sementes e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas necessários durante o ciclo das culturas.

Tabela 4 . Plantas invasoras verificadas nas áreas sob pousio, ano agrícola 2000/2001.

FAMILIA	NOME CIENTIFICO	NOME COMUM
Solanaceae	<i>Nicandra physaloides</i>	Joá de capote
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea L.</i>	Beldroega
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spp.</i>	Caruru
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto
Gramineae	<i>Cenchrus echinatus L.</i>	Timbete
Gramineae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim amargoso
Gramineae	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim marmelada
Compositae	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho de carneiro
Gramineae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Capim favorito
Labiatae	<i>Hyptis suaveolens L.</i>	Cheirosa
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentum</i>	Tiririca
Gramineae	<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiária decumbens
Gramineae	<i>Eleusine indica</i>	Capim pé de galinha
Gramineae	<i>Panicum maximum</i>	Capim colônia

A densidade do solo (DS) foi determinada em amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Uhland (FORSYTHE, 1975), e a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico, usando álcool etílico como líquido penetrante (BLAKE & HARTGE, 1986 b) citados por BEUTLER (1999).

A distribuição de poros por tamanho (macro e microporosidade) foi determinada em amostras com estrutura indeformada, previamente saturadas por 24 horas, utilizando uma unidade de sucção a 60cm de altura de coluna de água. A microporosidade foi calculada pela diferença entre o volume total de poros determinada e a microporosidade (EMBRAPA, 1997).

A estabilidade dos agregados estáveis em água foi avaliada pelo método descrito por KEMPER & CHEPIL (1965), denominado padrão, que consiste em pesar duplicatas de 50g de solo secas ao ar constituídas de agregados de diâmetro entre 9,51 a 4,76mm, os quais foram umedecidos por capilaridade durante 12 horas. A seguir, transferiram-se as amostras para um jogo de peneiras de 4,00; 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,13mm de malha, agitando-se em água, com oscilação vertical, durante 15 minutos. Os conteúdos de cada peneira foram transferidos para recipientes metálicos previamente pesados e submetidos à secagem por 24 horas em estufa a 105°C.

Descontado o teor de umidade e a quantidade de areia retida em cada peneira, efetuou-se o cálculo do diâmetro médio ponderado dos agregados.

O diâmetro médio ponderado (DMP) é tanto maior quanto maior for a percentagem de agregados grandes retidos nas peneiras com malhas maiores (PERIN, 2002), sendo calculada por meio da seguinte equação:

$$DMP = \frac{\sum_{n=1}^n (x_i w_i)}{n}$$

Sendo

$w_i$  = proporção de cada classe em relação ao total;

$x_i$  = Diâmetro médio das classes (mm)

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Sistema para Análises estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 5,0 (EUCLIDES, 1983). As avaliações constaram de análise de variância, aplicando o teste F para significância. Quando este foi significativo, compararam-se as médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – Distribuição dos agregados em função das coberturas

De uma maneira geral, observou-se que a maior percentagem de agregados ficou retida na peneira de 4mm em todos os tratamentos (Tabela 5). Estes dados são corroborados com dados obtidos por PERIN et al. (2002) trabalhando com leguminosas herbáceas como cobertura viva em Seropédica-RJ. Nos trabalhos de SILVA & MIELNICZUCK (1997; 1998) foi verificado um maior percentual de agregados, na maioria das vezes, em áreas de gramíneas.

Tabela 5 . Distribuição dos agregados nas parcelas nas coberturas nas profundidades de 0 a 40cm

Classes	Convenc.	Pousio	Aveia P.	Braq.	Sorgo	Milheto	Crotal.	Guandu	CV
Mm	g.....g.....								%
0 a 5cm									
4,00	41,71 a	44,34 a	39,56 a	41,34 a	44,97a	41,34 a	42,88 a	40,52 a	5,5
2,00	2,32 a	1,42 a	3,25 a	2,98 a	1,74 a	3,03 a	2,12 a	2,18 a	26,0
1,00	1,00 a	0,55 a	1,66 a	0,82 a	0,60 a	1,07 a	0,66 a	1,53 a	27,8
0,50	1,30 a	0,61 a	1,55 a	1,19 a	0,55 a	1,21 a	0,83 a	1,90 a	25,7
0,25	1,47 a	0,75 a	1,62 a	1,46 a	0,57 a	1,31 a	1,17 a	1,81 a	22,8
0,13	0,96 a	0,56 a	0,86 a	1,08 a	0,30 a	0,93 a	0,97 a	0,92 a	14,8
5 a 10cm									
4,00	38,90 a	39,87 a	36,97 a	40,51 a	42,67 a	44,08 a	35,85 a	32,48 a	9,7
2,00	3,21 a	2,81 a	1,95 a	2,29 a	1,81 a	1,77 a	4,19 a	4,42 a	20,7
1,00	1,49 a	1,52 a	1,72 a	1,29 a	0,88 a	0,78 a	2,08 a	2,32 a	20,4
0,50	1,94 a	1,91 a	2,72 a	1,45 a	1,38 a	0,66 a	2,44 a	3,35 a	28,6
0,25	1,90 a	1,89 a	3,34 a	1,76 a	1,50 a	0,91 a	2,14 a	3,86 a	28,8
0,13	1,01 c	0,77 d	1,39 b	1,07 c	0,92 cd	0,60 e	1,08 c	2,05 a	12,8
10 a 15cm									
4,00	39,54 a	38,65 a	31,36 a	37,42 a	38,99 a	35,26 a	37,22 a	31,81 a	7,9
2,00	2,65 a	3,03 a	5,18 a	2,85 a	2,46 a	4,02 a	4,06 a	3,17 a	13,2
1,00	1,55 a	1,64 a	2,75 a	1,97 a	2,26 a	2,03 a	1,82 a	3,04 a	20,7
0,50	1,67 a	1,66 a	3,54 a	2,58 a	2,01 a	2,39 a	1,94 a	3,54 a	21,4
0,25	1,93 a	1,91 a	3,53 a	2,49 a	2,22 a	2,72 a	2,02 a	4,19 a	16,4
0,13	0,94 c	0,86 bc	2,45 a	1,19 bc	1,13 ab	1,51 bc	1,29 bc	1,8abc	9,7
15 a 20cm									
4,00	34,56 a	27,51 a	28,96 a	35,06 a	38,72 a	30,91 a	30,17 a	30,31 a	10,8
2,00	3,98 a	5,21 a	4,31 a	4,45 a	3,33 a	4,08 a	5,01 a	4,81 a	17,3
1,00	2,71 a	4,12 a	3,90 a	3,39 a	1,66 a	2,95 a	3,73 a	3,64 a	17,4
0,50	2,65 a	4,73 a	4,12 a	2,58 a	1,48 a	3,81 a	3,87 a	3,63 a	21,9
0,25	2,89 a	4,34 a	4,13 a	1,91 a	1,77 a	4,36 a	3,73 a	3,91 a	16,7
0,13	1,28 a	1,84 a	2,16 a	1,35 a	1,15 a	2,38 a	1,30 a	1,47 a	22,3
20 a 30cm									
4,00	16,4 a	13,15 a	14,65 a	16,21 a	15,76 a	14,94 a	13,65 a	15,04 a	9,3
2,00	2,41 a	2,80 a	2,04 a	1,80 a	1,71 a	2,99 a	2,61 a	2,26 a	11,4
1,00	1,44 a	1,78 a	1,91 a	1,26 a	1,82 a	1,99 a	2,07 a	2,14 a	13,6
0,50	1,51 a	2,15 a	2,22 a	1,85 a	2,07 a	1,75 a	2,54 a	2,19 a	12,6
0,25	1,59 a	2,56 a	2,24 a	2,16 a	2,08 a	1,56 a	2,44 a	1,75 a	11,0
0,13	1,61 ab	2,95 a	1,79 ab	1,50 ab	1,28 b	1,14 b	2,20 ab	1,60 ab	10,8
30 a 40cm									
4,00	17,30 a	24,91 a	24,06 a	31,90 a	25,84 a	24,96 a	25,80 a	28,23 a	12,4
2,00	8,87 a	5,88 a	4,69 a	6,49 a	5,71 a	5,90 a	7,66 a	6,22 a	14,1
1,00	4,87 a	3,73 a	3,16 a	2,37 a	2,59 a	4,79 a	3,68 a	2,80 a	13,6
0,50	5,88 a	5,69 ab	4,53 ab	2,75 b	4,07 ab	4,72 ab	4,51 ab	3,28 ab	13,6
0,25	7,03 a	5,13 a	6,80 a	2,73 a	6,52 a	3,84 a	4,34 a	4,30 a	19,0
0,13	3,89 a	2,65 a	3,51 a	1,63 a	3,35 a	2,15 a	1,92 a	3,08 a	20,5

Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Alguns dos princípios básicos citados na literatura que envolvem a gênese dos agregados, destacam que as raízes das plantas estimulam a agregação estável do solo,

e que estas raízes ao penetrarem no solo comprimem as partículas, aproximando-as, formando um emaranhado de raízes e solo e estimulando a agregação (OADES, 1984); que a estabilidade tende a aumentar mais em solos com gramíneas do que os com leguminosas (SILVA & MIELNICZUCK, 1997; 1998). Alguns destes comportamentos foram constatados neste experimento.

Na camada de 0 a 5cm não ocorreram diferenças significativas no peso de agregados por peneira nos tratamentos avaliados (Tukey 5%). Porém pode-se destacar que mesmo a área em plantio convencional (testemunha), apresentou valores semelhantes aos demais tratamentos, até maiores que na área com aveia preta como planta de cobertura. Este fato pode ser explicado pela situação de pousio em que a área se encontrava e também pela influência da vegetação natural, que pode estar contribuir através da ação do sistema radicular e pelo depósito de material orgânico (folhas e galhos). CAMPOS et al. (1995) em seu trabalho com estabilização estrutural de agregados num Latossolo, verificaram que com a manutenção da cobertura, ocorreu uma maior resistência ao impacto das gotas de chuva, favorecendo uma menor desagregação superficial. ALBUQUERQUE et al. (2001) e BEUTLER (1999) observaram efeito semelhante, comparando sistemas de plantio direto e convencional.

Para a camada de 5 a 10cm podem ser observada algumas diferenças em valores numéricos, que mesmo não sendo significativas a nível de 5% (Tukey), devem ser destacadas, pois mostram algumas tendências que serão verificadas nas outras camadas. O maior valor numérico (absoluto) de massa de agregados foi observado na menor peneira (0,13mm), na área de plantio de guandu (2,05g). Este valor foi 3,4 vezes maior que o menor valor observado para o milho (0,60g). Nesta camada pode-se observar os efeitos de desagregação do solo causados por vários anos de plantio convencional, constatado pelo aumento dos valores de massa de agregados nas peneiras menores (0,13mm), apresentando diferenças significativas entre os tratamentos. Este comportamento também foi constatado por PERIN (2002) e ANDREOLA et al. (2000), que observaram maior desagregação em camadas mais profundas, quando compararam áreas com cobertura e áreas em convencional, além da constatação que os maiores valores observados nas peneiras de 4mm estavam em

áreas de cultivo de gramíneas (milheto, sorgo e braquiária) e os menores valores em áreas de leguminosas (crotalária e guandu).

Pode-se supor que os altos valores observados nas áreas com cobertura vegetal, principalmente de gramíneas (Tabela 3), provavelmente estão associados a ação do sistema radicular, como destacado por PALADINI & MIELNICZUCK (1991) e SILVA & MIELNICZUCK (1998; 1999) que citam uma melhor distribuição do sistema radicular fasciculado das gramíneas, que concentram sua maior parte na profundidade até 20cm, enquanto que nas leguminosas, em função do sistema radicular pivotante, ocorre maior aprofundamento no solo e conseqüentemente uma melhor distribuição destas no perfil do solo. O fato de não terem sido verificadas diferenças significativas nas camadas superiores talvez possa ser explicado pelo tempo que a área permaneceu em pousio, como já citado anteriormente, além do cultivo das plantas de cobertura e de milho e soja na área, por dois anos agrícolas consecutivos, que é um período curto para expressar os resultados de uma forma mais eficiente.

Na camada de 10 a 15cm ocorreram efeitos semelhantes aos verificados para a camada de 5 a 10cm. A maior quantidade de agregados, para a peneira de 4mm, foi verificada nos tratamentos com gramíneas. Quanto à massa de agregados para esta peneira, ainda pode ser constatado que a leguminosa (guandu) foi a que apresentou a menor quantidade de agregados, apesar das diferenças não terem sido significativas entre coberturas (Tukey 5%).

Esperava-se que os menores valores encontrados nas peneiras de 4 e 2mm ocorressem na área em cultivo convencional (testemunha), pois esta área, antes da instalação do experimento, sempre foi preparada de forma tradicional, com o emprego de uma ou duas gradagens pesadas, mais uma leve para nivelamento do solo antes do plantio. Entretanto, observou-se que os baixos valores nestas peneiras também ocorreram em outros tratamentos. Isto talvez possa ser explicado pelo tipo de mecanização empregado, onde o uso intensivo de grades aradoras revolvendo intensamente o solo nestas profundidades podem promover grande desagregação, como destacado por RESCK (1998) e CAMARGO (1983). Como conseqüência deste preparo, é comum ocorrer a compactação subsuperficial do solo em camadas mais

profundas, mais conhecida como “pé de grade”, observado na área quando realizado a primeira amostragem, com isso, os efeitos da desagregação são mais facilmente observados.

Na camada de 15 a 20cm a diminuição da massa de agregados observados na peneira de 4mm ainda ocorreu, em maior proporção nas áreas de pousio, aveia preta, milho, guandu e crotalaria, porém não ocorreram diferenças significativas (Tukey 5%) entre os tratamentos avaliados, em nenhuma peneira. Nesta camada o melhor desempenho observado também ocorreu nas gramíneas (sorgo), que apresentam maiores valores de agregados nas peneiras maiores.

Na camada de 20 a 30cm foram observados os menores valores de agregados nas peneiras de 4mm, porém, mesmo apresentando diferenciação significativa (Tukey 5%), somente nas peneiras de menor diâmetro, em todos os tratamentos ocorreu uma melhor distribuição dos agregados. Talvez isto seja uma evidência da desagregação existente nesta área, causada pelos implementos agrícolas, sendo este efeito melhor visualizado nesta camada. BALDISSERA et al. (1994) e BEUTLER (1999) observaram efeitos idênticos nestas duas profundidades, causados pelos implementos agrícolas, comparando áreas em plantio direto e convencional. CASTRO (1995) observou mesmo efeito na profundidade de 25cm.

Na profundidade de 30 a 40cm, a maior proporção de agregados nas peneiras de maior diâmetro (2 e 4mm) voltou a ocorrer, mesmo não havendo diferenciação estatística entre os tratamentos. Ainda assim, as gramíneas têm destaque, mesmo em maiores profundidades, corroborando com CARPENEDO & MIELNICZUCK (1990). Nesta profundidade a agregação parece ser decorrente das características do solo, e não um efeito das diferentes coberturas.

### **3.2 – Diâmetro Médio Ponderado dos Agregados (DMP)**

Em relação ao diâmetro médio ponderado (DMP), em todas as camadas avaliadas, observou-se sempre que os maiores valores foram encontrados nas áreas de gramíneas; 0 a 5 e 15 a 20cm com sorgo; 5 a 10cm com milho; 10 a 15 e 20 a 30cm

convencional; 30 a 40cm com braquiária (Tabela 6). Em comparação com as leguminosas, as gramíneas sempre apresentaram os maiores valores de DMP nas profundidades avaliadas, mesmo quando não ocorreram diferenças significativas em algumas profundidades. Uma exceção a este comportamento foi verificada para as profundidades de 10 a 15 e 20 a 30cm, onde cultivo convencional foi o que apresentou o maior valor de DMP. Divergindo deste comportamento, PERIN (2001) trabalhando com leguminosas herbáceas perenes, observou maiores valores de DMP nas áreas de leguminosas quando comparado com áreas capinadas.

Tabela 6 . Diâmetro médio ponderado (DMP) obtidos nas profundidades de 0 a 40cm, em agosto/2002.

Prof.	Conv.	Pousio	Aveia Preta	Braq.	Sorgo	Milheto	Crot.	Guandu
cm	mm.....							
0 – 5	3,47 a	3,63 a	3,34 a	3,46 a	3,69 a	3,47 a	3,54 a	3,39 a
5 – 10	3,30 a	3,36 a	3,11 a	3,38 a	3,53 a	3,62 a	3,11 a	2,88 a
10 – 15	3,33 a	3,27 a	2,81 a	3,19 a	3,30 a	3,06 a	3,21 a	2,79 a
15 – 20	3,02 a	2,56 b	2,64 b	3,09 a	3,29 a	2,76 ab	2,75 ab	2,75 ab
20 – 30	1,46 a	1,24 b	1,33 ab	1,43 a	1,40 a	1,38 a	1,28 b	1,37 ab
30 – 40	1,94 e	2,39 c	2,28d	2,90 a	2,42 c	2,40c	2,52 b	2,62 ab

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na profundidade de 0 a 5cm observou-se que os valores obtidos para o DMP foram muito próximos em todos os tratamentos. Considerando-se que haviam sido cultivados milho e soja por dois anos consecutivos, mesmo na área em sistema convencional, este comportamento pode ser atribuído ao curto intervalo de tempo entre as amostragens (2 anos) após a implantação do experimento e a deposição de material orgânico, resíduos vegetais, que permaneceram no solo e provenientes da colheita do milho e soja, além dos restos de raízes destas plantas.

Na camada de 20 a 30cm pode-se constatar que a desagregação do solo ocorreu de maneira mais intensa para os oito tipos de coberturas avaliados (Tabela 3), sendo este efeito mais evidente nesta camada, em função da compactação subsuperficial. Com isso a maior percentagem de agregados se acumulou nas menores peneiras, o que vem justificar os menores valores obtidos de DMP. Outro fato importante a ser destacado é que nesta profundidade ocorrem poucas alterações da

umidade do solo, não ocorrendo o efeito destacado por HORN & DEXTER (1988) e HORN (1990), de que os ciclos de umedecimento e secagem favorecem a agregação do solo. Na camada de 30 a 40cm os valores próximos de DMP entre tratamentos, com menor valor no sistema convencional, são explicados pela não interferência de implementos agrícolas na desagregação do solo.

### 3.3 – Densidade do Solo (DS)

Os valores de densidade do solo (DS) (Tabela 7) variaram entre 1,43 a 1,64Mg m<sup>-3</sup>, não sendo verificadas diferenças significativas entre os diferentes tipos de cobertura (Tukey 5%). PELÁ (2002) estudando o efeito de plantas de cobertura em propriedades físicas do solo, encontrou comportamento semelhante ao verificado neste estudo. Apesar de não ocorrerem diferenças significativas, ao comparar-se os valores absolutos (numéricos) obtidos para as camadas de 10 a 15 e 20 a 30cm, estes foram maiores que os verificados nas outras profundidades. Nestas camadas foi onde também ocorreram as maiores variações com relação à percentagem de agregados por peneira, e o menor DMP (20 a 30cm).

Destaca-se que na área sob sistema convencional foram encontrados os maiores valores de densidade em quase todas as profundidades avaliadas após dois anos. Para estas camadas foram encontrados valores de (1,65Mg m<sup>-3</sup>) para a profundidade de 10 a 15cm e (1,66Mg m<sup>-3</sup>) para 20 a 30cm. Após a subsolagem feita na área total e a introdução de plantas de cobertura, plantio de milho e soja foi observada uma redução destes valores para ambas as camadas, 1,59 e 1,56Mg m<sup>-3</sup>, para as camadas de 10a15 e 20a30 respectivamente . PELÁ (2002) obteve valores variando de 1,44 a 1,48Mg m<sup>-3</sup> para milheto, guandu, mucuna preta, crotalária juncea, braquiária e pousio, enquanto que neste experimento observou-se uma variação de 1,45 a 1,60Mg m<sup>-3</sup> para as mesmas culturas (Tabela 6). Os valores de DS podem ter favorecido o desenvolvimento das plantas de cobertura. Este comportamento é corroborado pelos trabalhos de SILVA & ROSOLEM (2001), que atribuem o valor de DS de 1,60Mg m<sup>-3</sup> como crítico para o desenvolvimento de plantas de cobertura.

Tabela 7 . Valores de densidade do solo obtidos sobre as diferentes coberturas de solo nas profundidades de 0 a 5; 5 a 10; 10 a 15; 15 a 20; 20 a 30 e 30 a 40cm, no período entre agosto/2000 a agosto/2002.

Coberturas	Densidade do Solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ )					
	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	20 a 30	30 a 40
	.....cm.....					
Pousio	1,67 a	1,59 a	1,61 a	1,53 a	1,64 a	1,56 a
Milheto	1,54 a	1,57 a	1,63 a	1,62 a	1,64 a	1,60 a
Sorgo	1,54 a	1,55 a	1,58 a	1,50 a	1,57 a	1,54 a
Crotalária	1,43 a	1,53 a	1,57 a	1,58 a	1,58 a	1,56 a
Aveia preta	1,47 a	1,59 a	1,58 a	1,54 a	1,46 a	1,46 a
Guandú	1,50 a	1,49 a	1,52 a	1,54 a	1,54 a	1,50 a
Braquiária	1,49 a	1,53 a	1,51 a	1,50 a	1,53 a	1,45 a
Convencional (ag/02)	1,63 a	1,62 a	1,59 a	1,52 a	1,56 a	1,47 a
CV (%)	6,7	5,1	4,8	5,1	4,3	6,1

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

### 3.4 – Macro e Microporosidade

Quanto à distribuição da porosidade do solo (macro e microporos) não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos analisados para macroporosidade (Tukey 5%), porém podem-se destacar algumas tendências em valores numéricos (Tabela 8). Na camada de 0 a 5cm foram observados os menores valores de macroporosidade nas áreas de pousio (14,66%) e plantio convencional (12,54%), valores estes associados às maiores DS,  $1,67\text{Mg m}^{-3}$  e  $1,63\text{Mg m}^{-3}$  (Tabela 7), e 28,20% e 29,83% da microporosidade (Tabela 9).

Na camada de 5 a 10cm todos os tratamentos apresentaram valores superiores aos observados no plantio convencional (agosto/2002). De uma maneira geral, as leguminosas (crotalária e guandu) promoveram maiores modificações nesta propriedade física, quando comparadas aos outros tratamentos (gramíneas e convencional) nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10cm. Comportamento similar também foi observado por PELÁ (2002), até 8cm de profundidade, para as mesmas coberturas, na região de Jaboticabal-SP. A macroporosidade aumentou na maioria dos tratamentos nas camadas mais profundas, fato também destacado por MACIEL JUNIOR (1999), porém ANDREOLA et al. (2000) trabalhando com nabo forrageiro e aveia preta, observaram efeito contrário ao obtido, pois constataram tendência dos valores de

macroporosidade serem menores com aumento da profundidade. BEUTLER (1999) destaca que a menor porosidade nas camadas superficiais pode estar relacionada ao tráfego de máquinas, em especial por ocasião no preparo da área.

Tabela 8 . Macroporosidade do solo obtidos sob as diferentes coberturas de solo após 2 anos da implantação do experimento, entre o período de agosto/2000 a agosto/2002.

Cobertura	Macroporosidade do solo (%)					
	0 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	20 – 30	30 - 40
	.....cm.....					
Pousio	14,66 a	18,22 a	17,68 a	14,47 a	18,01 a	17,71 a
Milheto	18,25 a	19,41 a	17,84 a	15,64 a	15,16 a	13,75 a
Sorgo	18,11 a	18,97 a	17,44 a	16,58 a	17,99 a	17,09 a
Crotalaria	23,76 a	22,53 a	17,63 a	16,49 a	19,20 a	17,32 a
Aveia preta	21,37 a	18,50 a	17,65 a	20,54 a	23,08 a	21,36 a
Guandu	21,66 a	21,03 a	18,10 a	17,75 a	17,60 a	19,74 a
Braquiaria	18,36 a	19,50 a	18,57 a	20,86 a	20,25 a	19,34 a
Convencional (ag./02)	12,54 a	17,33 a	16,31 a	17,82 a	16,15 a	19,10 a
CV (%)	28,2	17,9	19,1	19,9	16,2	15,8

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Com relação à microporosidade (Tabela 9) observou-se que ocorreram diferenças significativas (Tukey 5%) apenas na camada de 5 a 10cm de profundidade, na qual o valor obtido para a crotalaria foi menor que os verificados nos demais tratamentos. Este comportamento é similar ao verificado por PELÁ (2002), que observou o aumento da microporosidade e da densidade do solo para milheto, guandu, mucuna preta, crotalaria juncea, braquiária e pousio até 8cm de profundidade, demonstrando a participação destas coberturas no aumento da microporosidade do solo. Para a microporosidade, observam-se as mesmas tendências verificadas para a densidade do solo nas camadas de 10 a 15 e 20 a 30cm (Tabela 7).

Tabela 9 . Microporosidade do solo obtidos sob as diferentes coberturas de solo após 2 anos da implantação do experimento, entre o período de agosto/2000 a agosto/2002.

Cobertura	Microporosidade do solo (%)					
	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	20 a 30	30 a 40
	.....cm.....					
Pousio	28,20 a	25,87 ab	24,35 a	26,04 a	24,09 a	24,84 a
Milheto	26,23 a	23,77 b	23,98 a	26,16 a	26,25 a	28,36 a
Sorgo	24,81 a	25,20 ab	25,43 a	24,75 a	25,71 a	25,26 a
Crotalária	23,50 a	22,15 b	25,82 a	26,29 a	23,99 a	27,04 a
Aveia preta	25,02 a	26,39 a	27,75 a	25,55 a	23,67 a	25,07 a
Guandu	24,55 a	25,68 ab	26,68 a	26,18 a	25,63 a	24,92 a
Braquiaria	28,61 a	26,53 a	26,65 a	24,69 a	23,73 a	26,21 a
Convencional (ag./02)	29,83 a	25,04 ab	24,75 a	24,68 a	27,66 a	26,26 a
CV (%)	15,7	5,6	9,0	7,6	8,1	10,4

Médias seguidas de mesmas letras coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

#### **IV - CONCLUSÕES**

- Independentemente do tipo de cobertura, as diferenças de agregação do solo ocorreram na classe de menor tamanho (0,13mm) para as profundidades de 5 a 10, 10 a 15 e 20 a 30cm.

- Não foram verificadas diferenças para a densidade do solo e macroporosidade entre as coberturas avaliadas, após 2 anos de implantação do sistema

- Os efeitos da desagregação do solo causados pelos cultivos convencionais sucessivos foram melhor observados nas profundidades de 10 a 15 e 20 a 30cm

## V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.;SANGOI,L.; ENDER,M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Rev.Bras.Ci.Solo**. v. 25, n. 1, p. 717 – 723, 2001.

ALVARENGA, R.C; FERNANDES, B.; SILVA,T.C.S.; RESENDE,M. Estabilidade dos agregados de um Latossolo Roxo distrófico. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 10, p. 273 – 277, 1986.

ANDREOLA, F., COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Rev. Bras.Ci. Solo**, v.24, n.1,p. 857 – 865, 2000.

BALDISSERA, I.T.; VEIGA, M. da; TESTA,V.M.; JUCKSCH,I.; BACIC,I.L.Z. Infiltração de água em solos minerais hidromórficos de Santa Catarina submetidos a diferentes sistemas de manejo In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10, 1994, Florianópolis. **Resumos...**Florianópolis: SBCS, 1994, p. 416 – 417.

BEUTLER, A.N. **Produtividade de culturas e atributos físicos de Latossolo Vermelho-escuro fase cerrado sob diferentes sistemas de manejo**. 1999, 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras/MG, 1999.

CAMARGO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas: Fundação Cargil, 1983, 44p.

CAMPOS, B.C. de; REINERT, D.J.; NICOLODI,R.; RUEDELL,J.; PETRERE,C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico após sete anos de

rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Rev.Bras.Ci.Solo**, Campinas, v. 19, p. 121 – 126, 1995.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 14, p. 99 – 105, 1990.

CASTRO, O.M. **Comportamento físico e químico de um Latossolo Roxo em função de seu preparo na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1995, 174 p. Tese de Doutorado, Piracicaba:ESALQ-USP, 1995.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo de amostras. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 22, p. 527 – 538, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA/SCNLS) – **Manual de métodos de análise de solos**, Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Produção de Informação, 1999, 412 p.

EUCLIDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983, 59 p.

FORSYTHE, W.M. **Física del suelos: Manual de laboratório**. San José, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1975, 212 p.

HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. New York, Academy Press Inc., 1982, 364 p.

HORN, R. Aggregate characterization as compared to soil bulk properties. **Soil Till. Res.**, v. 117, p. 265 – 289, 1990.

HORN, R.; DEXTER, R.A. Dynamics of soil aggregation in an irrigated desert, loess. **Soil Till. Res.** v. 13, p. 253 – 266, 1988.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C.A. ed. Methods of Soils Analysis. Madison, **American Society of Agronomy**, 1965, pt.1, cap. 39, p. 499 – 510 (Agronomy, 9).

MACIEL JUNIOR, V. A. **Sistemas de cultivo de milho (*Zea mays* L.) e seus efeitos no solo e na planta.**Jaboticabal. 1999, 147 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e veterinária de Jaboticabal - UNESP, Jaboticabal-SP, 1999.

MERTEN, G.H.; MIELNICZUK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo Roxo sob dois sistemas de preparo de solo. **Rev.Bras.Ci.Solo**, v. 24, p. 857 – 865, 1991.

OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.76, p.319 – 337, 1984.

PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição do tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho Escuro afetado por sistemas de culturas. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.15, p. 135 – 140,1991.

PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP.** 2002, 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e veterinária de Jaboticabal - UNESP, Jaboticabal-SP, 2002.

PERIN, A. **Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo.** 2001, 105 p. Dissertação (Mestrado em Solos), Seropédica/RJ, UFRRJ, 2001.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.N.; TEIXEIRA, M.G.; PEREIRA, M.G.; FONTANA, A. Efeito da cobertura viva de leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. **Rev. Bras. Ci. Solo.** V.26, n.1, p. 713 – 720, 2002.

RESCK, D.V.S. Plantio direto: desafios para o cerrado: In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 7, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, E FERTIBIO 98, 1998, Caxambu, **Resumos...** Caxambu-MG, 1998, p. 32 – 33.

SECCO, D., ROS, C.O. da; FIORIN, J.E., PAUTZ, C.V.; PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n.1, p. 57 – 60, 1997.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização dos agregados do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.21, p. 113 – 117, 1997.

SILVA, M.L.N.; BLANCANEUX, P., CURI, N., LIMA, J.M. de, MARQUES, J.J.G. de S. e M.; CARVALHO, A.M. de. Estabilidade e resistência de agregados de Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.97 – 103, 1998.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade dos agregados. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 311 – 317, 1998.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Rev. Bras.Ci.Solo.** v. 25, p. 253 – 260, 2001.

## **CAPÍTULO IV**

### **INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA TEMPERATURA E NA UMIDADE DO SOLO NA ROTAÇÃO MILHO-SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

## INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NA TEMPERATURA E NA UMIDADE DO SOLO NA ROTAÇÃO MILHO-SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

### RESUMO

Os resíduos culturais mantidos sobre a superfície do solo podem modificar o regime térmico do solo. Com o objetivo de avaliar a influência das coberturas vegetais sobre a temperatura e umidade do solo, em um Latossolo Vermelho Distrófico, textura média, foi realizado um experimento no Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba-MG durante o período de janeiro a junho de 2000. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais os tratamentos utilizados constaram de oito tipos de cobertura: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), pousio, área em plantio convencional (testemunha). Nas subparcelas plantou-se milho e soja, após a dessecação das coberturas. Observou-se que as coberturas influenciaram decisivamente no regime térmico do solo. Ocorreram diferenças significativas com relação à umidade do solo nos meses avaliados, sendo os menores valores de umidade verificados nos meses de abril, maio e junho; O efeito das plantas de cobertura sobre as temperaturas do solo se manifestou efetivamente nos meses de maio e junho, quando associadas aos restos culturais das plantas cultivadas sobre estas, principalmente sob cultivo de milho. Os maiores valores de amplitude térmica avaliados ocorreram sob cultivo da soja; as temperaturas a 5 cm sempre foram maiores que a 10 cm na parte da tarde, sob milho ou soja.

**Palavras-Chave:** cerrado, amplitude térmica, resíduos culturais, gramíneas, leguminosas.

## PLANTS COVERING INFLUENCE IN SOIL TEMPERATURE AND HUMIDITY IN CORN-SOYBEAN CULTURES AREA, IN NO TILLAGE SYSTEM

### ABSTRACT

The cultural residues maintained on the soil surface can modify the soil variation thermal. With the objective of evaluating the influence of the vegetable covering in the temperature and soil humidity, in a Latossolo Red, medium texture, an experiment was accomplished in the Federal Center of Technological Education of Uberaba -MG during January to June of 2000 period. The experimental design was random blocks, with subdivided plots and four repetitions. The used treatments consisted by eight covering types: pearl millet (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgun (*Sorghum bicolor* L. Moench), pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and black oat (*Avena strigosa* Schreb), fallow land, in conventional system area. In the subplots it was planted corn and soybean, after the dessecation of the covering. It was observed that the covering plants influenced decisively in the soil thermal variation. There were significant differences in soil humidity results in monthly avaliations, ocorring small values in April, May, June months. The effect of the covering plants in the soil temperatures of the revealed itself during the months of May and June, when associated to the cultural remains of the plants cultivated in parameters on these, mainly under corn cultivation. The largest values of thermal width evaluated happened under cultivation of soybean; the temperatures in 5 cm layer, were always larger than in 10 cm, in the afternoon, under corn or soybean cultures.

**Keywords:** cerrado, thermal width, cultural residues, grasses, leguminosae.

## I - INTRODUÇÃO

A implantação de culturas de cobertura e a manutenção dos seus restos culturais na superfície do solo vêm sendo utilizadas como alternativa para diminuir as variações de temperatura do solo, reduzir as perdas por erosão, reter maior quantidade de água e promover maiores rendimentos dos cultivos agrícolas, além de diminuir a evaporação de água e o escoamento superficial, elevando a taxa de infiltração (BRAGAGNOLO & MIELNICZUCK,1990). Esta cobertura reduz a evaporação, mantendo o solo mais úmido, com isso ocorre a redução nas oscilações de temperatura e umidade do solo (SALTON & MIELNICZUCK,1995).

LAL (1974a), estudando os efeitos da cobertura vegetal na temperatura e umidade do solo num cultivo de milho, constatou que a palhada de arroz diminuiu a temperatura máxima nas 3 profundidades estudadas, em comparação com a parcela com solo descoberto, sendo esta diferença na profundidade de 5 e 20cm de 7,2 e 2,6°C, respectivamente, constatando que a palhada aumentou a capacidade de retenção de água do solo, e que as diferenças de umidade também decresceram em profundidade.

BRAGAGNOLO (1986) observou que os sistemas com maior produção vegetal, que deixam grandes quantidades de resíduos sobre o solo, são os mais eficientes em diminuir as amplitudes térmicas e hídricas do solo, tendo verificado em seus estudos uma maior eficiência da cobertura com siratro quando comparada às demais. Comportamento similar foi verificado por UNGER (1978), trabalhando com sorgo, onde o autor observou que quanto maior a quantidade de palhada adicionada ao solo menor a sua temperatura média e maior a diferença em relação à temperatura do ar.

DERPSCH et al. (1985), em experimentos na região de Londrina (PR), em solos descobertos, determinaram temperaturas superiores a 40°C em novembro e dezembro, e até 50°C em janeiro, a 3cm de profundidade, e relataram reduções da temperatura máxima diária do solo, nesta mesma profundidade, em torno de 15°C e aumentos no teor de água em 8 unidades percentuais pela adição de resíduos de aveia na superfície do solos.

BRAGAGNOLO & MIELNICZUK (1990) avaliando o efeito da cobertura do solo com resíduos culturais na temperatura e umidade do solo, através da aplicação de quatro doses de palha de trigo (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5Mg ha<sup>-1</sup>) determinaram a evolução diária da temperatura a 5cm de profundidade e a umidade volumétrica do solo a 0 a 5 e 5 a 10cm de profundidade, e concluíram que a aplicação de 7,5Mg ha<sup>-1</sup> de palha contribuiu para a redução da temperatura do solo em 8,5°C, de 37,1°C no solo descoberto para 28,6°C no solo com máxima cobertura, além de ter apresentado 10% a mais de água do que o solo descoberto, não afetando a germinação da soja pela aplicação de palha.

HOLTZ (1995) destaca que o efeito da redução da temperatura ou amplitude térmica é função da quantidade de palha aplicada, sendo constatado que o plantio direto no inverno apresenta temperaturas menores a 2,5cm de profundidade que a 7,5cm. No verão, as temperaturas do solo a 2,5cm foram maiores que a 7,5cm de profundidade.

FASSBENDER (1984) afirma que entre as temperaturas de 30 a 40°C se dá a velocidade máxima de decomposição, e que a temperatura crítica estaria na faixa dos 25°C, abaixo da qual haveria acúmulo, e acima, a diminuição da matéria orgânica do solo.

Este trabalho tem por objetivo avaliar a influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo.

## **II - MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (CEFET), Unidade I, localizada no município de Uberaba-MG, cujas coordenadas geográficas são 19°39'19" S e 47°57'27" W e aproximadamente 795 metros de altitude, com 1600mm de precipitação média anual, 22,6°C de temperatura média anual e umidade relativa média é de 68%. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo a classificação de Köppen, apresentando inverno frio e seco. O solo da área experimental foi classificado como

Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999), textura média . Até a profundidade de 40cm apresenta  $180\text{g kg}^{-1}$  de argila,  $730\text{g kg}^{-1}$  de areia e  $90\text{g kg}^{-1}$  de silte.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com 4 repetições, em 32 parcelas de  $40\text{m}^2$  (4 x 10m) numa área que estava há mais de um ano em pousio, com um histórico de mais de 20 anos em plantio convencional. Os tratamentos utilizados nos dois anos agrícolas consistiram em sete tipos de cobertura, mais a testemunha (plantio convencional), totalizando oito tratamentos (Tabela 3). No ano agrícola 2000/2001, foram plantadas seis tipos de coberturas: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), além de uma área em pousio e do tratamento testemunha (plantio convencional).

Aos 110 dias após o plantio (DAP) fez-se amostragens em 2 pontos ao acaso em cada parcela para avaliação da matéria seca, jogando-se um quadrado de ferro de área útil de  $1\text{m}^2$ , onde todo o material encontrado dentro desta área era coletado, cortando-se o mais rente possível do solo, levados para laboratório, colocados em estufa de circulação forçada a  $65^\circ\text{C}$  por 72 horas, para o seu total secamento, pesados após atingirem peso constante, sendo seus resultados transformados para  $\text{kg ha}^{-1}$ . Após esta amostragem, as coberturas foram dessecadas aplicando-se  $1440\text{g ha}^{-1}$  de glifosato +  $600\text{g ha}^{-1}$  de Paraquat. Quinze dias após a dessecação, a parcela foi subdividida em duas de  $20\text{m}^2$ , sendo feito o plantio das culturas anuais (milho e soja), sobre a palha seca. No ano agrícola 2001/2002 foram adotados os mesmos procedimentos, sendo rotacionadas as culturas de milho e soja nas subparcelas.

Plantou-se o milho híbrido duplo AG 1051 da Agroceres com 6 sementes por metro e 90cm de espaçamento entre linhas e a soja MG/BR-46 Conquista de semitardio com 15 sementes por metro e espaçamento de 45cm entre linhas, utilizando uma plantadora PST<sub>2</sub> da Tatú. Para adubação de plantio de milho utilizou-se  $32\text{kg ha}^{-1}$  de N,  $80\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $80\text{kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  e  $1,2\text{kg ha}^{-1}$  de Zn. Em cobertura aplicou-se  $90\text{kg ha}^{-1}$  de N na forma de uréia aos 10 dias após emergência (DAE) e mais  $20\text{kg ha}^{-1}$  de N na forma de sulfato de amônia 25 DAE, nos dois anos agrícolas avaliados. Para soja,

utilizou-se  $8\text{kg ha}^{-1}$  de N,  $80\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $80\text{kg ha}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$  e  $1,2\text{kg ha}^{-1}$  de Zn, sem inoculação. Em função dos teores de cálcio e de magnésio verificados (Tabela 1), não foi realizada calagem na área. Foram feitos o tratamento das sementes e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas necessários durante o ciclo das culturas.

Os dados climáticos mensais, temperatura e precipitação pluviométrica, do período 2000/2001 (médias mensais) (Figura 1) foram extraídos do conjunto de dados pertencentes ao acervo da estação meteorológica da EPAMIG, localizada na Fazenda Experimental de Uberaba/MG.

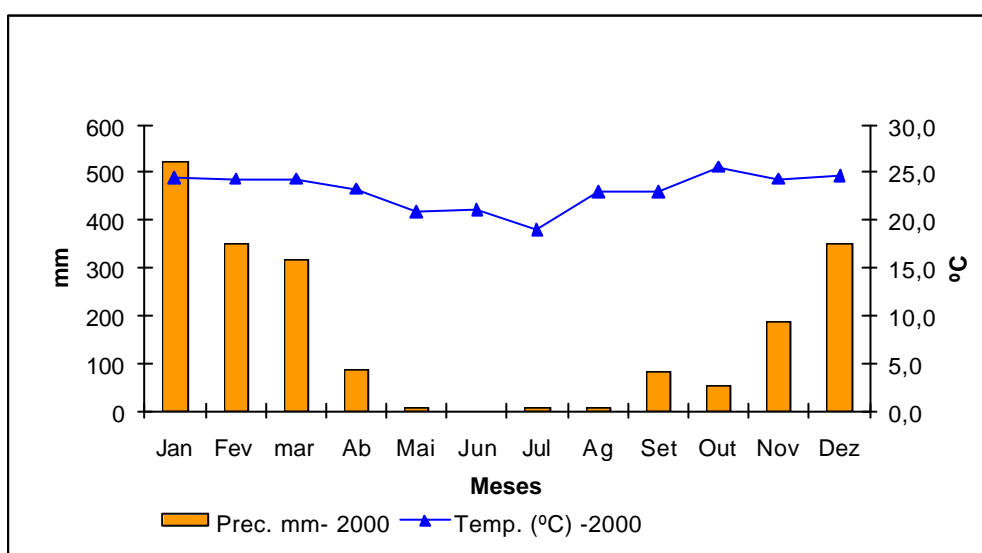


Figura 01. Temperatura e precipitação média obtida junto a Estação Meteorológica da EPAMIG em Uberaba-MG

As medições de temperatura do solo foram efetuadas a cada dois dias, nas profundidades de 0 a 5 e 5 a 10cm, com o uso de geotermômetros digitais colocados em 3 pontos de cada subparcela cultivada com milho ou soja. As medidas sempre foram tomadas 2 vezes ao dia, às 9:00 e às 14h 30min durante todo o experimento (HOLTZ, 1995). Para o monitoramento do conteúdo de água foram feitas coletas de solo duas vezes durante seis meses, sendo tomadas quatro amostras por parcela de 0 a 5 e 5 a 10cm de profundidade, homogêneas, para obtenção do peso úmido e

após a secagem do solo, o peso seco. Com estes dados foi calculada a umidade pelo método gravimétrico, através da fórmula  $U_{(g/g)} = (P_u - P_s) \cdot 100/P_s$  (EMBRAPA, 1979).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Sistema para Análises estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 5,0 (EUCLIDES, 1983). As avaliações constaram de análise de variância, aplicando o teste F para significância. Quando esta foi significativa, compararam-se as médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 - Umidade do solo

Não foram verificadas diferenças significativas (Tukey 5%) no conteúdo de água do solo para as coberturas avaliadas, porém constatou-se diferenças entre os meses de avaliação (Tabela 1 e 2). Apesar de ainda serem observados resíduos existentes, após 320 dias, para todas as plantas de cobertura, nas proporções de: 32,4% de milheto, 30,6% de sorgo, 30,8% de guandu, 32,2% de crotalária, 25,8% de aveia preta, 12,6% de pousio e 11,4% de braquiária (Tabela 3), além dos restos culturais do milho e da soja que foram distribuídos na superfície do solo após a colheita.

Diferindo do observado neste estudo, maiores teores de umidade do solo foram observados por BRAGAGNOLO & MIELNICZUCK (1990) no Paraná, estudando diferentes quantidades de palha de trigo e seu efeito na temperatura e umidade do solo. Os autores destacam que os valores de umidade no solo foram 10% maiores nas áreas com maior quantidade de palha. BORTOLUZZI & ELTZ (2000) observaram uma amplitude de variação de água de 1,2% superior ao solo desnudo, quando foi deixada uma maior quantidade de palha de aveia preta sobre o solo.

Os maiores valores de umidade ocorreram em função da precipitação pluviométrica elevada (523, 350 e 316mm) nos primeiros três meses do ano (janeiro, fevereiro e março). A partir de março observou-se um declínio da precipitação, sendo os menores valores observados nos meses de maio (6,2mm) e junho (0,0mm) (Figura 1). BORTOLUZZI & ELTZ (2000) estudando o manejo dado a palhada de aveia preta e os

seus efeitos na temperatura e o teor de água no solo, no Paraná, obtiveram efeitos semelhantes para o conteúdo de umidade no solo, destacando também não terem encontrado efeitos significativos da adição da palhada na umidade do solo, apesar das grandes precipitações ocorridas no período avaliado.

Os maiores valores de umidade do solo observados para todas as coberturas avaliadas ocorreram no mês de junho, tanto a 5 como a 10cm de profundidade, sendo que neste mês não ocorreu precipitação (Figura 1), comprovando a influência dos resíduos deixados na superfície na umidade do solo.

Tabela 1 . Teores de umidade do solo nas parcelas sob cultivo de soja no ano de 2000.

Meses de observação	Umidade (%)	
	0 a 5	5 a 10
Janeiro	11,62 bc	12,00 b
Fevereiro	13,81 a	13,82 a
Março	13,16 ab	14,00 a
Abril	8,58 d	10,00 c
Maió	10,21 cd	10,92 bc
Junho	9,80 cd	10,18 c

Média de três repetições. Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2 . Teores de umidade do solo nas parcelas sob cultivo de milho no ano de 2000.

Meses de observação	Umidade (%)	
	0 a 5	5 a 10
Janeiro	11,80 bc	12,42 bc
Fevereiro	13,21 ab	13,55 ab
Março	13,74 a	14,10 a
Abril	7,46 e	8,37 e
Maió	10,99 cd	11,24 cd
Junho	9,91 d	10,67 d

Média de três repetições. Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A colheita do milho e da soja foi no final de março e em abril foram observados os menores valores de umidade do solo. Nos meses de abril, maio e junho a baixa precipitação pluviométrica (Figura 1), condicionou os menores valores de umidade do solo, sendo que estes diferiram significativamente dos outros meses (Tukey 5%) (Tabela 1 e 2).

Tabela 3 . Produção de matéria seca das plantas de cobertura e massa seca remanescente 320 dias após o plantio no ano agrícola de 2000/01

<b>Coberturas</b>	Matéria seca 2000/01 Mg ha <sup>-1</sup>	Matéria seca Remanescente Mg ha <sup>-1</sup>
Pousio	2,09 d	0,26
Aveia	2,37 d	0,61
Crotalária	3,87 cd	1,25
Sorgo	7,06 b	2,16
Milheto	10,28 a	3,33
Braquiária	6,03 bc	0,69
Guandu	1,64 d	0,50
C.V.%.	20,73	

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

### 3.2 - Temperatura do solo

As temperaturas do solo a 5 e 10cm de profundidade, nas parcelas de milho e soja, na parte da manhã, em sua maioria estiveram entre 24 a 25°C. Porém na parte da tarde, as temperaturas a 5cm variaram entre 27,5 a 30,5°C na soja, entre 30,3 e 34,1°C nas parcelas de milho, sendo que estas foram sempre mais elevadas que a 10cm de profundidade e que variaram de 26,9 a 29,0°C sob soja, de 26,1 a 31,8°C no milho (Tabela 4 e 5).

Analisando os dados de temperatura do solo, de uma forma geral, pode-se destacar que não ocorreram diferenças significativas ao nível de 5% (Tukey) entre as profundidades de 0 a 5 e 5 a 10cm no período da manhã. Para estas profundidades os valores de temperatura do solo estiveram sempre muito próximos. No período da tarde as diferenças entre as camadas chegaram a 4°C, em função do mês observado. Todas as temperaturas medidas a 5cm de profundidade foram maiores do que a 10cm no período da tarde, isto provavelmente está relacionado a maior incidência dos raios solares e o seu efeito acumulativo no solo, principalmente nas áreas com menor quantidade de palha de cobertura, e também ao efeito do sombreamento causado pelo milho e soja no solo, nos três primeiros meses de análise; os maiores valores observados de temperatura sempre ocorreram na área de plantio convencional em ambas as profundidades.

Tabela 4 . Temperatura média do solo obtidas nas parcelas sob cultivo de soja, no período da manhã e da tarde, no ano de 2000.

Coberturas	Temperatura (°C)											
	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	.....5cm.....											
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
Pousio	25,0a	29,1A	24,0b	26,6B	23,1b	25,2C	23,5b	26,9B	22,4c	27,6B	18,0d	25,3D
Aveia	24,4a	28,6A	23,8b	25,9B	23,1b	25,0C	23,6b	24,4B	23,2c	27,6B	17,5d	23,8D
Crotalaria	24,7a	30,4A	21,2b	23,9B	23,0b	24,8C	23,6b	26,1B	22,0c	29,6B	17,8d	24,4D
Sorgo	25,1a	29,7A	24,1b	27,0B	23,0b	25,2C	23,0b	25,6B	23,0c	29,6B	17,8d	25,5D
Milheto	23,5a	27,5A	23,8b	25,6B	22,8b	24,2C	23,3b	25,9B	21,8c	28,3B	18,0d	25,0D
Braquiária	23,7a	28,8A	23,7b	25,9B	22,9b	24,8C	23,2b	26,6B	22,7c	29,0B	17,6d	24,4D
Guandu	24,8a	30,3A	23,7b	26,9B	23,0b	24,7C	23,4b	26,1B	23,2c	27,7B	18,1d	24,4D
Convenc.	24,7a	29,3A	21,3b	26,3B	22,8b	24,5C	23,8b	28,1B	22,5c	33,6B	17,4d	24,2D

Coberturas	.....10cm.....											
	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
Pousio	25,0a	28,1A	23,8b	25,6B	23,0b	24,6C	23,0b	26,4B	20,8c	25,8B	17,8d	23,4D
Aveia	24,4a	27,6A	23,5b	25,2B	22,9b	24,4C	23,3b	25,8B	21,1c	26,1B	17,5d	22,3D
Crotalaria	24,6a	28,8A	21,0b	22,8B	22,8b	24,2C	23,1b	25,2B	21,0c	27,5B	17,6d	23,0D
Sorgo	25,1a	28,5A	23,8b	25,7B	22,8b	24,6C	22,9b	24,9B	21,1c	27,5B	17,5d	23,6D
Milheto	23,5a	26,9A	23,4b	24,9B	22,6b	23,7C	22,6b	25,2B	20,4c	26,4B	17,6d	23,7D
Braquiária	23,8a	27,9A	23,6b	25,3B	22,8b	24,3C	22,9b	26,1B	20,7c	27,4B	17,4d	18,0D
Guandu	24,8a	28,8A	23,5b	25,9B	22,9b	24,2C	22,9b	25,3B	21,5c	26,2B	17,6d	23,3D
Convenc.	24,6a	29,0A	21,0b	25,3B	22,7b	24,0C	23,4b	27,0B	20,2c	30,6B	17,9d	24,3D

M = Manhã; T = Tarde; média de três repetições. Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; Letras Minúsculas = Manhã; Letras maiúsculas = Tarde.

O maior valor de temperatura observado ocorreu no mês de janeiro, de 34,1°C na área de soja, sobre a palhada de guandu a 5cm de profundidade, porém deve-se destacar que nas áreas de plantio convencional, foram observados os maiores valores de temperatura em todo o experimento.

Tabela 5. Temperatura média do solo obtidas nas parcelas sob cultivo de milho, no período da manhã e da tarde, no ano de 2000.

Coberturas	Temperatura (°C)											
	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	.....5cm.....											
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
Pousio	25,3a	30,8A	24,5b	28,6A	23,9b	26,1C	24,0b	27,5B	21,1c	24,7B	16,3d	21,2D
Aveia	25,5a	32,6A	24,4b	28,8A	24,1b	25,4C	23,8b	26,9B	21,7c	25,6B	17,2d	21,4D
Crotalaria	25,6a	32,5A	21,8b	26,1A	24,1b	25,6C	24,0b	28,0B	21,9c	24,6B	17,7d	21,1D
Sorgo	25,1a	31,4A	24,6b	28,6A	24,1b	25,9C	23,7b	26,8B	22,0c	25,1B	17,9d	22,1D
Milheto	24,7a	30,3A	24,6b	27,5A	23,6b	25,1C	23,5b	26,6B	22,1c	24,9B	18,2d	21,3D
Braquiária	24,0a	31,4A	24,3b	27,3A	23,7b	25,5C	23,9b	27,5B	21,6c	24,7B	17,5d	21,6D
Guandu	25,4a	34,1A	24,4b	28,7A	24,0b	25,6C	23,5b	25,9B	21,4c	24,8B	17,3d	21,7D
Convenc.	25,6a	33,4A	22,2b	29,0A	24,0b	26,7C	24,2b	28,1B	21,9c	31,6B	18,6d	28,3D

.....10cm.....												
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
Pousio	25,4a	29,6A	24,2b	27,4B	23,6b	25,5C	23,5b	26,9B	20,1c	23,4B	16,6d	20,4D
Aveia	25,4a	30,9A	24,2b	27,5B	23,6b	24,7C	23,4b	26,6B	20,6c	24,5B	17,3d	20,6D
Crotalaria	25,5a	30,8A	21,6b	24,6B	23,7b	24,9C	23,4b	26,9B	20,9c	23,3B	17,2d	20,3D
Sorgo	25,1a	29,8A	24,4b	27,1B	23,7b	25,3C	23,4b	26,1B	20,6c	23,7B	17,5d	20,9D
Milheto	24,4a	26,1A	24,2b	26,2B	23,3b	24,7C	23,1b	25,4B	21,0c	23,9B	17,9d	20,4D
Braquiária	24,2a	29,9A	24,0b	26,5B	23,3b	25,0C	23,5b	26,9B	20,4c	23,5B	17,2d	20,5D
Guandu	25,1a	31,8A	24,0b	27,3B	23,5b	25,0C	23,2b	25,3B	20,3c	23,7B	17,2d	20,8D
Convenc.	25,7a	31,7A	24,3b	27,8B	23,5b	25,6C	23,8b	27,2B	20,2c	28,7B	18,2d	26,0D

M = Manhã; T = Tarde; média de três repetições. 7 ; Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; Letras Minúsculas = Manhã; Letras maiúsculas = Tarde.

### 3.3 – Amplitude térmica do solo

As maiores amplitudes térmicas constatadas ocorreram no mês de maio, de 11°C a 5cm e 10,4°C a 10cm na área de soja, em área de plantio convencional, enquanto que nas áreas com resíduos de plantas de cobertura os valores de amplitude estiveram entre 4,5 a 7,5°C (Figuras 3 e 4). HOLTZ (1995) observou maiores valores de amplitude térmica 11,2°C e 9,7°C para as profundidades de 2,5 e 7,5cm, respectivamente, no ciclo da soja, enquanto que para a aveia preta a amplitude foi de 5 e 6°C, a 2,5 e 7,5cm de profundidade, respectivamente.

Pode-se destacar a ocorrência do efeito sombreamento e do colchão de ar observados por PERIN (2001), influenciando nas temperaturas do solo durante os três meses iniciais. Em janeiro, quando milho e soja ainda estavam em desenvolvimento ou iniciando a fase final de ciclo, a variação de amplitude foi menor que a observada nos meses seguintes. Quando as culturas foram retiradas, a partir de abril, pode-se observar maiores valores de temperatura na profundidade de 5cm, sendo verificados os maiores valores em maio, no plantio convencional. Observam-se efeitos diferenciados na amplitude térmica, ocorrendo os maiores valores de amplitude nas áreas sob soja (Figuras 2 e 3) quando comparados às áreas sob milho (Figura 4 e 5).

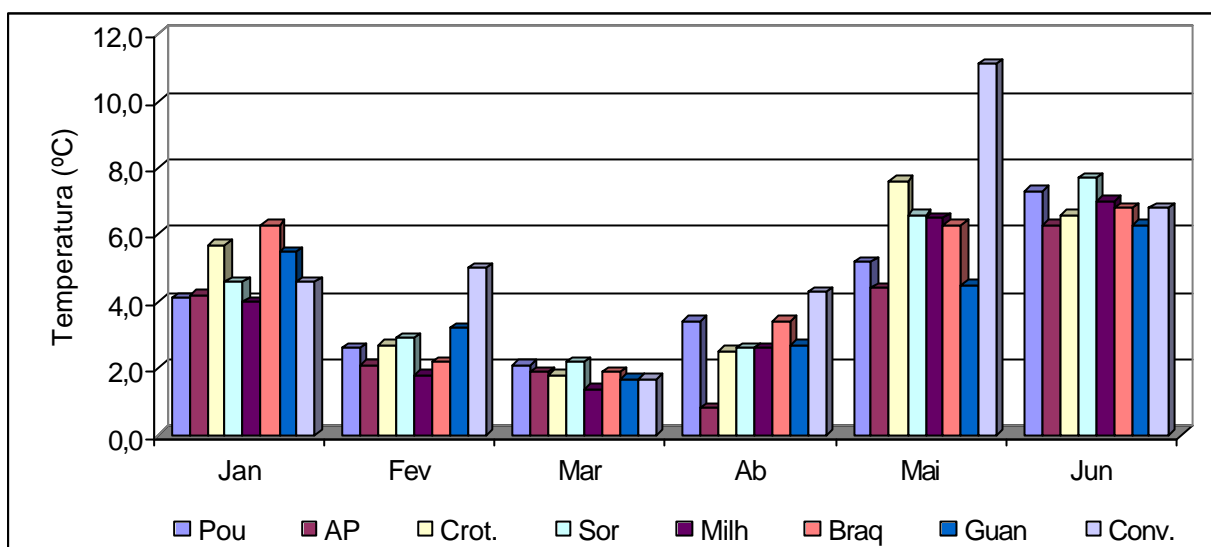


Figura 2. Amplitude térmica (°C) do solo, sob cultivo de soja, a 5cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.

Pou = Pousio; AP = Aveia preta; Crot. = Crotalária; Sor = Sorgo; Milh = Milheto; Braq = Braquiária; Guan = Guandu e Conv = Convencional.

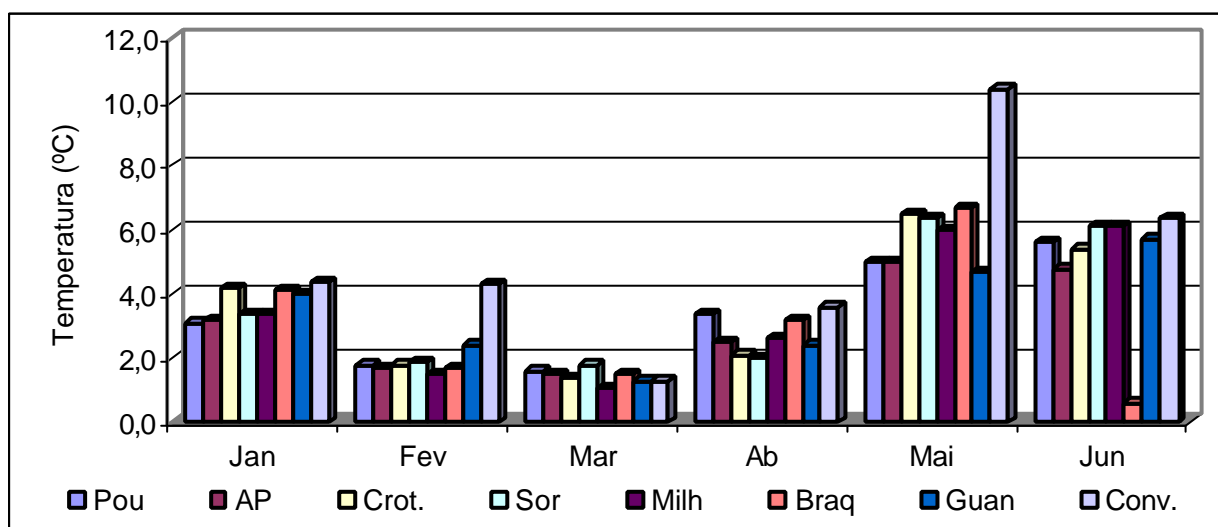


Figura 3. Amplitude térmica (°C) do solo, sob cultivo de soja, a 10cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.

Pou = Pousio; AP = Aveia preta; Crot. = Crotalária; Sor = Sorgo; Milh = Milheto; Braq = Braquiária; Guan = Guandu e Conv = Convencional.

Nas áreas sob cultivo de milho a maior amplitude térmica foi de 9,7°C a 5cm e 8,5°C a 10cm, enquanto nas outras áreas, com resíduos de plantas de cobertura, os valores de amplitude estiveram entre de 3,0 e 3,5°C (Figuras 4 e 5). BRAGAGNOLO (1986) avaliando coberturas de solo no município de Eldorado do Sul-RS, observou que em dias mais quentes ocorreu uma amplitude de 14,3°C em solos descobertos, diminuindo para 7,7°C com aplicação de 7,5Mg ha<sup>-1</sup> de palhada de trigo.

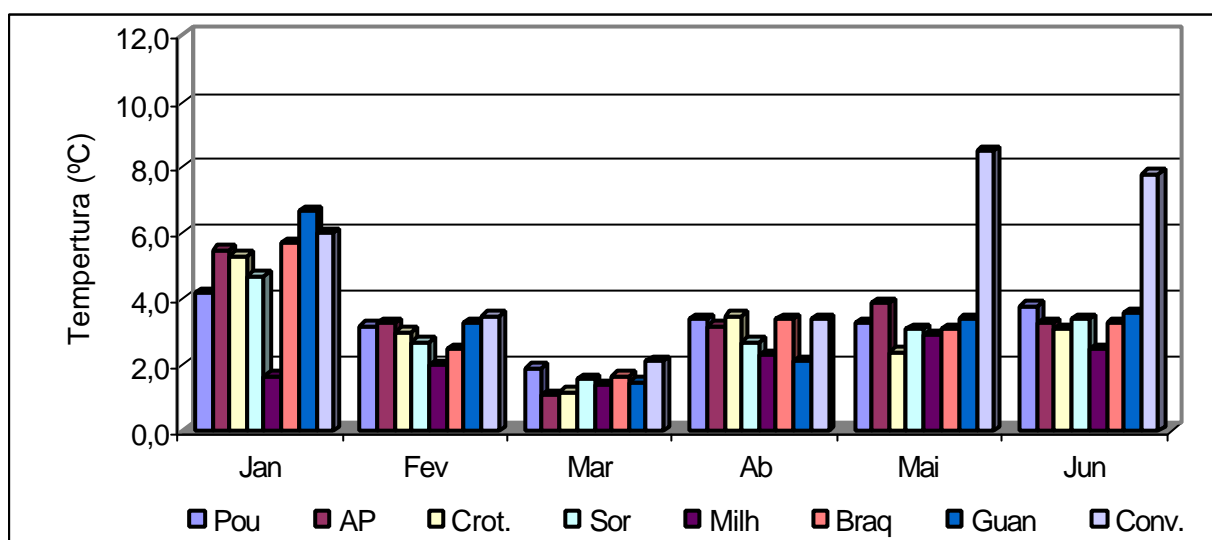


Figura 4. Amplitude térmica (°C) do solo, sob cultivo de milho, a 5cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.

Pou = Pousio; AP = Aveia preta; Crot. = Crotalaria; Sor = Sorgo; Milh = Milheto; Braç = Braquiária; Guan = Guandu e Conv = Convencional.

A quantidade total de palha (massa seca) produzida inicialmente no experimento, parece não ter sido o principal fator a influenciar na amplitude térmica observada, pois nas áreas sob cultivo de milho, esta variação foi bem menor que nas áreas sob soja, principalmente a 5cm de profundidade (Figura 4 e 5), isto pode ser explicado pela arquitetura da planta de milho e do espaçamento utilizado (90cm) no plantio da cultura, pois o fechamento da área foi bem maior na soja que é plantada com 45cm de espaçamento e que possui uma arquitetura da parte aérea que oferece uma maior proteção contra a evaporação, com isso nas áreas sob milho ainda ocorre a incidência dos raios solares promovendo maiores valores de temperatura no solo (Tabela 2 e 3),

em decorrência deste fato observa-se uma maior amplitude térmica nos três últimos meses observados.

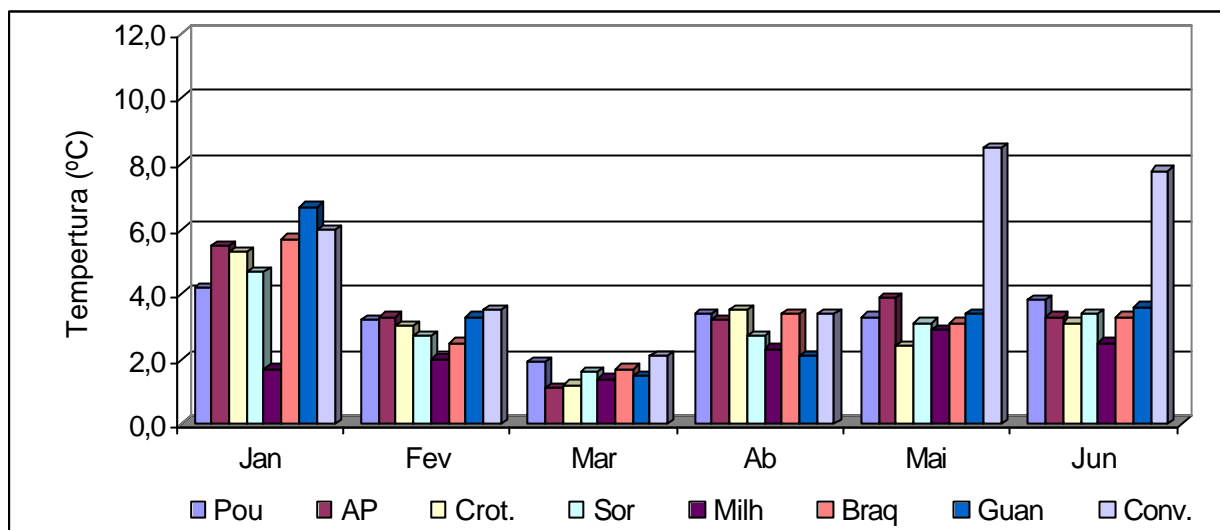


Figura 5. Amplitude térmica (°C) do solo, sob cultivo de milho, a 10cm de profundidade, no período de janeiro a junho de 2000.

Pou = Pousio; AP = Aveia preta; Crot. = Crotalária; Sor = Sorgo; Milh = Milheto; Braq = Braquiária; Guan = Guandu e Conv = Convencional.

Após a colheita, o resíduo cultural deixado pelo milho sobre o solo, somado ao material remanescente, contribuiu para as menores amplitudes nas áreas sob milho (Figuras 4 e 5) que nas áreas sob soja (Figuras 2 e 3). Estes resultados obtidos são corroborados pelo trabalho de HOLTZ (1995), que observou o mesmo comportamento da variação de temperatura do solo influenciado pela palha remanescente, porém com menores valores de amplitude. BORTOLUZZI & ELTZ (2000) estudando diferentes formas de manejo da palhada remanescente observaram maiores amplitudes, chegando estas a 18°C. BRAGAGNOLO & MIELNICZUCK (1990) estudando a influência da cobertura do solo com palha de trigo sobre o regime térmico do solo. Os autores observaram menores temperaturas no solo quando foram aplicadas maiores quantidades de palha na sua superfície.

#### **IV – CONCLUSÕES**

- Ocorreram diferenças significativas com relação à umidade do solo nos meses avaliados, sendo os menores valores de umidade verificados nos meses de abril, maio e junho;
- O efeito das plantas de cobertura e dos restos culturais nas temperaturas do solo se manifestaram efetivamente nos meses de maio e junho, principalmente no cultivo de milho;
- Os maiores valores de amplitude térmica ocorreram sob cultivo da soja; e,
- As temperaturas a 5cm sempre foram mais elevadas que a 10cm no período da tarde para as culturas de milho ou soja.

## V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORTOLUZZI,E.C.; ELTZ,F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas,v. 24, p. 449 – 457, 2000.

BRAGAGNOLO, N. **Efeito da cobertura do solo por resíduos de culturas sobre a temperatura e umidade do solo, germinação, e crescimento do milho**. 1986, 119 p. (Dissertação de mestrado), Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 1986.

BRAGAGNOLO, L.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e Umidade do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 14, p. 369 – 374 , 1990.

DERPSCH, R., SIDIRAS, N.; HEINZMANN,F.X. Manejo do solo com coberturas verde de inverno. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 761 – 773, 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA ( EMBRAPA/SCNLS) – **Manual de métodos de análise de solos**, Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Produção de Informação, 1999, 412 p.

EUCLIDES,R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983, 59 p.

FASSBENDER,H.W. **Química Del Suelos, com ênfase em suelos de América Latina**. San José, Costa Rica, IICA, 1984, 422 p.

HOLTZ,G.P. **Dinâmica da decomposição da palhada e a distribuição do carbono, nitrogênio e fósforo numa rotação de culturas sob plantio direto na região de Carambeí/PR.** 1995, 129 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

LAL, R. Effect of constant and fluctuating soil temperature on the growth, development and nutrient uptake of maize seedlings. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, p. 589 – 606, 1974a.

PERIN,A . **Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo.** 2001, 105 p. Dissertação (Mestrado em Solos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2001.

SALTON,J.C; MIELNICZUCK,J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura umidade de um podzólico vermelho escuro distrofico de Eldorado do Sul (RS). . **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.19, p. 313 – 319, 1995.

UNGER,P.W. Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. **Agronomy Journal**, v. 70, p. 858 – 864, 1978.