

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

**SISTEMAS DE MANEJO CONSERVACIONISTA DO SOLO
PARA CULTIVARES DE AMENDOIM EM SUCESSÃO À
CANA CRUA E PASTAGENS**

Denizart Bolonhezi

Orientador: Prof. Dr. Miguel Ângelo Mutton

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal

Jaboticabal - São Paulo- Brasil
2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DENIZART BOLONHEZI, nascido em 18 de abril de 1967, em São Joaquim da Barra, SP, é Engenheiro Agrônomo formado pela Faculdade de Engenharia – UNESP - Campus de Ilha Solteira, em agosto de 1992. Ingressou na carreira de Pesquisador Científico no Instituto Agronômico de Campinas em 1994 e desde 1995 está lotado na antiga Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP, atualmente denominada APTA-Centro Leste. Concluiu Mestrado em Agronomia (Área de Concentração em Produção Vegetal) na UNESP – Campus de Jaboticabal, em janeiro de 2000. Participou de dois treinamentos sobre cultivo protegido em Almeria (Espanha), nos anos de 1999 e 2003, ambos em nível de especialização. Com experiência em Fitotecnia de culturas anuais, vem se dedicando aos estudos sobre sistema plantio direto desde 1995, através da implantação de experimentos de longa duração sobre manejo de solo. Nos últimos 6 anos, vem se dedicando ao estudo de sistemas conservacionistas em renovação de cana crua e pastagem, com ênfase na cultura do amendoim.

“ Ter talento é acertar em um alvo que ninguém acertou. Ser gênio é acertar no alvo que nunca ninguém viu ”

Arthur Schopenhauer

“ Se uma idéia em um primeiro momento não parecer absurda, não tem razão de existir ”

Albert Einstein

**Aos queridos co-autores desta minha Existência Terrena:
esposa MARIA LÚCIA, filho MATHEUS
e meus pais MARIA e ANTONIO,
ambos sempre presentes em espírito,**

DEDICO.

**Aos meus queridos familiares:
irmãos Antonio Cesar, Valéria e Scheilla
cunhados Lúcia Helena, Ruy e Francisco
sobrinhos Laura, Arthur e João Francisco,**

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal, SP, através do Conselho de Pós-graduação, pela oportunidade da realização deste treinamento.

Ao orientador Prof. Dr. Miguel Ângelo Mutton, pela liberdade proporcionada na condução da pesquisa, pela confiança e respeito profissional, pela amizade e apoio sempre presentes na execução deste trabalho.

À APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, pela anuência ao pedido de afastamento para esta capacitação em nível de pós-graduação.

Aos pesquisadores, Dr. José Carlos Vila Nova Alves Pereira e Dr. Guido De Sordi, companheiros da saudosa Estação Experimental (IAC) de Ribeirão Preto, pelo apoio, estímulo e anos de convivência que cultivaram nossa amizade.

Ao pesquisador Dr. Ignácio José de Godoy, do Centro de Grãos e Fibras do IAC, pelas valiosas orientações, sugestões e oportunidades profissionais, as quais definiram minha linha de pesquisa e contribuíram para construção da nossa amizade.

Ao Técnico de Apoio à Pesquisa da Estação Experimental de Ribeirão Preto (APTA Centro Leste), Osvaldo Gentilin Jr., pela amizade, dedicação e imprescindível contribuição na condução destes anos de pesquisa.

Ao pesquisador Dr. Antonio Lúcio Melo Martins, Diretor da Estação Experimental de Pindorama, atual APTA - Centro Norte, pela amizade e preciosa colaboração no fornecimento da infra-estrutura e logística, além da condução dos experimentos.

Aos pesquisadores Dr. Célio Justo, Dr. Roberto Molinari e Dr. José Luiz Coutinho, da Estação Experimental de Mirassol, atual APTA – Centro Norte, pelo apoio sempre presente na condução dos experimentos.

Aos funcionários Sr. Carrega e Sr. Hélio, da APTA-Centro Norte, respectivamente de Pindorama e Mirassol, pela ajuda na condução dos experimentos.

Ao pesquisador Dr. Luiz Fernandes Razera, do Instituto Agrônomo de Campinas pela realização das análises da qualidade de semente.

Aos pesquisadores Dr. Orivaldo Brunini, do Centro de Ecofisiologia e Biofísica (IAC) e Dr. Emerson Alves da Silva, do Instituto Botânico, pela orientação e empréstimo dos equipamentos de leitura do fluxo de CO₂ e umidade do solo, imprescindíveis na realização de parte desta tese.

Aos pesquisadores Dra. Regina Célia de Matos Pires e Dr. Emílio Sakai, do Centro de Ecofisiologia e Biofísica do IAC, pelo empréstimo do trado amostrador de raízes e orientações nas amostragens.

Ao Prof. Dr. Newton La Scala Jr., do Departamento de Ciências Exatas da UNESP – Campus de Jaboticabal, pelo empréstimo do equipamento para medida de fluxo de CO₂ do solo e pelas orientações fornecidas.

Aos pesquisadores Dr. Manoel Dornellas De Souza e Dr. Antonio Luiz Cerdeira, do CNPMA-Embrapa, Jaguariúna-SP, pela realização de parte das análises dos atributos químicos e físicos do solo.

Aos pesquisadores do Centro de Solos e Recursos Agroambientais do IAC, Dra. Isabella Clerice De Maria, Dra. Sueli dos Santos Freitas, Dra. Mônica Ferreira de Abreu e Dr. Sidney Rosa Vieira, pelo apoio na realização das análises de parte dos atributos físicos, microbiológicos do solo, nas análises de teor de nutrientes e na aplicação da Geoestatística, respectivamente.

À Prof. Dra. Julieta Ueta, da Faculdade de Farmácia da USP - Campus de Ribeirão Preto e ao estudante de graduação em Farmácia, Guilherme Faverão pela análise de quantificação da população microbiana.

À empresa Marchesan Impl. e Máq. Agrícolas Tatu S/A, pelo empréstimo do arado subsolador com rolo destorroador AST/MATIC 450[®], imprescindível para execução desta pesquisa.

À empresa CAP Sementes (Dumont/SP), à COPLANA (Unidade de Grãos) e ao IAC pela doação das sementes das cultivares IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Hipóteses da pesquisa	2
II. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Importância da agricultura conservacionista : aspectos químicos, físicos e microbiológicos do manejo do solo	3
2. 2. Rotação de culturas e manejo conservacionista do solo na renovação de cana crua e pastagem.....	11
2. 3. Sistemas de cultivo conservacionista para cultura do amendoim	19
2. 4. Extração de nutrientes e nodulação na cultura do amendoim.....	25
III. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Características edafoclimáticas dos locais de condução dos experimentos	30
3.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	38
3.3. Instalação e condução dos experimentos	40
3.4. Características avaliadas	45
3.4.1. Avaliação das características agronômicas.....	45
3.4.1.1. Massa seca da parte vegetativa	45
3.4.1.2. Número de estruturas reprodutivas	45
3.4.1.3. Estande final de plantas	45
3.4.1.4. Produção de vagens e grãos.....	45
3.4.1.5. Índice de rendimento de grãos	46
3.4.1.6. Análise da qualidade das sementes	46
3.4.1.7. Avaliação do sistema radicular do amendoim	46
3.5. Avaliação dos atributos microbiológicos do solo	47
3.5.1. Número e massa seca dos nódulos	47
3.6. Avaliação dos atributos físicos do solo.....	47

3.7. Conteúdo volumétrico (%) de água no solo – Técnica do TDR (time domain reflectometry”)	48
3.8. Fluxo de CO ₂ e temperatura do solo	48
3.9. Teor de nutrientes na parte aérea das plantas.....	50
3.10. Análise estatística dos resultados	50
IV. RESULTADO E DISCUSSÃO	52
4.1. Características agronômicas, conteúdo volumétrico (%) de água e atributos do solo.....	52
4.1.2. Experimentos em Áreas de Cana Crua	53
4.1.3. Experimentos em Áreas de Pastagem	71
4.2. Qualidade das sementes de amendoim	85
4.3. Acúmulo de matéria seca e teor de nutrientes na parte aérea	87
4.4. Nodulação do amendoim e atributos microbiológicos do solo.....	105
4.5. Fluxo de CO ₂ do solo	114
V. CONCLUSÕES.....	127
VI. IMPLICAÇÕES	128
VII. REFERÊNCIAS	130

SISTEMAS DE MANEJO CONSERVACIONISTA DO SOLO PARA CULTIVARES DE AMENDOIM EM SUCESSÃO À CANA CRUA E PASTAGENS

RESUMO- No estado de São Paulo, o amendoim é cultivado principalmente na sucessão à cana-de-açúcar e pastagem, em duas regiões distintas quanto às condições edafoclimáticas. Atualmente, devido ao aumento das áreas com canaviais colhidos sem queima e dos sistemas de integração agricultura e pecuária, os produtores têm a oportunidade de adotarem manejos de solo conservacionistas. Considerando as peculiaridades morfo-fisiológicas da planta de amendoim, os objetivos desta pesquisa foram : estudar as características agrônômicas e extração de nutrientes de duas cultivares de amendoim com hábitos de crescimento contrastantes em três manejos de solo sobre palhada de cana crua e pastagem, bem como avaliar os efeitos desses sistemas sobre alguns atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo. Foram instalados 12 experimentos de campo, conduzidos de 1999/2000 até 2004/2005, na áreas experimentais da APTA (antigas estações do IAC e IZ), sendo 9 em Latossolo vermelho (Ribeirão Preto, 6 em cana crua e 3 em pastagem) e 3 em Argissolos, dos quais 2 (pastagem e cana crua) em Pindorama e 1 (pastagem) em Mirassol. Em delineamento experimental blocos casualizados os tratamentos foram arranjados em esquema de parcelas subdivididas, utilizando-se 4 repetições. As parcelas compreenderam os sistemas de manejo convencional (arado de aivecas + gradagens), cultivo mínimo (5 L.ha⁻¹de glifosate + arado subsolador ASTMATIC 450[®], Tatu Marchesan) e plantio direto (5 L.ha⁻¹de glifosate). As sub-parcelas foram constituídas pelas cultivares IAC-Tatu ST (ereta) e IAC-Caiapó (rasteira). Dos 15 aos 90 DAE foram realizadas avaliações na plantas quanto às características agrônômicas (produção de vagens, grãos, índice de rendimento, estande final de plantas e crescimento do sistema

radicular), à nodulação e à extração de nutrientes (ramas e folhas). Foram avaliados alguns atributos químicos (pH e macronutrientes), físicos (densidade do solo, macro, micro, porosidade total e retenção de água na capacidade de campo) e microbiológicos, o conteúdo volumétrico de água, a temperatura do solo. Emissões de CO₂ do solo foram efetuadas com câmara acoplada a um analisador portátil de fotossíntese (LI-COR® 6400-09). Houve interação significativa entre manejos e cultivares em 4 dos 12 ensaios, os quais dependeram da sucessão (cana crua ou pastagem), do ano e da classe do solo. Em condição de Latossolo, não houve diferença estatística entre os manejos para produção de vagens, na média das cultivares, entretanto, sobre Argissolo, ocorreu diminuição significativa no plantio direto. No plantio direto sobre cana crua e pastagem, o conteúdo de umidade do solo, a nodulação, a atividade microbiana, o crescimento das raízes e a absorção de Zn foram maiores que no manejo de solo convencional. Aos 75 DAE a cultivar IAC-Caiapó apresentou maiores teores de N, P, K, Cu e Zn, enquanto para a IAC-Tatu ST foram significativamente maiores os teores de Ca, Mg e S. Em sistemas conservacionistas sobre cana crua o fluxo de CO₂ foi 2,5 vezes menor que no convencional. Devido a respiração das raízes e vagens, as emissões de CO₂ na linha de semeadura foram o dobro que na entrelinha das plantas. A variabilidade temporal das emissões de CO₂ dependeu do conteúdo de água no solo.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L., fluxo de CO₂, plantio direto, produção de vagens, palhada de cana, teor de nutrientes

CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS FOR PEANUT CULTIVARS SOWING AFTER GREEN HARVEST SUGARCANE AND PASTURES

ABSTRACT- In Sao Paulo State, Brazil, peanut has been cultivated in rotation with sugarcane and pasture in two regions with different soil type and climate conditions. Nowadays, due to the increase of sugarcane area harvested without burning and the crop-livestock integration systems, the peanut growers have a great opportunity to plant in the conservation tillage, mainly in no-tillage system. Considering the specific morphological and physiological characteristic of peanut plant, the aims of this research were to study the agronomic characteristics and nutrient contents of two different peanut cultivars in three tillage systems in rotation with sugarcane and pasture, as well as their effects in some chemical, physical and microbiological soil attributes. Twelve field experiments were conducted from 1999/2000 to 2004/2005, at the followings places: Ribeirão Preto (Oxisoil), Pindorama (Ultisoil) and Mirassol (Ultisoil). Seven trials were installed on sugarcane straw and five in rotation with pasture, which were situated at APTA experimental station. Tillage treatments were arranged in split-plot randomized complete block design with four replications. The main plots were the tillage treatments (conventional, reduced and no-tillage) while the subplots were peanut cultivars (IAC-Tatu ST and IAC-Caiapó). In the conventional tillage, soil was turned with a moldboard plow and disked. Reduced tillage was made with subsoiler shank (ASTMATIC 450[®], Tatu Marchesan) after the herbicide application. In no-tillage systems, the sugarcane plant and pasture were killed with glyphosate (2.4 kg a.i.ha⁻¹). Some agronomic characteristics (pod and kernels yield, percentage of sound mature kernels, plant density and dry matter of root in different layers), nodulation (number and dry matter) and nutrient contents (N,P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, Zn) in plants were evaluated. These

evaluations were made from 15 to 90 days after emergence. In soil were evaluated chemicals attributes, physical attributes (bulk density, macro, micro, total porosity and water content in 100 kPa), microbiological characteristics (population of microorganism and microbial biomass carbon), moisture (%) and temperature. CO₂ emissions from soil have been measured using chamber coupled with photosynthesis analyzer (LI-COR® 6400-09). There was a significant interaction between tillage and cultivars in four of twelve essays, which depended on sowing after (sugarcane and pasture), on the year and on the soil class. In Oxisol condition, there was not statistics difference between tillage to pod yield, on cultivars average, however, there was a significant decrease on no-tillage on Ultisol. In no-tillage the soil moisture, the nodulation, the microbiological activity, the root growth and Zn absorption were higher than conventional tillage. At 75 days after sowing, the cultivar IAC-Caiapó showed higher contents of N, P, K, Cu and Zn while IAC-Tatu to Ca, Mg and S contents were significantly higher. In no-tillage on cane straw CO₂ flux from soil was 2,5 times lower than on conventional tillage. Due to roots and pods respiration, CO₂-emissions rate were two times the values measured in the rows of crop. The temporal variability of CO₂ emissions depended on soil moisture.

Keywords : groundnut, no-tillage, nutrient contents, pod yield, cane straw, soil CO₂ flux

I. INTRODUÇÃO

A cultura do amendoim no Brasil já ocupou papel de destaque até início da década de 70, porém em virtude de fatores políticos, tecnológicos e mercadológicos, sofreu drástica redução na área cultivada, a qual ficou concentrada no estado de São Paulo, sendo hoje responsável por 80% da produção nacional (FREITAS et al., 2005). Cerca de 55% do volume total produzido é oriundo da região nordeste do estado, na qual 92% dos cultivos são realizados no verão por ocasião da renovação de canaviais e predominantemente sobre Latossolos. Em contraste, a região oeste representa 53% da área cultivada, em duas safras no ano agrícola, sendo caracterizada pelo cultivo em sucessão com pastagens, possibilidade de semeadura no outono e predominância de Argissolos (BOLONHEZI et al., 2005).

Nas safras 2003/04 e 2004/05 foram destinados para reforma, respectivamente 431 e 275 mil ha de canaviais, de acordo com imagens de satélite (RUDORFF et al., 2004; CANASAT, 2006), os quais estariam potencialmente disponíveis para o cultivo de amendoim. No Brasil, são estimados que 30% dos canaviais já estejam sendo colhidos sem queima prévia, sistema conhecido como cana crua, no qual cerca de 15 Mg de matéria seca permanece depositada sobre a superfície do solo após a colheita (RESENDE et al., 2006). Nesta condição, os custos referentes ao preparo de solo, para a cultura subsequente, são substancialmente aumentados, demandando a adoção de sistemas conservacionistas de manejo, tais como cultivo mínimo e plantio direto. A diminuição ou eliminação do preparo, por razões econômicas ou ambientais, também são desejáveis em áreas de pastagens a serem reformadas. São inúmeros os exemplos de sucesso do emprego de sistemas de integração agricultura com pecuária, através do plantio direto. Nestes dois ambientes agrícolas, enquanto para outras culturas já existem pesquisas (BOLONHEZI et al., 2000) e experiências comerciais com resultados

muito favoráveis, para o amendoim ainda são incipientes os conhecimentos técnico-científicos que respaldam sua viabilidade.

Nos últimos anos, a introdução e o crescimento da colheita totalmente mecanizada, a substituição de cultivares tradicionalmente cultivados e os novos processos de recebimento e secagem dos grãos nas cooperativas, estimulam os produtores de amendoim a inserirem outras tecnologias ao sistema de produção vigente. Todavia, a necessidade de solo bem preparado, para obtenção de boas produtividades de amendoim, constitui-se em um paradigma técnico a ser superado. Para tal, são imprescindíveis pesquisas em nossas condições, as quais possibilitem quantificar e qualificar as limitações e os benefícios dos sistemas conservacionistas de manejo do solo para esta oleaginosa.

Considerando as peculiaridades morfo-fisiológicas da planta de amendoim, os objetivos da presente pesquisa foram; estudar as características agronômicas e extração de nutrientes de duas cultivares de amendoim com hábitos de crescimento contrastantes, semeadas em três sistemas de manejos do solo, sobre palhada de cana crua e pastagem, bem como avaliar os efeitos desses sistemas sobre alguns atributos físicos e microbiológicos em diferentes condições edafoclimáticas.

1.1. Hipóteses da Pesquisa

- a) Ocorrem interações significativas entre sistemas de manejo do solo e hábito de crescimento dos cultivares;
- b) A palhada na superfície não ocasiona resistência mecânica à penetração dos ginóforos. Os sistemas conservacionistas promovem aumentos na produção de vagens e grãos de amendoim, tanto em condição de palhada de cana crua como em pastagem;
- c) Em condição de palhada de cana crua e pastagem, sistemas conservacionistas de manejo, mantêm maior umidade e favorecem a atividade microbiana do solo;
- d) Cultivares rasteiros extraem mais nutrientes que cultivares eretos, independentemente do sistema de cultivo.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da agricultura conservacionista : aspectos químicos, físicos e microbiológicos do manejo do solo

As primeiras tentativas de cultivo de algumas espécies geradoras de matérias primas para sobrevivência do homem foram iniciadas a cerca de 10 mil anos atrás. No Egito, há 3000 anos A.C., foram desenvolvidos os primeiros modelos de arados, sinalizando o início da movimentação do solo de forma mais intensa. As conseqüências do revolvimento intensivo do solo ao ambiente vêm sendo visualizadas ao logo dos tempos, chegando alguns historiadores a mencionarem que a invenção do arado foi mais destrutiva que a criação da espada (HILLEL, 1998).

De acordo com LAL (2005), o uso agrícola do solo constitui um dos maiores ecossistemas, cobrindo 40% da superfície emersa do planeta, sendo que a agricultura e as pastagens compreendem respectivamente, cerca de 10,5% (3,3 a 3,5 bilhões de ha) e 30% (1,4 a 1,6 bilhões de ha). Os avanços conseguidos através da Revolução Verde, podem ser expressos pela colheita mundial de grãos, a qual dobrou desde 1960 chegando a 2 bilhões de t.ano⁻¹. Todavia, para tal foi necessário aumentar em 7 vezes o consumo de fertilizantes, ampliar em 70% a área ocupada com agricultura e consumir 85% dos recursos hídricos com irrigação.

Considerando que o solo é o alicerce dos sistemas de produção, LAL & STEWART (1995) citam que no final da década de 90, no mundo já existiam cerca de 240 e 83 milhões de ha com algum tipo de degradação química e física, respectivamente. Atualmente são cerca de 538 milhões de ha considerados degradados, sendo que somente na América Tropical, da área disponível para expansão da agricultura, 81% são solos ácidos e de baixa fertilidade. Enquanto na

década de 50 havia 0,56 ha por habitante, destinado à produção de alimentos, no ano 2025 estima-se que esta relação seja de apenas 0,16 ha (NORTCLIFF, 2004).

Os principais exemplos de degradação do solo são as erosões, tanto a hídrica quanto a eólica, as quais são responsáveis por expressivos prejuízos econômicos e ambientais. No início da década de 80, estimou-se que cerca de 80% da área cultivada no estado de São Paulo apresentava algum processo erosivo além dos limites de tolerância, o qual ocasionava perdas de 194 milhões de toneladas de terra por ano (BELLINAZI JUNIOR et al., 1981). Estes estudos estimularam a aprovação da Lei Estadual n.º 6171, de 4 de julho de 1988, a qual dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola. Mesmo com esta legislação, no estado de São Paulo existem cerca de 2.250 voçorocas a serem controladas e 1500 bacias hidrográficas que necessitam de intervenção a um custo estimado de US\$ 120 milhões. No ano 2003, dos 72.000 ha inspecionados, próximo de 17.000 ha apresentavam algum dano ao solo (CATI, 2006).

Embora já se conhecesse desde a antiguidade os efeitos do preparo de solo sobre a erosão, foi através do livro *Plowman's Folly* publicado nos USA em 1943 por Faulkner, que a ciência do solo despertou para as pesquisas relativas aos estudos das perdas de solo, água e nutrientes (MARQUES & BERTONI, 1961). No estado de São Paulo, neste período iniciaram-se diversas pesquisas, sendo que na primeira série de dados, entre 1947/48 e 1958/59, quantificou-se nas condições edafoclimáticas de Ribeirão Preto, que para a cultura do amendoim as perdas anuais variaram entre 14,5 e 191 t.ha⁻¹ de terra e 89 e 281 mm de água. Para cana-de-açúcar as perdas foram de 2,5 a 57 t.ha⁻¹ de terra e 34 a 147 mm de água. Todavia, para as condições de Mococa-SP, as perdas para cana-de-açúcar chegaram a 129,3 t.ha⁻¹ de terra e 462 mm de água (MARQUES et al., 1961).

Convém salientar que é no momento de renovação dos canaviais que ocorrem os maiores problemas com erosão. BERTONI et al. (1986) observaram que em declividades de 8,5% e 12%, com chuva de 1300 mm, na condição de cana queimada foram perdidos 20,2 t.ha⁻¹ de solo e 8% da água da chuva, enquanto que em cana crua as perdas foram de 6,5 t.ha⁻¹ e 2,5 % da água. PROVE et al. (1995), compararam para

as condições australianas, as perdas de solo nos sistema convencional e plantio direto de cana-de-açúcar, combinados com e sem manutenção dos resíduos na superfície. Concluíram que as perdas de solo no convencional ficaram entre 47 e 505 t.ha⁻¹.ano⁻¹, com média de 148 t.ha⁻¹.ano⁻¹, enquanto no sistema plantio direto foram menores que 15 t.ha⁻¹.ano⁻¹, não havendo diferença entre os níveis de cobertura do solo (0, 60 e 100% de cobertura). Pesquisas conduzidas em condição de pastagens por BONO et al. (1996), indicam que em Latossolo e Cambissolo, as perdas de terra foram respectivamente 18 e 39,7 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Salientam que em pastagem melhorada estas perdas são substancialmente diminuídas para 6,8 e 24,4 t.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente para as condições de Latossolo e Cambissolo.

Fundamentalmente, o processo de erosão hídrica do solo pela água é condicionado pelos fatores chuva, solo, topografia e sobretudo pela cobertura proporcionada pelos resíduos culturais, a qual dissipa a energia cinética das gotas de chuva. A presença de resíduos culturais na superfície, diminui a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial, aumenta a infiltração de água e reduz a velocidade de escoamento superficial. Diversas pesquisas têm demonstrado a eficácia de manejos conservacionistas de solo no controle da erosão, com reduções de 50 a 95% nas perdas de solo e cerca de 20% nas perdas de água, em relação ao preparo convencional (DE MARIA et al., 1999_a; COGO et al., 2003; VOLK et al., 2004).

A compactação é outro reflexo da agricultura intensiva praticada nos moldes convencionais, que preconiza preparo de solo. Por definição, refere-se à compressão do solo não saturado durante a qual existe um aumento da densidade em consequência da redução de seu volume e aeração, ou seja, o efeito da compactação em um solo é a mudança na sua estrutura (HILLEL, 1980; GUPTA et al., 1989; GLÍNSKI & LIPIEC, 1990; HILLEL, 1998). Pesquisas têm demonstrado que a compactação aumenta a densidade do solo, sua resistência mecânica, diminui a porosidade total, o tamanho e a continuidade dos poros, salientando que as reduções significativas ocorrem principalmente no volume dos macroporos, enquanto os microporos permanecem praticamente inalterados (DIAS JUNIOR, 2000). Estas modificações podem ter efeitos

negativos no crescimento das raízes e da parte aérea das plantas, bem como sobre a produção das culturas.

A compactação pode resultar de causas naturais, incluindo impacto das gotas das chuvas, encharcamento e tensão interna da água. A compactação artificial ocorre sobre forças descendentes aplicadas pelos pneus de tratores, pelas colhedoras e implementos utilizados na agricultura moderna (GLÍNSKI & LIPIEC, 1990). Todavia, o pisoteio do gado também ocasiona compactação, conforme relata Tanner & Mamaril (1959) citado por HILLEL (1998). Estes autores mencionam que o pastoreio de gado ocasiona um aumento da densidade do solo na superfície, de 1,22 para 1,43 Mg.m⁻³, correspondendo a uma diminuição da macroporosidade de 17,3 para 7,2 % e a um aumento na resistência à penetração de 0,32 para 1,95 MPa. SALTON et al. (2001), estudando a integração agricultura-pecuária para as condições de Maracajú (MS), verificaram que o pastejo de 15 novilhos (250 kg de massa média) em uma área de 15 ha, com aveia semeada em rotação com soja, proporcionou elevação da densidade do solo na camada de 0,20 – 0,25 m.

A degradação química pode ser interpretada como contaminação do solo por algum poluente, os quais não necessariamente são oriundos da atividade agrícola. Destaque para as altas concentrações de nutrientes aplicados, os quais podem ser lixiviados (nitrogênio e fósforo em fertilizantes, esterco, lodo de esgoto e rejeitos sólidos municipais), os pesticidas (herbicidas, fungicidas, inseticidas e nematicidas) e a salinidade/sodicidade (sal para degelo em estradas e água de irrigação salina). Para a maioria dos pesticidas e condições normais dos agroecossistemas, a biodegradação é suficiente para evitar a contaminação do solo, entretanto com o uso indiscriminado torna-se necessária a remediação. Estima-se que nos USA existam mais de 300.000 locais com solo e água contaminados, os quais necessitarão cerca de 30 anos para serem recuperados a um custo de US\$ 750 bilhões. No Brasil, não existem estatísticas da extensão da contaminação, mas sabe-se que esta ocorre em todo o território nacional. Somente em São Paulo existem cerca de 2.000 locais potencialmente contaminados (ACCIOLY & SIQUEIRA, 2000).

Deve-se ressaltar que a região de Ribeirão Preto abriga áreas de recarga do Aquífero Guarani, nas quais predominam cultivos de cana-de-açúcar, por conseguinte o risco de contaminação do maior reservatório subterrâneo de água doce, por herbicidas e outros defensivos é alta, demandando atenção constante. Estudos demonstraram que a lixiviação de herbicidas do grupo das atrazinas é maior em condição de solo preparado (0-20 cm) que no sistema de manejo plantio direto, no qual não atinge a profundidade de 10 cm (CERDEIRA et al., 2005).

O desafio atual é conseguir responder à demanda crescente por alimentos, fibras e energia, resultante do aumento da população, frente à diminuição dos recursos naturais disponíveis. Neste sentido, os princípios da agricultura conservacionista vem sendo cada vez mais adotados. DERPSCH & BENITES (2004), informam que algum tipo de agricultura conservacionista já é utilizado mundialmente em mais de 90 milhões de ha, sendo que no Brasil são estimados perto de 23 milhões de ha. O termo plantio direto, tão amplamente utilizado no Brasil começou a ser estudado nos USA no final da década de 50 e posteriormente na Europa, e eram denominados como *direct drilling*, que significa semear diretamente ou ainda conhecido como sem preparo (*no-tillage ou no-till*), *zero tillage*, *chemical tillage*, *siembra directa* ou *labranza zero*. Considerando que este sistema não é empregado na sua essência (manutenção dos resíduos na superfície, combinado com rotação de culturas) e que predomina algum nível de movimentação de solo em parte do ano, está cada vez mais aceito o conceito de agricultura conservacionista, a qual é mais abrangente e permite inserir outros sistemas de manejo, tais como o cultivo mínimo.

Independente destas questões de semântica, um aspecto é unânime, quanto maior a quantidade de resíduos mantidos na superfície do solo, maior será a sustentabilidade do sistema de manejo. FRYE & LINDWALL (1986), destacaram dentre 14 temas, que o manejo de resíduos é a principal prioridade de pesquisa no sistema plantio direto. A importância da manutenção e acúmulo de palhada sobre o solo é particularmente importante nos solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, considerando que a matéria orgânica tem grande importância para o fornecimento de nutrientes às culturas, à retenção de cátions, à complexação de elementos tóxicos e de

micronutrientes, à estabilidade da estrutura, à infiltração e retenção de água, à aeração, à atividade microbiana (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

De acordo com ARAÚJO et al. (2004), os atributos físicos do solo com influência direta no desenvolvimento das plantas são: a temperatura, retenção de água pelo solo, aeração e resistência do solo à penetração, os quais apresentam forte interdependência. Esclarecem que a interação entre estas propriedades físicas é que determina a qualidade do solo. O conceito de qualidade do solo começou a ser formulado no início dos anos 90, sendo definido, de forma simplificada, como a aptidão para o uso. Conceituações mais complexas formuladas mais recentemente, a definem como a capacidade de o solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do ambiente e promovendo a saúde de plantas e animais. Os indicadores da qualidade do solo podem ser distintos em três grupos; os efêmeros (umidade do solo, pH, densidade e disponibilidade de nutrientes) os quais podem ser influenciados pelo manejo, os permanentes (textura, mineralogia e profundidade) que são inerentes do solo e os intermediários (agregação, biomassa microbiana, quociente respiratório, etc) que são os mais importantes (TÓTOLA & CHAER, 2002; CONCEIÇÃO et al., 2005). Tem sido cada vez mais usual em comparação de diferentes manejos de solo, a utilização de indicadores da atividade microbiana, pois os microorganismos constituem ainda grande e dinâmica fonte e depósito de nutrientes em todos os ecossistemas e participam ativamente em processos benéficos, como a estruturação do solo, a fixação biológica de N, a solubilização de nutrientes para as plantas, a redução de patógenos e pragas, bem como de outras propriedades do solo que afetam o crescimento vegetal (TÓTOLA & CHAER, 2002).

Recentemente, com as discussões sobre mudanças climáticas e aquecimento global, o entendimento sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo vem sendo pesquisado exaustivamente, uma vez que o carbono, sobretudo na forma de CO₂ é o principal, dentre os gases (CO₂, CH₄ e N₂O) do efeito estufa. Além do que o solo é considerado o segundo maior reservatório de carbono (550 a 830 Pg contido na biomassa microbiana e 1500 a 2000 Pg presente na matéria orgânica), apresentando

concentrações de duas a três vezes maiores que a vegetação e aproximadamente o dobro da atmosfera (LAL, 1997). Anualmente são emitidos para atmosfera 3 bilhões de toneladas de carbono, resultante principalmente da queima de combustíveis fósseis e das emissões industriais, todavia as atividades agrícolas e as mudanças no uso do solo são responsáveis por cerca de 20% das emissões (IPCC, 2001; CASMGS, 2004).

A atuação do solo como fonte ou dreno de CO₂ para a atmosfera depende da diferença líquida entre o CO₂ fotossinteticamente fixado, o qual entra no solo na forma de biomassa vegetal, e o CO₂ liberado pela decomposição da matéria orgânica do solo ou respiração microbiana (PAUSTIAN et al., 2000). Do total de C fixado pelas plantas, apenas 8% (aproximadamente 10 Gt C.ano⁻¹) é efetivamente retido no solo, devido a constante oxidação da matéria orgânica, decorrente dos sistemas de manejo convencional que preconizam incorporação dos resíduos culturais.

O sistema de preparo interfere em três processos. O primeiro processo, talvez o mais importante, é a mineralização da matéria orgânica, que interfere no fluxo de emissão do C do solo para atmosfera. O segundo processo é a queima de combustíveis fósseis durante as operações de preparo, que interfere no fluxo de emissão do C da litosfera (petróleo) para atmosfera. O terceiro processo é a erosão (DIEKOW et al., 2005). Com a incorporação dos resíduos através do preparo convencional, ocorre a ruptura dos agregados que protegem fisicamente a matéria orgânica do solo, deixando-a exposta ao ataque dos microorganismos, ao mesmo tempo que é aumentada a aeração do solo e a oferta de C facilmente oxidável (REICOSKY et al., 1995). A severidade destas perdas será cerca de 5 a 10 vezes maior em condição de clima tropical, em relação às regiões temperadas. Ao contrário, os sistemas de manejo conservacionistas, principalmente o plantio direto, proporcionam acúmulo dos resíduos na superfície do solo, aumenta a agregação e conseqüente proteção física da matéria orgânica do solo, aumentando os ganhos de carbono orgânico total (82% na camada de 0-10 cm) e proporcionando efetivo seqüestro de carbono, a taxas que variam de 0,1 a 0,7 Mg de C.ha⁻¹.ano⁻¹ (SÁ et al., 2001; SÁ et al., 2005).

Muito embora o seqüestro de carbono proporcionado pela adoção do sistema plantio direto não seja elegível nesta primeira fase (2008 a 2012) do Protocolo de

Kyoto, ratificado em fevereiro de 2005, é possível comercializar créditos de carbono por intermédio de outros mecanismos de comercialização. A contribuição da agricultura na mitigação do carbono atmosférico será importante por mais 30 anos, até que fontes alternativas aos combustíveis fósseis sejam empregadas em larga escala. Nesta fase, pesquisas sobre redução do impacto da agricultura na emissão de gases do efeito estufa serão importantes (CASMGS, 2004). De acordo com CERRI et al. (2003) as pesquisas nesta área, podem avaliar quanto de carbono ficou estocado nos diversos compartimentos da matéria orgânica do solo ou quantificar o fluxo das emissões dos gases do efeito estufa por diferentes métodos; solução alcalina, cromatografia gasosa e câmaras de leitura de fluxo através de sensor IRGA (*Infra Red Gas Analyzer*).

Pesquisa que avaliaram a emissão de CO₂ em curtos períodos imediatamente após o preparo, indicam que os fluxos são significativamente reduzidos no sistema plantio direto, com emissões cerca de 13 vezes menor que no sistema convencional com aração, para condições de clima temperado (REICOSKY & LINDSTROM, 1993; REICOSKY, 1997). Pesquisas conduzidas em nossas condições tem se concentrado em períodos do ano com pouca disponibilidade hídrica e sistemas desprovidos de vegetação, fato que confere baixos valores das emissões, ao redor de 2 $\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (LA SCALA et al., 2000_a; LA SCALA et al., 2000_b; LA SCALA et al., 2003).

Segundo CERRI et al. (2003), a contribuição do setor sucroalcooleiro para mitigação do carbono da atmosfera está estimada em 19,55 milhões de t.C.ano⁻¹, mas tem potencial de chegar a 48 milhões de t.C.ano⁻¹ se a colheita mecanizada de cana crua aumentar em 50% nos próximos 8 anos. Estes autores mencionam que com a queima da cana são emitidos para atmosfera 4.748 kg de C-CO₂ .ha⁻¹.ano⁻¹, enquanto que na colheita de cana crua são seqüestrados cerca de 1011 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de C-CO₂. Entretanto, por ocasião da renovação, a incorporação dos resíduos contribuirá sobremaneira para as emissões, em níveis tão altos quanto as proporcionadas pela queima dos canaviais. É importante considerar, que quando o palhico é queimado, cerca de 70 a 95% da matéria seca e do nitrogênio são perdidos do sistema (WOOD, 1991; BALL-COELHO et al. 1993).

Convém enfatizar que a cana-de-açúcar apresenta alta eficiência fotossintética, sendo capaz de fixar cerca de $80 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de CO_2 e acumular carbono nos resíduos na faixa de 25 e 30 t.ha^{-1} (AYALA et al., 2003). Recentes pesquisas, conduzidas no interior paulista, compararam as variações climáticas ocorridas pela conversão do cerrado em cana-de-açúcar e eucalipto, as quais concluem até o momento, que o seqüestro de carbono pela cana-de-açúcar chega a $50 \text{ kg de C.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, enquanto os máximos valores no bioma cerrado foram de $40 \text{ kg de C.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ (ROCHA, 2006).

2.2. Rotação de Culturas e Manejo Conservacionista do solo na Renovação de Cana Crua e Pastagem

Rotação de culturas pode ser definida como o sistema de cultivo alternado, em um mesmo terreno, de diferentes espécies, o qual obedece a uma seqüência pré-estabelecida e inclui a prática de adubação verde (MASCARENHAS & TANAKA, 1993). De acordo com REEVES (1994), os benefícios da rotação com leguminosas já eram apregoados pelos chineses há mais de 2000 anos. Este autor cita que foram encontradas inscrições feitas em pedras durante o império romano, as quais mencionavam : “agricultor sábio continua executar rotações”. São inúmeros os resultados científicos confirmando respostas positivas do emprego da rotação de culturas. Em Rothamsted (Inglaterra) está localizado o mais antigo (início em 1851) experimento, no qual a produção do trigo foi 50% e 38% maior no tratamento com rotação (nabo, cevada, trevo e trigo), respectivamente, sem e com fertilizantes, em relação ao cultivo contínuo por 68 anos (Martin et al. citado por REEVES, 1994). DUNKER (2004) sumariza os últimos resultados de experimento iniciado em 1876 na Universidade de Illinois, os quais demonstram que em relação ao milho contínuo, a produção após soja e após aveia foram 43,3% e 64% maiores, respectivamente. Para as condições do estado de São Paulo, são escassos resultados científicos sobre rotação de culturas, devido a falta de pesquisas de longa duração.

Dentre os benefícios do emprego da rotação de culturas, pode-se destacar; aumento em produtividade, auxílio no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, melhoria na fertilidade e nas características físicas do solo, eficiência no uso da água e

nutrientes, otimização do uso de máquinas na propriedade, promove diversificação e conseqüente redução do risco (DERPSCH et al., 1991; MASCARENHAS et al., 1994; REEVES, 1994). A rigor, dificilmente os produtores empregam os conceitos da rotação de culturas na sua essência, por razões econômicas, predominando a sucessão de cultivos, tal como se pratica na renovação da cana-de-açúcar e pastagens.

A expansão da cultura canavieira no Brasil e em especial no estado de São Paulo, caracteriza o período de retomada do Proálcool, impulsionado pelas exportações que passaram de 100 milhões de litros (antes de 2003) para 1,4 bilhões de litros em 2004 (VEIGA & RAMOS, 2006) e pela desregulamentação da agroindústria canavieira (GUEDES et al, 2006). A área estimada subiu 5,4 %, na última safra, atingindo 3,87 milhões de ha, dos quais as maiores expansões foram verificadas na região Noroeste do estado de São Paulo. Para suprir a crescente demanda energética, 89 novas usinas serão instaladas no país nos próximos quatro anos, requerendo novas áreas de produção e aumento da produtividade dos canaviais já implantados. A renovação dos canaviais é importante para manter elevada a média de produtividade agrícola de uma usina e é realizada, em média após 5 cortes. Todavia, muito pouco se sabe da real contribuição desta prática, considerando a complexidade das interações existentes.

A cultura da cana-de-açúcar colhida no sistema manual e com fogo, não se caracteriza como um sistema de produção sustentável, demandando a prática da rotação de culturas. MAIA & RIBEIRO (2004) compararam uma área com cultivo contínuo de cana-de-açúcar por 30 anos e por 2 anos com as condições de vegetação natural de um ARGISSOLO Amarelo fragipânico, localizado em Alagoas. Concluíram que mesmo aplicando as práticas convencionais de cultivo e incorporação de leguminosas, uso de subsolagem e aplicação de vinhaça, a monocultura por muitos anos, proporcionou reduções significativas nos teores de cálcio, magnésio, saturação por bases, capacidade de troca de cátions e carbono orgânico. PANKHURST et al. (2005), mencionam que na Austrália entre 1970 e 1990, o patamar de produtividade da cana-de-açúcar não aumentou mesmo com a introdução de novas variedades mais produtivas, fenômeno que denominam de "*yield decline*" o qual atribuem à monocultura. Com objetivo de esclarecer qual a contribuição das rotações no controle de fungos

deletérios e nematóides parasitas, delinearam experimento de longa duração, no qual avaliaram *Brachiaria decumbens*, *Arachis pintoii*, soja, amendoim e pousio, por 4,5 anos em relação ao cultivo contínuo, combinados com biocidas (fungicidas, nematicidas) além da fumigação. Verificaram que a resposta ao uso de fungicida + nematicida em condição de monocultivo, pousio, rotação com leguminosas e pastagem, foi respectivamente, 47%, 30%, 13% e 10%. O cultivo de amendoim e soja ou pastagem, aumentaram a produção em 26 t.ha⁻¹ em relação à monocultura. Concluíram que em cultivo contínuo, ocorrem aumentos significativos na população de patógenos, os quais diminuem o crescimento e desenvolvimento inicial do sistema radicular, conferindo assim redução da produtividade.

No estado de São Paulo, nas safras 2003/04, 2004/05 e 2005/06 foram renovados respectivamente, 431, 275 e 317 mil ha, que representam em média 12,2% dos canaviais paulistas (CANASAT, 2006). Esta prática teve início no final da década de 70, resultante de um debate na sociedade sobre a expansão da cultura canavieira, decorrente da meta implantada em 1975 com a implantação do PROÁLCOOL de produzir 10,7 bilhões de litros de combustível renovável. Na ocasião a PLANALSUCAR iniciou o projeto “Cana-de-Açúcar e Produção de Alimentos e Fibras”, o qual tinha por objetivo estudar a viabilidade técnica, econômica e social do uso das áreas de reforma de cana-de-açúcar para plantios em rotação e uso das áreas de renovação e expansão para cultivos intercalares. As primeiras experiências práticas foram realizadas com soja (RODRIGUES, 1980) e com amendoim (ORTOLAN, 1980), respectivamente nas regiões de Guariba e Sertãozinho. Dentre os vários benefícios, destacava-se a redução do custo de implantação do canavial e o aumento da receita líquida da propriedade em cerca de 57%, sobretudo quando se utilizava amendoim (ORTOLAN, 1979; ARF et al., 1991). Este modelo é até hoje o predominante nas áreas de reforma, com alguns ajustes, e consiste no preparo do solo logo para a erradicação da soqueira e posterior semeadura das culturas. As vantagens de apresentar rusticidade, possibilidade de cultivo em condições marginais, boa fixação de nitrogênio, aliado à tolerância que apresenta para alguns nematóides (*Meloidogyne* sp. e *Pratylenchus* sp.), permitem que o amendoim seja adotado principalmente pelos arrendatários que tem área menores que

100 ha. A principal desvantagem do amendoim em relação à soja era a falta de mecanização nas operações de colheita, todavia, atualmente mais de 80% da safra está totalmente mecanizada.

Os benefícios diretos do amendoim para cana-de-açúcar, podem ser verificados no trabalho de LORENZI (1983), no qual menciona que nos primeiros 130 dias de desenvolvimento da cana-de-açúcar em condições de altas infestações de amendoim “tigüera”, cultivado anteriormente, a biomassa da “cana planta” foi aumentada em até 33%. ALLEONI & BEAUCLAIR (1995), estudando o efeito da rotação de amendoim e milho sobre a cultura da cana-de-açúcar, concluíram que a produção de colmos foi cerca de 32% maior quando se cultivou amendoim antes. Explicam que nas parcelas onde cultivou-se amendoim, o conteúdo de água em três profundidades (0-15, 16-30, 31-45 cm) foi entre 10 e 50% maior que nas áreas com milho, favorecendo a da cana-de-açúcar. Outra vantagem apregoada ao cultivo de amendoim diz respeito à redução no custo com controle de plantas daninhas para cultura canavieira subsequente, principalmente *Brachiaria decumbens* e *Cyperus rotundus*, de acordo com pesquisa conduzida por CHRISTOFFOLETI et al. (1995).

Porém, estudos mencionam que a cultura do amendoim também se beneficia da rotação de culturas, principalmente quando realizada com gramíneas. Considerando que o amendoim é muito susceptível ao nematóide *Meloidogyne arenaria* e ao fungo *Sclerotium rolfsii*, muitas pesquisas foram realizadas em outros países visando rotações de cultura que diminuam a ocorrência destes problemas fitossanitários. Resultados demonstram que cultivo de 1 ou 2 anos com algodão diminui sensivelmente as populações deste nematóide, proporcionando incrementos de 19% na produção (RODRIGUEZ-KABANA et al., 1987; RODRIGUEZ-KABANA et al., 1991_b). Outras pesquisas demonstram que 2 anos seguidos de mamona ou *Paspalum notatum*, reduzem significativamente os problemas com *Sclerotium rolfsii*, refletindo em aumentos de 44 e 37% na produção de vagens, respectivamente (RODRIGUEZ-KABANA et al., 1991_a). BALDWIN (1992), verificou que a rotação com dois anos de milho ou *Paspalum notatum*, proporcionou aumentos de 19 e 41% na produção de vagens, em relação ao cultivo contínuo. Para as condições da Argentina, pesquisas demonstram

que a produtividade do amendoim em rotação com gramíneas pode ser até 56% maior que o monocultivo (PEDELINI & CASINI, 1998). A rotação de amendoim com algodão pode ser uma opção interessante, pois o amendoim reduz população de *M. incognita* raças 1 e 4, enquanto o algodoeiro controla o *M. arenaria* (JOHNSON et al., 1999).

Para nossas condições, DECHEN (1990), verificou que o cultivo de mucuna preta durante o outono/inverno seguido de milho no verão, proporcionaram, na média de sete anos, produções significativamente maiores de amendoim, em relação ao monocultivo. RODRIGUES FILHO et al. (1996), estudaram o efeito da rotação com mucuna preta e uso de adubação orgânica em relação ao amendoim contínuo e a entressafra com pousio. Observaram que após 8 anos consecutivos de experimentação, a rotação com leguminosas, proporcionou em média, aumentos de 64% na produção de vagens, provavelmente em decorrência das modificações nos teores de fósforo, cálcio e saturação por bases. Em experimento de longa duração conduzido em Campinas, LOMBARDI NETO et al. (2002) verificaram que a produção relativa do amendoim em rotação com algodão, milho e *Dolichos lab lab* foi 44% superior ao monocultivo.

Durante o processo de renovação do canavial são realizadas diferentes operações de preparo, que buscam a erradicação da soqueira e o fornecimento de boas condições para o desenvolvimento do sistema radicular, através do restabelecimento da porosidade original, da melhoria da drenagem, da redução na resistência à penetração, bem como visam o controle de plantas daninhas, pragas e doenças. A intensidade e o número de operações são dependentes; do tipo de solo, grau de compactação, da distribuição de umidade no perfil, da disponibilidade de equipamentos e até mesmo da tradição regional e constituem no primeiro passo para boa produção da lavoura canavieira (STOLF, 1985; BARBIERI et al., 1997; BELLINASSO, 1997; TORRES & VILLEGAS, 1998). Pesquisas sobre a viabilidade dos sistemas conservacionistas em renovação de canaviais, iniciaram-se após o desenvolvimento do herbicida glifosate no início da década de 70 (IGGO, 1974; HADDLOW & MILLARD, 1977). No Brasil este herbicida foi introduzido em 1978 e a partir de então, pesquisas foram iniciadas para nossas condições, sendo que os

primeiros resultados preconizavam 5 L.ha⁻¹ como dose mínima para destruição química da soqueira (BACCHI & ROLIM, 1981; MARCONDES et al., 1981). Desde então, diversos resultados comprovam a viabilidade da adoção destes sistemas na renovação de canaviais colhidos com queima (MUTTON, 1983; STOLF, 1985) ou no sistema cana crua (DIAS, 2001; DUARTE & COELHO, 2005).

Durante muitos anos, os sistemas conservacionistas de preparo de solo em áreas de renovação de canaviais não eram adotados por razões econômicas, considerando que o preço do glifosato inviabilizava seu uso para estes fins. Mais importante que a dose, que no passado chegava a 12 L.ha⁻¹ para destruição de soqueira de cana, atualmente é importante levar em consideração o estágio fenológico, que normalmente coincide quando as brotações atingem entre 45 e 60 cm de altura, havendo significativas interações com variedade (STOLF, 1985; SILVA & ROSSETO, 2002; SILVA et al., 2006).

Com o advento da colheita mecanizada de cana crua, o cultivo mínimo ou sistemas conservacionistas voltaram a ser tema de pesquisas, principalmente devido à dificuldade para incorporação da grande quantidade de resíduos remanescentes que permanecem sobre a superfície do solo e se acumulam durante os anos. Convém salientar, que nestas condições, a adoção do cultivo mínimo reduz o custo com preparo em até 30% (CONDE & DONZELLI, 1997). Apesar do decreto de Lei Estadual 47.700 (11 de março de 2003), que regulamenta a Lei Estadual 11.241 (19 de setembro de 2002), ser condescendente, pois estabelece prazo de trinta anos para se eliminar as queimadas, a colheita de cana crua é uma realidade que apresenta mais vantagens que inconvenientes (RIPOLI & RIPOLI, 2004). Atualmente, estima-se que sejam colhidos sem queima cerca de 30% dos canaviais paulistas (RESENDE et al., 2006).

A quantidade de resíduo remanescente é dependente da cultivar, idade da plantas (número de cortes) e o lugar onde se encontra e segundo PAGE et al. (1986) pode variar entre 6 e 22,8 t.ha⁻¹ de matéria seca. FURLANI NETO et al. (1989) mencionam para as cultivares NA 56-79 e SP 70-1143, que a matéria seca proveniente da colheita de cana crua foi da ordem de 7,5 a 11,9 t.ha⁻¹, respectivamente. BUZOLIN (1997) comenta que os valores encontrados situam-se entre 11 e 13 t.ha⁻¹ de

matéria seca após a colheita, chegando a $4,5 \text{ t.ha}^{-1}$ ao final do ciclo. De acordo com RIPOLI & RIPOLI (2004), as variedades SP 71-1406 e SP 71-6163, produziram respectivamente 33 e 26 t.ha^{-1} de palhço.

Além da grande quantidade de resíduos deixados na superfície, que pode chegar a formar uma camada de 8 a 10 cm de altura, o palhço da cana é extremamente recalcitrante. OLIVEIRA et al. (1999) avaliaram as características do palhço da cultivar SP 79-1011, após 12 meses e verificaram que a relação C:N, a quantidade de matéria seca, nitrogênio, cálcio, magnésio, potássio, hemicelulose, lignina e celulose reduziram-se, respectivamente; 97 para 68, 20%, 18%, 57%, 68%, 93%, 80%, 30% e 50%. A presença da palha de cana crua contribui para o manejo das plantas daninhas. Em áreas infestadas por tiririca, espécie de difícil controle e que pode reduzir a produção de colmos em até 45%, DURIGAN et al. (2004) observaram através de pesquisa em campo, que somente a presença do palhço da variedade RB 80-6043, diminuiu em 47,8 e 19% o número de manifestações epígeas (brotações) por m^2 , aos 45 e 90 dias após a aplicação, respectivamente. Porém as espécies *Ipomoea grandifolia* e *Ipomoea heredifolia* não foram bem controladas, enquanto *Ipomoea quamoclit*, poderá ter sua população aumentada em presença de palhada de cana-de-açúcar (CORREIA & DURIGAN, 2004).

Considerando que as áreas com colheita de cana crua são sistematizadas (talhões de 800 a 1000 m de comprimento), próximas da cidade e com topografia mais plana, alguns produtores e técnicos iniciaram por ocasião da safra de 1996, na região NE do estado de São Paulo a semeadura de soja sobre palhada da cana crua, visando redução dos custos e aproveitamento dos benefícios do sistema plantio direto (BOLONHEZI & TANIMOTO, 2001).

Neste sistema, todas as operações de preparo do solo são substituídas pela destruição química da soqueira da cana-de-açúcar com herbicida sistêmico (de 5 a 6 L.ha^{-1} de glifosate). Os primeiros resultados de pesquisa foram obtidos no início de 1999 em Ribeirão Preto/SP, na qual BOLONHEZI et al. (2000) avaliaram dentre outras características a produção da cultivar IAC-Foscarin 31, em diferentes doses de calcário no sistema convencional e plantio direto, não encontrando diferenças significativas na

produtividade. Resultados práticos obtidos em nível comercial, confirmam a viabilidade deste sistema para cultura da soja, o qual apresentou para média de seis safras (desde 1996), rendimentos superiores ao sistema convencional aliado a uma redução de 30% no custo de produção (TANIMOTO & BOLONHEZI, 2002).

Na empresa CFM Agrícola, localizada em Pitangueiras, o custo no sistema convencional era de U\$S 150.ha⁻¹ (composto de uma gradagem aradora, duas gradagens intermediárias e duas gradagens niveladoras). No sistema plantio direto o custo na safra 2005/06 foi de U\$S 60.ha⁻¹, com produtividade média de 3480 kg.ha⁻¹ de grãos de soja, sendo que com a cultivar Vencedora obtiveram 3960 kg.ha⁻¹ (BETTONI, 2006). Enquanto para soja já são mais de 10 mil ha cultivados neste sistema, somente na região de Ribeirão Preto, para o cultivo de amendoim ainda são raros os resultados de pesquisa e por conseguinte, quase inexistentes são as experiências comerciais.

A utilização de pastagens para produção de alimentos, por ocasião da renovação, constitui-se em outro grande ambiente de produção e que tem possibilitado a expansão do sistema plantio direto, sendo comumente denominada de integração agricultura pecuária. Uma das formas de integração mais conhecidas é o binômio soja-braquiária no sistema plantio direto, devido aos bons resultados agrônômicos e econômicos que se tem obtido, tanto em áreas experimentais e demonstrativas (VIEIRA et al., 1998a; VIEIRA et al., 1998b) quanto por agricultores (BROCH, 1997). Como grande vantagem desta técnica está a possibilidade de aumentar a renda do agricultor que passa a ter duas atividades, com baixo custo de implantação e alto retorno ambiental em termos de conservação de solo (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

Todavia, os indicadores de degradação química e física podem ser fatores limitantes à adoção do sistema plantio direto. Muitos autores comentam que os problemas de compactação em pastagem oriundos do pisoteio do gado chegam a ser mais intensos na superfície que em relação ao trânsito de máquinas. SILVA et al. (1997) mencionam que um animal de 400 kg exerce uma pressão de 0,35 MPa e SOUSA et al. (1998) e complementam que esta força chega a ser cerca de 108% maior que um trator. Entretanto esta compactação fica restrita aos primeiros 10 cm de

profundidade, sendo passível de rompimento através da haste escarificadora acoplada na distribuição de adubo na semeadora (MACHADO et al., 1998; SALTON et al., 2001).

Deve-se salientar, que a cultura do amendoim implantada em sistemas conservacionistas, poderá contribuir expressivamente para expansão da agricultura no oeste do estado de São Paulo. Vale lembrar, que as pastagens representam 41% das áreas agrícolas paulistas (CATI, 2006), configurando-se como a grande fronteira para produção de grãos, fibras e energia.

2.3. Sistemas de Cultivo Conservacionistas para a Cultura do Amendoim

Os conhecimentos a respeito das características do solo, são importantes para definir, no planejamento da cultura, qual sistema de cultivo é mais indicado. O amendoim pode ser cultivado em quase todos os tipos de solo, todavia, os melhores rendimentos são alcançados naqueles bem drenados, de razoável fertilidade e textura arenosa, de maneira a favorecer a penetração dos ginóforos ou “esporões”, o desenvolvimento das vagens e a redução de perdas na colheita. Porém, nestes solos deve-se considerar a maior susceptibilidade à erosão, demandando práticas conservacionistas de natureza mecânica. Em solos muito argilosos, pode ocorrer maior perda na colheita e problemas com a aderência de terra nas vagens, depreciando o aspecto visual do produto (GODOY et al., 1982).

Historicamente, o preparo do solo é uma prática cultural essencial, considerando as peculiaridades morfofisiológicas da planta de amendoim que desenvolve seu frutos abaixo da superfície do solo, necessitando em princípio de um solo friável, plano e livre de resíduos da cultura anterior. Um solo bem preparado oferece melhores condições para germinação, emergência e desenvolvimento inicial das plantas, reduz falhas no estande, melhora a eficiência dos herbicidas pré-emergentes, proporciona maior aeração, favorece as trocas respiratórias das vagens na fase de frutificação (SCHENK, 1961; GODOY et al., 1982) além de proporcionar uma melhor incorporação e reação dos adubos e corretivos. O número de operações e os tipos de implementos

utilizados dependerão da cultura anterior, do tipo de solo, do período do ano e da disponibilidade de recursos.

COX & SHOLAR (1995) esclarecem que pesquisas e experiências práticas tem demonstrado, para as condições americanas, que o cultivo de amendoim em sistemas conservacionistas é viável, todavia com predominância de produções menores que no manejo de solo convencional. No final da década de 70, questionava-se no sistema de produção americano, sobre a real necessidade da escarificação profunda na entrelinha da cultura do amendoim. As primeiras pesquisas conduzidas no estado de Virginia (EUA), demonstraram não haver aumentos na produção de vagens com estes preparos, os quais proporcionaram aumentos na incidência de *Pythium myriotylum* e *Rhizoctonia solani* (WRIGHT & PORTER, 1982 ; WRIGHT et al., 1986). Para nossas condições, pesquisas realizadas com o objetivo de estudar os efeitos da amontoa (chegamento de terra sobre a linha de semeadura, com intuito de favorecer a frutificação), demonstraram que a produção pode diminuir com esta prática, devido às injúrias nas raízes (KASAI & PAULO, 1993).

Uma das primeiras pesquisas sobre comparação de sistemas de manejo de solo para amendoim, incluindo preparo reduzido e plantio direto, foram conduzidas nos USA e Índia. Varnell et al. (1976) citado por SCHOLAR et al. (1995), encontraram para as condições norte americanas, que a produção e qualidade das vagens no plantio direto foi reduzida em 64% e 62%, respectivamente. Por outro lado, na Índia, SOUNDARA RAJAN et al. (1981), concluíram não haver redução de produtividade em sistemas conservacionistas.

Trabalhos conduzidos por COLVIN et al. (1988), compararam 8 diferentes combinações de preparo para as condições da Flórida (EUA). Alguns tratamentos utilizaram o implemento denominado de Ro-till[®], o qual consiste de um conjunto de discos rotativos na linha da semeadora, que revolve o solo em uma faixa de 0,30 m. O tratamento denominado plantio direto, consistiu da utilização de semeadora KMC[®], com ou sem haste escarificadora. Considerando os resultados de 5 experimentos, concluíram que o preparo em faixa associado com subsolagem e sem resíduos na superfície proporcionou a maior produção (4330 kg.ha⁻¹ de vagens). Por outro lado, o

tratamento plantio direto sem haste escarificadora, associado com a presença de resíduo na superfície do solo, produziu 3590 kg.ha⁻¹. Comentam que a presença de palhada na superfície exercia uma barreira física à penetração dos ginóforos, a qual chegou a reduzir a produção em 460 kg.ha⁻¹. Constataram ainda que nos tratamentos com semeadura direta, as raízes ficaram superficiais ("lazy root syndrome"), razão para os menores rendimentos.

Em pesquisas realizadas posteriormente, COLVIN & BRECKE (1988), estudaram a interação entre sistemas de preparo (convencional e mínimo) com hábito de crescimento de 8 cultivares de amendoim (Florunner, GK-7, Sunrunner, Early Bunch, Florigiant, GK-3, NC-7, Valencia C). Verificaram que a produção de amendoim em casca diferiu muito pouco entre os dois sistemas de preparo para cada cultivar, não permitindo confirmar a hipótese inicial que cultivares com porte rasteiro ("runner") são mais responsivas ao preparo de solo. Concluíram que não há necessidade de desenvolver cultivares para sistemas conservacionistas e que em regiões com maior susceptibilidade à erosão, o cultivo mínimo pode ser utilizado sem comprometimento dos rendimentos.

WILCUT et al. (1987), avaliaram diferentes combinações de herbicidas combinados com sistema de preparo conservacionista, comparado com preparo convencional, no qual utilizou-se herbicida associado ao cultivo mecânico, em área infestada por *Panicum taxanum* e *Desmodium tortuosum*, no estado de Alabama (EUA). Verificaram que alguns herbicidas combinados com o cultivo mínimo elevaram a renda líquida em US\$ 47 .ha⁻¹ e aumentos na produção de vagens de até 640 kg.ha⁻¹. Concluíram que o cultivo mínimo demanda um manejo mais intensivo de plantas daninhas e para se obter maiores rendimento são necessários mais gastos com herbicidas. Todavia, outros resultados de pesquisa apontaram que o sistema convencional em relação ao cultivo mínimo combinado com diferentes herbicidas, proporcionou aumentos na produção de amendoim em casca entre 800 e 1900 kg.ha⁻¹ (WILCUT et al., 1990).

GRICHAR & BOSWELL (1987) compararam quatro diferentes sistemas de preparo para as condições do Texas (EUA), dos quais o cultivo mínimo foi realizado de

duas formas (trituração dos resíduos de aveia, alta e baixa). Nos quatro anos de condução, a produção média de vagens no plantio direto foi 2629 kg.ha⁻¹ e no convencional foi 2629 kg.ha⁻¹, o que representou respectivamente, uma renda líquida de 869 e 557 dólares. Um das razões para esta diferença está relacionada com a maior ocorrência de doenças (*Sclerotium rolfsii*) nas vagens, ou seja, notas de 2,5 para o convencional e 3,3 para o plantio direto.

Resultados de 17 experimentos conduzidos no estado do Alabama (EUA), o sistema de preparo reduzido aumentou a produção de amendoim em 3 locais, diminuiu em 5 e não houve diferença em 9 locais, comparado com o convencional (HARTZOG & ADAMS, 1989). No estado de Virginia (EUA), dois sistemas de cultivo mínimo foram estudados em cultivar produtora de grãos de tamanho grande, tendo-se observado reduções médias de 19% na produtividade em relação ao tratamento convencional, e resultados inconsistentes com relação ao tamanho dos grãos comerciais (WRIGHT & PORTER, 1991). Alternativamente, técnicas de preparo do solo imediatamente antes do plantio, como forma de reduzir a erosão, produziram ganhos em torno de 10% em produtividade, em relação às práticas convencionais (WRIGHT, 1991).

Com relação a infestação de insetos, nematóides e incidência de doenças, os resultados de pesquisa comparativa entre sistemas de preparo são divergentes. HARTZOG & ADAMS (1989) encontraram o mesmo número de nematóides em solo no sistema convencional e cultivo mínimo sobre palhada de centeio e aveia. MINTON et al (1990) reportam que no cultivo mínimo sobre resíduo de trigo, enquanto não foi identificada diferença na infestação de *Pratylenchus brachyurus*, para *Meloidogyne arenaria* o número de galhas foi significativamente maior. Outras pesquisas demonstraram que a incidência de *Rhizoctonia*, avaliada através da contagem do número de ramas infectadas, foi significativamente menor no cultivo mínimo, embora para a média dos tratamentos com inseticida / nematicida (aldicarb) + fungicida (flutolanil) o sistema conservacionista tenha produzido 570 kg.ha⁻¹ menos amendoim em vagens (MINTON et al., 1991). CAMPBELL et al (1985) verificaram que a infestação de tripses (*Frankliniella* spp.) foi menor no plantio direto sobre resteva de centeio. Através de 6 anos de pesquisa, BRANDENBURG et al. (1998), concluíram que a

infestações de *Frankliniella fusca* em campos comerciais de amendoim, foram significativamente reduzidas em sistemas de manejo conservacionistas. De acordo com Johnson et al. (2001) citado por JOHNSON et al. (2002), a incidência da virose “vira cabeça” em amendoim, principal doença nos USA, é significativamente reduzida em sistemas de cultivo mínimo.

Outros benefícios resultantes da menor movimentação do solo é a melhoria no equilíbrio ecológico, o qual favorece o controle de alguns patógenos que prejudicam a cultura do amendoim. Pesquisas indicam, que no plantio direto, as populações de microartropodos da ordem Collembola são 29% maiores que no sistema convencional. Estes insetos são responsáveis pela diminuição significativa nas colônias do fungo *Rhizoctonia solani* em cultivo de amendoim (RICKERL et al., 1989).

A maioria dos trabalhos mencionados anteriormente, atribuem ao desempenho negativo do plantio direto do amendoim, a presença de resíduos da cultura anterior, que favorecem o desenvolvimento de doenças nas vagens, principalmente ocasionadas por *Sclerotium rolfsii*. Entretanto, um estudo realizado por PORTER & WRIGHT (1991) no estado de Virginia (EUA), concluíram que tanto a incidência (% de infecção) quanto a severidade (% de queda de folhas) de *Cercospora arachidicola* foram significativamente diminuídas no sistema plantio direto. Estes autores explicam que a palhada reduziu a dispersão até as folhas, pelas gotas da chuva, das estruturas do fungo presentes sobre a superfície do solo.

GRISCHAR & SMITH (1992), estudaram a interação de 5 cultivares diferentes com o sistema de preparo (convencional, mínimo e direto) e concluíram em três anos de experimentação, que a produção no plantio direto foi significativamente menor em somente 1 ano (40% menos). Constataram ainda que os pontos de infecção *Sclerotium rolfsii* foram 5,5 4,8 e 3,6 (pontos por 10,7 m de linha) respectivamente no sistemas convencional, cultivo mínimo e plantio direto.

ADAMSEN & WRIGHT (1994) partindo da hipótese que em sistemas conservacionistas ocorrem mais problemas de ordem nutricional, estudaram durante três anos agrícolas, para as condições de Virginia (EUA), a interação entre doses de gesso (até 1800 kg.ha⁻¹) e sistemas de cultivo convencional e plantio direto sobre

palhada de trigo. Em todos os anos de condução verificaram produções de grãos menores no plantio direto. Observaram também que no sistema plantio direto não houve resposta à aplicação de gesso, combinado ou não com cultivo na entrelinha.

SHOLAR et al. (1995) revisaram a literatura sobre produção de amendoim em plantio direto ou cultivo mínimo e observaram resultados variados com relação aos efeitos dos sistemas conservacionistas sobre a população final de plantas, produtividade e qualidade comercial dos grãos. Em alguns ambientes, as produções foram iguais ou maiores do que no sistema convencional. Estes autores relatam que em sistemas de cultivo mínimo o custo no controle de plantas daninhas é maior que no sistema convencional.

GRICHAR (1998) conduziu ensaio permanente entre 1987 e 1996, em área que já havia sido cultivada com amendoim por mais de 15 anos e apresentava potencial de inóculo de *Sclerotium rolfsii* de moderado a alto, para as condições do Texas (EUA). Nesta pesquisa de longa duração, comparou o preparo convencional com os sistemas de cultivo mínimo e plantio direto sobre cobertura de outono, que variava entre trigo e cevada. Somente em um dos anos, a produção de grãos foi maior no plantio direto, enquanto em três anos o sistema convencional apresentou produção significativamente maior. Em média o tamanho dos grãos no convencional foi 3% maior que o plantio direto. Por outro lado, os resultados não permitiram concluir que a incidência de doenças nas vagens e raízes é maior no sistema plantio direto.

Mais recentemente, JORDAN et al. (2001) compararam três sistemas de cultivo (plantio direto, cultivo mínimo e convencional) com três doses de gesso (0, 340 e 680 kg.ha⁻¹) para as condições edafoclimáticas da Carolina do Norte (EUA). Após 3 anos de condução, verificaram que não houve interação significativa entre o sistema de preparo com quantidade de gesso agrícola aplicado. Para a média dos sistemas de preparo, houve diferença significativa em somente um dos anos, sendo que a aplicação de 340 kg.ha⁻¹ de gesso proporcionou aumento de 830 kg.ha⁻¹ na produção de vagens, o qual representou um incremento da renda de 733 US\$.ha⁻¹. Para a média das doses de gesso, os sistemas convencional (3650 kg.ha⁻¹) e mínimo (3690 kg.ha⁻¹) produziram significativamente mais que o plantio direto (3310 kg.ha⁻¹), resultando em um aumento

de mais de 200 US\$.ha⁻¹. JOHNSON et al. (2002), comentam que a principal razão para o aumento da adoção de sistemas de preparo conservacionista para a cultura do amendoim nos USA, é a economia de tempo e no número de operações durante a primavera, seguida pela redução da erosão.

São escassos para a cultura do amendoim, trabalhos na literatura nacional que versem sobre a viabilidade de implantação desta cultura no sistema plantio direto ou em manejos conservacionistas. Para as nossas condições, TASSO JUNIOR (2003) avaliou quatro cultivares de amendoim (Tatu comum, IAC-Tatu ST, IAC-Caiapó e Florunner) nos sistemas convencional, preparo reduzido e plantio direto sobre palhada de cana crua. Verificou aumentos significativos na produção de amendoim em casca no sistema plantio direto em relação ao convencional. Para a média das cultivares, a produção de vagens foi 3218, 3178 e 2769 kg.ha⁻¹, respectivamente nos sistemas plantio direto, preparo reduzido e convencional. Apesar de serem resultados oriundos de um único experimento, as informações práticas são interessantes para servir de referência sobre a viabilidade do amendoim em sistemas conservacionistas na sucessão de canaviais. Todavia, pesquisas ainda são necessárias para elucidar com mais propriedade, através de métodos experimentais mais amplos, quais as possíveis vantagens quantitativas e qualitativas destes sistemas de cultivo, sobretudo em renovação de cana crua e pastagens.

2.4. Extração de Nutrientes e Nodulação na Cultura do Amendoim

O manejo dos aspectos nutricionais do amendoim é primordial para a obtenção de altas produções com boa qualidade. Em comparação com outros cereais produzidos extensivamente, o amendoim extrai quantidades menores de macronutrientes primários (N, P e K), razão pela qual, comumente é classificada como cultura pouco exigente em adubação (GASCHO & DAVIS, 1995). A cultura do amendoim, devido sua rusticidade, é considerada imprevisível quanto à resposta das adubações, segundo GASCHO & DAVIS (1994). Para a recomendação correta da adubação da cultura, são necessárias informações relativas à nutrição de plantas, tais como; a quantidade extraída em cada

estádio de desenvolvimento; os atributos químicos de fertilidade do solo fornecidos pela análise, além de conhecimentos sobre modos e fontes de aplicação de adubos e corretivos.

Os elementos absorvidos em maiores quantidades, em ordem decrescente, são: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre (COELHO & TELLA, 1967_a; COELHO & TELLA, 1967_b; SICHMANN et al.,1970; RODRIGUES FILHO et al.,1986; SAHRAWAT et al., 1988; FEITOSA et al.,1993; GASCHO & DAVIS ,1995; RAIJ et al. ,1997). Os trabalhos sobre partição de nutrientes dentro da planta, esclarecem que a maior parte do nitrogênio (61 - 68,9 %) e do fósforo (59,4 -73%), respectivamente são removidos pelos frutos, ao passo que entre 87 e 98,2% do cálcio encontram-se na parte vegetativa, conseqüentemente passível de retornar ao solo (COELHO & TELLA, 1967_a; RODRIGUES FILHO et al.,1986; FEITOSA et al.,1993). O potássio está presente em maior quantidade na parte vegetativa, principalmente nas folhas, todavia em condição de solo com baixa disponibilidade, pode ocorrer maior concentração nas vagens (GODOY et al., 1982). O magnésio concentra-se na parte aérea, com aproximadamente 75,7 % da matéria seca acumulada. O enxofre é de grande importância nas sementes, porém é acumulado em quantidades equivalentes na parte vegetativa e frutífera.

As quantidades de macronutrientes extraídos pelas vagens e partes vegetativas em condições de campo, referentes às diversas cultivares nacionais e americanas para uma produção de 3 t.ha⁻¹, segundo GASCHO & DAVIS (1995), são 192, 22, 66, 57, 25 e 15 kg.ha⁻¹ respectivamente de N, P, K, Ca, Mg e S. Estes valores não devem ser confundidos com os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento da cultura, pois sobretudo as ramas e raízes permanecem no solo após a colheita. Vale salientar, que existe grande variabilidade entre as cultivares quanto às quantidades extraídas de um determinado nutriente, mas de maneira geral a ordem da absorção se mantém. SICHMANN et al. (1970), mencionam que para a cultivar Tatu, as quantidades extraídas de macronutrientes foram 103 10,1 40,4, 19,7 7,5 e 5,8 kg.ha⁻¹, respectivamente de N, P, K, Ca, Mg e S.

A marcha de absorção de micronutrientes acompanha o acúmulo de matéria seca, ocorrendo valores máximos entre 85 e 100 dias do ciclo biológico, independente

da cultivar em estudo, prevalecendo a seguinte ordem decrescente de extração pela parte aérea; Fe, Mn, B, Zn e Cu (SAHRAWAT et al., 1988; GASCHO & DAVIS, 1994; GASCHO & DAVIS, 1995). Segundo FEITOSA et al. (1993), as quantidades de micronutrientes extraídas para a média das cultivares Poitara, Tupã e Penápolis foram 185, 12, 59 e 26 kg.ha⁻¹ (planta toda) respectivamente para Fe, Mn, Cu, Zn e B. Para a média das cultivares avaliadas, FEITOSA et al. (1993), encontraram que o ferro foi pouco translocado para as sementes, próximo de 4,5% do total absorvido, ao contrário do cobre e do zinco que translocaram respectivamente, 50,7% e 60,2%. Neste trabalho, o boro (31,4%) e o manganês (33,5%) foram medianamente translocados. De maneira geral, estes resultados concordam com os encontrados por RODRIGUES FILHO (1986), nos quais o Mn ficou concentrado na parte vegetativa, sendo que 14,3 % do total absorvido foi translocado para semente.

Convém salientar, que as informações relativas às faixas de teores adequados de macro e micronutrientes em folhas de amendoim mencionados na literatura (GASCHO & DAVIS, 1995) referem-se a cultivares americanas. Estas informações são bastante úteis para explicar sintomas apresentados em nível de campo, como por exemplo, a clorose generalizada seguida de “queimaduras” nas bordas das folhas de plantas coletadas em áreas comerciais de região produtora de São Paulo e analisadas por NAKAGAWA et al. (1987). Estes autores identificaram que as plantas com sintoma apresentaram teores médios de manganês em torno de 736 mg.kg⁻¹ de matéria seca, valores sensivelmente maiores que a faixa apresentada como adequada, ou seja, entre 20 e 350 mg.kg⁻¹, portanto caracterizando um caso típico de toxidez de manganês.

Com relação ao nitrogênio, sabe-se que aproximadamente 190 kg de N são removidos em uma produção de 3 t.ha⁻¹ de amendoim em casca. O amendoim é uma leguminosa e na maioria das condições fixa quantidade suficiente de N através da associação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp., pertencentes ao grupo chamado “miscelânea caupi”. Cerca de 55 % do nitrogênio requerido pelo amendoim é proveniente da fixação biológica, sendo classificado como intermediário quanto à eficiência (ELKAN, 1995).

Interessante pesquisa conduzida na Índia por SAHRAWAT et al. (1988), avaliou a extração de nutrientes de uma cultivar de amendoim, com uma linhagem que não apresenta habilidade de formar nódulos em associação simbiótica. Verificaram que sem fornecimento de nitrogênio, a cultivar produziu 3099 kg.ha⁻¹ de vagens, enquanto a linhagem produziu 553 kg.ha⁻¹. A aplicação de 200 kg.ha⁻¹ de N, diminuiu significativamente a produção de vagens (2468 kg.ha⁻¹) da cultivar e quase duplicou a produção da linhagem (1053 kg.ha⁻¹).

Vários fatores interferem no suprimento de nitrogênio para o amendoim, tais como: as características da cultivar, presença de estirpes nativas competidoras, tipo de solo, umidade e temperatura. Segundo OSMAN et al. (1983), cultivares com maior crescimento vegetativo apresentam maior capacidade de nodulação. Existem resultados na literatura que mencionam ganhos de até 30% na produção, quando se realiza a inoculação com estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium* spp., entretanto, devido a competição com populações nativas, a resposta desta prática não tem sido muito pronunciada (LOPES et al., 1972; LOPES et al., 1974; LOPES et al., 1976; NOVO et al., 1990). A nodulação pode ser afetada por alguns herbicidas, tanto em pré como em pós-emergência, porém não refletindo em redução na produção (NOVO et al., 1990; NOVO et al., 1991; NOVO et al., 1998). Durante o estágio reprodutivo, o nitrogênio é continuamente mobilizado das folhas para os frutos, podendo surgir sintomas de deficiência em algumas situações, razão pela qual, em alguns países recomenda-se a adubação nitrogenada para o amendoim (GASCHO & DAVIS, 1995).

Comparando a inoculação de estirpes eficientes com a aplicação no sulco de semeadura e em cobertura, com 30 kg.ha⁻¹ de N na forma de uréia, GIARDINI et al. (1985), concluíram que a inoculação e a adubação aos 45 dias, proporcionaram aumentos de 15% e 20% na produção de vagens. Atualmente, não se recomenda aplicar nitrogênio, todavia quando o pH não estiver na faixa adequada (entre 5,9 e 6,3) para fixação biológica ou quando for realizada a primeira semeadura de amendoim na área, preconiza-se aplicar entre 10 e 16 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (QUAGGIO & GODOY, 1997).

Pelo contexto até aqui revisado, nota-se que mesmo os aspectos básicos de nutrição do amendoim estão defasados pelo menos em 15 anos. Com relação ao estudo da extração de nutrientes em diferentes sistemas de manejo, não são encontrados na literatura resultados de pesquisa com amendoim para nossas condições. Para as condições australianas, THIAGALINGAM et al. (1991), verificaram que o teor de nitrogênio nas folhas do amendoim, por ocasião do florescimento, foram significativamente maiores no plantio direto (4,01%) que no convencional (3,85%), resultado que atribuem à melhor nodulação, qual é favorecida em sistemas conservacionistas.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características edafoclimáticas dos locais de condução dos experimentos

A presente pesquisa compreendeu a instalação de experimentos em campo nas condições edafoclimáticas de Ribeirão Preto-SP, Pindorama-SP e Mirassol-SP, além de análises e determinações realizadas em laboratório. Desde o ano agrícola 1999/2000 até 2004/05, foram instalados 14 experimentos em campo, dos quais foram aproveitados resultados de 12 ensaios. Destes, 7 foram conduzidos em renovação de canaviais e 5 em áreas de pastagem. Não foram aproveitados resultados de produção de dois experimentos conduzidos em pastagem de Ribeirão Preto.

No município de Ribeirão Preto-SP, foram instalados 6 experimentos sobre palhada de cana crua e 5 sobre pastagem. Os mesmos foram conduzidos nas dependências da antiga Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, atualmente denominada APTA Regional Centro Leste, situada a 21° 11' S e 47° 93' W. Conforme classificação de Köppen, o clima é de transição Aw para Cwa. A área está localizada a 646 m de altitude e apresenta pluviosidade média anual de 1427 mm e média das temperaturas máximas de 25 ° C e das mínimas de 19 ° C. O solo da Estação Experimental de Ribeirão Preto está classificado (OLIVEIRA & MONIZ, 1975) e denominado atualmente, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), como LATOSSOLO Vermelho eutrófico, textura argilosa.

Em Pindorama-SP, foram instalados 2 experimentos, sendo 1 em condição de canavial e 1 sobre pastagem, ambos localizados na antiga Estação Experimental do IAC, hoje denominada como APTA Regional Centro Norte, a qual está situada a 48° 55' W e 21° 13' S. Posicionada a 594 m de altitude, o clima segundo classificação de Köppen é do tipo Aw, a pluviosidade média anual é de 1258 mm e as médias das temperaturas máximas atingidas é de 25 °C e das mínimas de 19,3 °C. O levantamento

detalhado dos solos da unidade (LEPSCH & VALADARES, 1976), indica que os ensaios foram instalados sobre ARGISSOLO Vermelho-Amarelo, eutrófico, textura arenosa, abrúptico (EMBRAPA, 1999). Em Mirassol-SP, o ensaio foi instalado em pastagem da antiga Estação Experimental do Instituto de Zootecnia, atualmente Unidade de Pesquisa ligada à APTA Regional Centro Norte. Embora não haja levantamento pedológico detalhado neste local, pode-se admitir em função do relevo e do gradiente textural acentuado no horizonte B, que se trata de um ARGISSOLO.

Foram utilizados canaviais destinados à multiplicação de clones ou variedades de cana-de-açúcar, presentes nas Estações Experimentais de Ribeirão Preto e Pindorama. Em razão da possibilidade de realização de colheita sem queima prévia, em Ribeirão Preto desde 1994, todos os canaviais experimentais destinados à reforma, apresentam razoável quantidade de palhiço sobre a superfície do solo. Entretanto, como em Pindorama, a colheita foi manual, precisou-se simular a distribuição do palhiço, através da passagem de roçadora após a rebrota da soqueira em área. Todos os canaviais renovados apresentavam histórico de pelo menos 5 cortes.

As áreas de pastagem de Ribeirão Preto estão localizadas em uma mesma gleba, a qual por ocasião da instalação do primeiro experimento, encontrava-se sem distúrbio por 25 anos e composta por mistura de forrageiras, com predomínio de *Brachiaria decumbens* e manchas isoladas de *Brachiaria humidicola*. Em razão da limitação de área para expandir os ensaios em Ribeirão Preto, houve necessidade de instalar na mesma gleba o experimento conduzido em 2004-05, aproveitando-se a re-infestação proporcionada pelo banco de sementes de forrageira, presente nas parcelas do sistema plantio direto. Em Pindorama, a pastagem destinada ao experimento apresentava-se bastante infestada por grama batatais e encontrava-se em exploração e sem revolvimento por mais de 15 anos. A pastagem de Mirassol estava composta da mistura de *Brachiaria* spp., ocupada com pastagem nos últimos 18 anos. Antes da instalação dos tratamentos de manejo, em todos os experimentos, procedeu-se a quantificação dos resíduos presentes sobre a superfície do solo, retirando-se 20 amostras de 0,25 m² para posterior secagem e pesagem. Os valores de matéria seca estimada dos resíduos, encontram-se na Tabela 1.

As características químicas da fertilidade do solo avaliadas antes da instalação dos experimentos encontram-se nas Tabelas 2 e 3., respectivamente às áreas de condução sobre cana crua e pastagem. Amostras para análises granulométrica foram realizadas em três glebas com cana crua e nas pastagens de Ribeirão Preto e Mirassol, cujos resultados encontram-se na Tabela 4. Deve-se ressaltar que os canaviais na Estação Experimental de Ribeirão Preto, encontram-se em glebas contíguas, portanto com características edáficas muito semelhantes, que permitem admitir que se trata de uma mesma classe de solo.

Tabela 1. Estimativa da quantidade de matéria seca dos resíduos presentes na superfície do solo, nas áreas com cana crua e pastagem, em Ribeirão Preto (SP), Pindorama (SP) e Mirassol (SP), por ocasião da instalação dos sistemas de manejo de solo. Média de 20 pontos.

Anos	Ribeirão Preto		Pindorama		Mirassol
	Cana Crua	Pastagem	Cana Crua	Pastagem	Pastagem
-----Matéria Seca – t.ha ⁻¹ -----					
99/00	9,3	-----	-----	-----	-----
00/01	8,7	5,5	6,3	-----	-----
01/02	9,5	8,0	-----	-----	-----
02/03	10,6	7,3	-----	-----	-----
03/04	17,0	6,0	-----	4,5	-----
04/05	11,0	4,8	-----	-----	4,5

Tabela 2. Características químicas do solo das áreas dos experimentos conduzidos sobre cana crua, em Ribeirão Preto (SP) e Pindorama (SP), nas camadas de 0-20 e 20-40 cm.

40 cm.												
Locais	Anos	Prof. cm	pH CaCl ₂	M.O. g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	S.B.	CTC	V
-----mmol _c .dm ⁻³ ----- %												
Ribeirão Preto	99/00	0-20	4,7	28	20	1,2	15	4,3	54	20,2	74,3	27
	00/01	0-20	4,6	29	38	0,9	14	3,6	63	18,4	81,8	23
		20-40	5,0	24	24	0,6	19	3,0	44	24,0	67,0	35
	01/02	0-20	5,1	25	18	1,1	25	10,0	39	36,1	75,1	48
		20-40	5,3	22	16	0,6	24	9,0	38	33,6	71,6	47
	02/03	0-20	5,0	32	41	2,9	24	8,0	42	34,9	77,2	45
		20-40	4,8	25	21	2,1	17	5,0	47	24,1	71,1	34
	03/04	0-20	5,2	32	28	0,8	26	16,0	38	42,8	80,9	53
		20-40	4,9	22	19	0,2	15	6,0	38	21,2	59,3	36
	04/05	0-20	5,0	31	36	1,3	27	7,0	48	35,3	83,6	42
		20-40	5,3	24	31	0,2	26	6,0	37	31,7	68,9	46
Pindorama	03/04	0-20	4,9	7	6	2,7	9	2,0	18	13,7	31,9	43
		20-40	4,9	7	3	3,6	12	2,0	18	17,6	35,8	49

Tabela 3. Características químicas do solo das áreas dos experimentos conduzidos sobre pastagem, em Ribeirão Preto (SP), Pindorama (SP) e Mirassol (SP), na profundidade de 0-20 cm e 20 – 40cm.

Locais	Anos	Prof. cm	pH CaCl ₂	M.O. g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	K -----mmol _c .dm ⁻³ -----	Ca	Mg	H+Al	S.B.	CTC	V %
Ribeirão Preto	00/01	0-20	4,5	28	10	0,6	16	5	49	21,6	72,6	30
		20-40	4,7	27	13	0,4	15	4	50	19,4	71,4	27
	03/04	0-20	5,1	32	17	1,5	22	12	34	35,5	69,8	51
		20-40	4,8	21	6	0,6	14	3	42	17,6	59,9	29
Pindorama	03/04	0-20	4,7	11	6	1,4	10	3	20	15,1	35,4	43
		20-40	4,8	9	4	1,2	10	4	18	15,5	34,4	45
Mirassol	04/05	0-20	5,4	10	11	2,4	15	7	13	24,0	37,0	65
		20-40	5,4	7	4	2,6	14	7	14	23,0	37,0	63

Tabela 4. Análise granulométrica do solo das áreas com cana crua e pastagem, em Ribeirão Preto (SP) e Mirassol (SP), na profundidade de 0-20 cm e 20 – 40cm.

Locais	Área	Prof. cm	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Argila	Silte	Classe Textural
			-----g.kg ⁻¹ -----		de solo-----			
Ribeirão Preto	Cana Crua 2000 a 2002	0-20	111,4	27,1	84,3	565,9	322,8	Argilosa
	Cana Crua 2003/2004	0-20	90,3	24,4	65,9	554,4	355,3	Argilosa
		20-40	110,6	21,8	88,8	628,1	261,3	Muito argilosa
	Cana Crua 2004/05	0-20	140,0	----	----	670,0	190,0	Muito Argilosa
		20-40	120,0	----	----	690,0	190,0	Muito Argilosa
	Pastagem 2003/04	0-20	149,0	48,4	100,6	572,7	270,3	Argilosa
		20-40	130,8	39,4	91,4	650,3	216,0	Muito Argilosa
Mirassol	Pastagem	0-20	844	235	610	86	70	Arenosa
		20-40	821	234	586	121	59	Arenosa

Os dados microclimatológicos referentes aos períodos de condução dos ensaios foram coletados em estações automatizadas e encontram-se nas Figuras 1 a 9. Para o ensaio conduzido em Mirassol, foram considerados dados obtidos em posto climatológico do aeroporto de São José do Rio Preto, o qual esta localizado próximo à Estação Experimental de Zootecnia de Mirassol. Para cada mês considerado, foram comparados os valores de evapotranspiração potencial e pluviosidade acumulada, nos diferentes locais de condução.

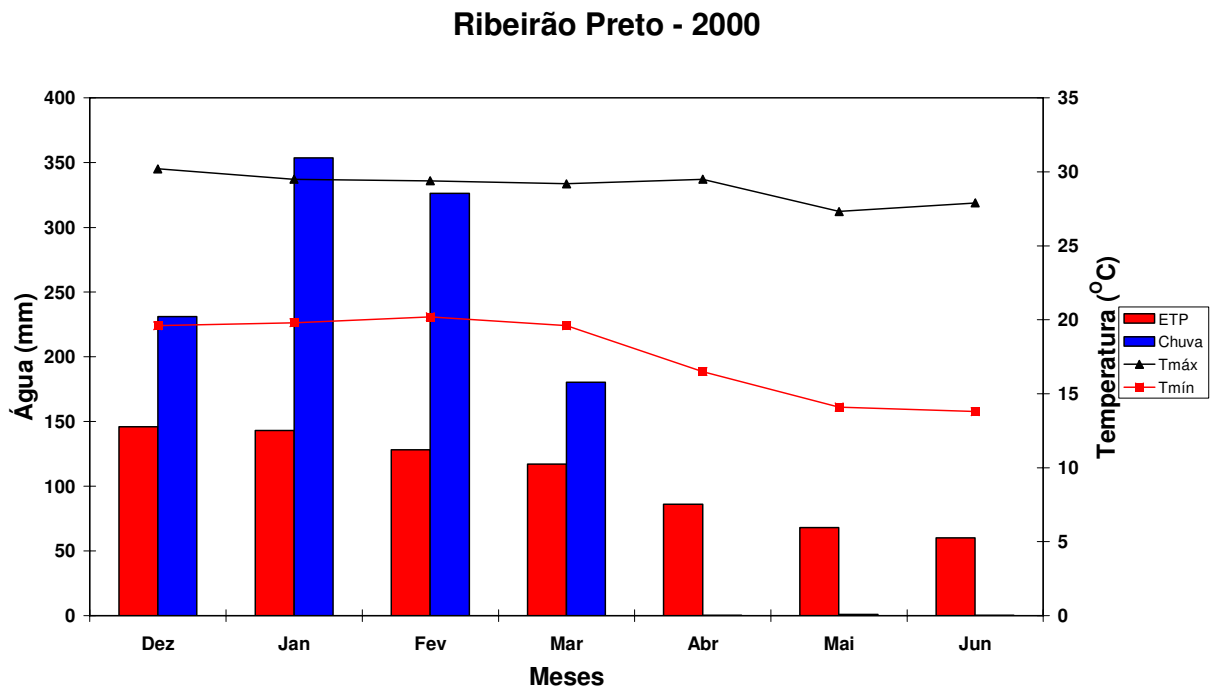


Figura 1. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 1999/2000.

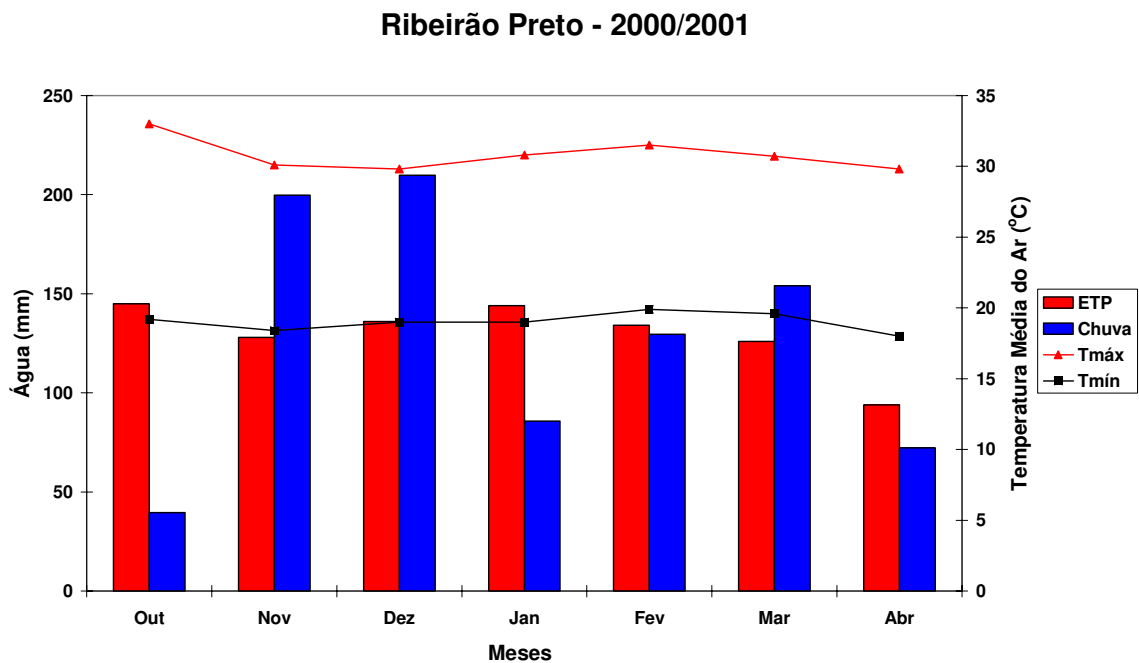


Figura 2. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2000/2001.

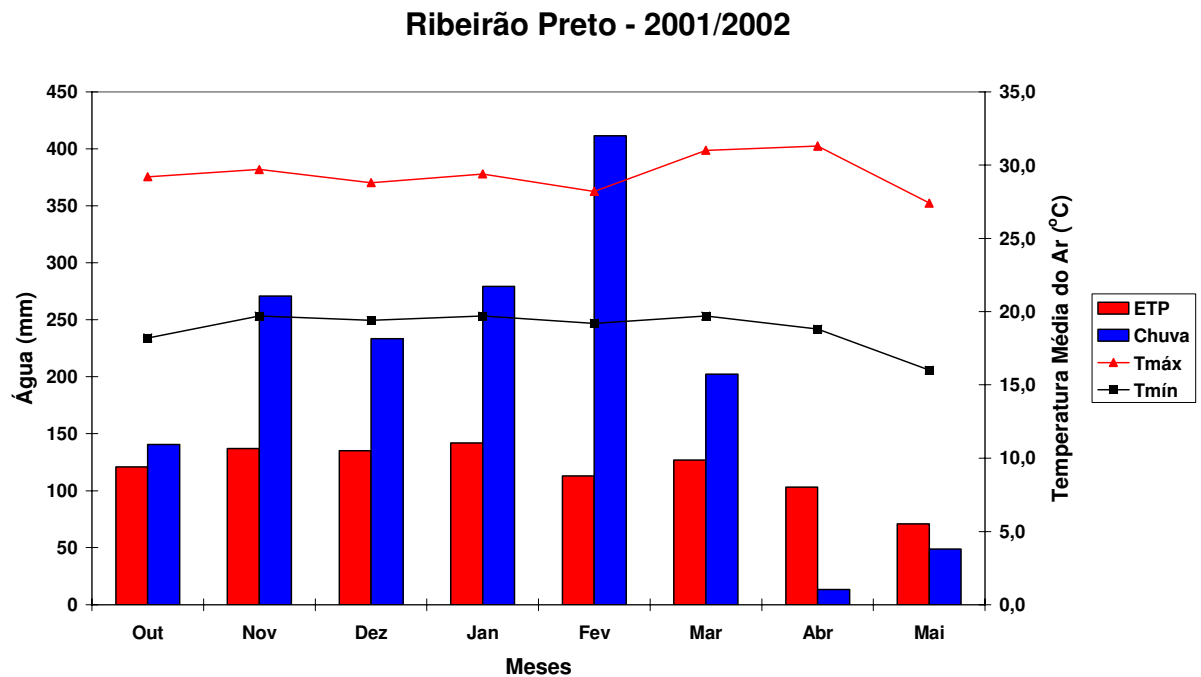


Figura 3. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2001/2002.

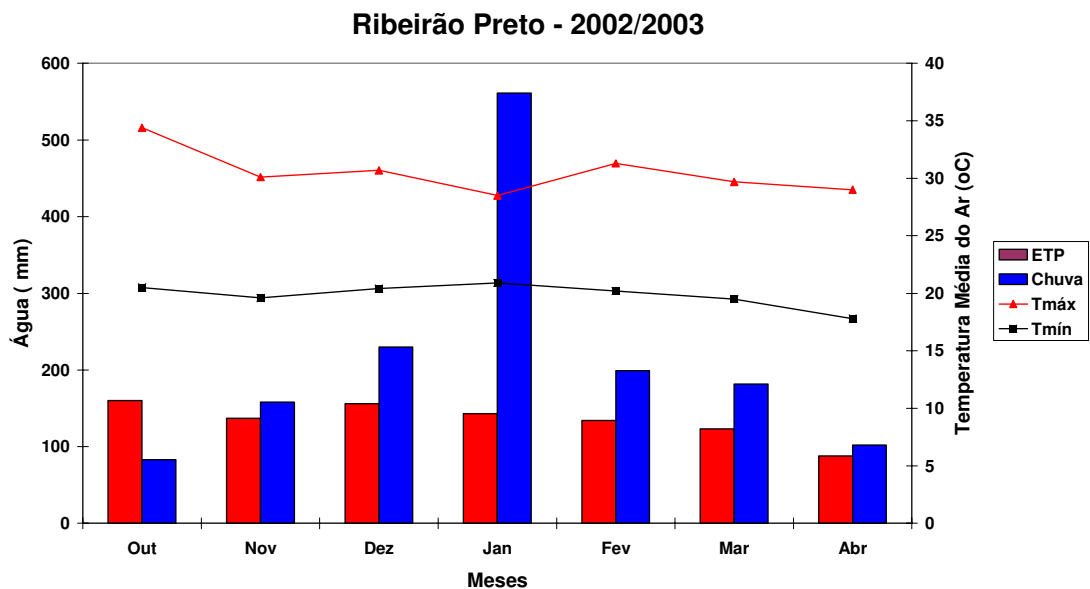


Figura 4. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2002/2003.

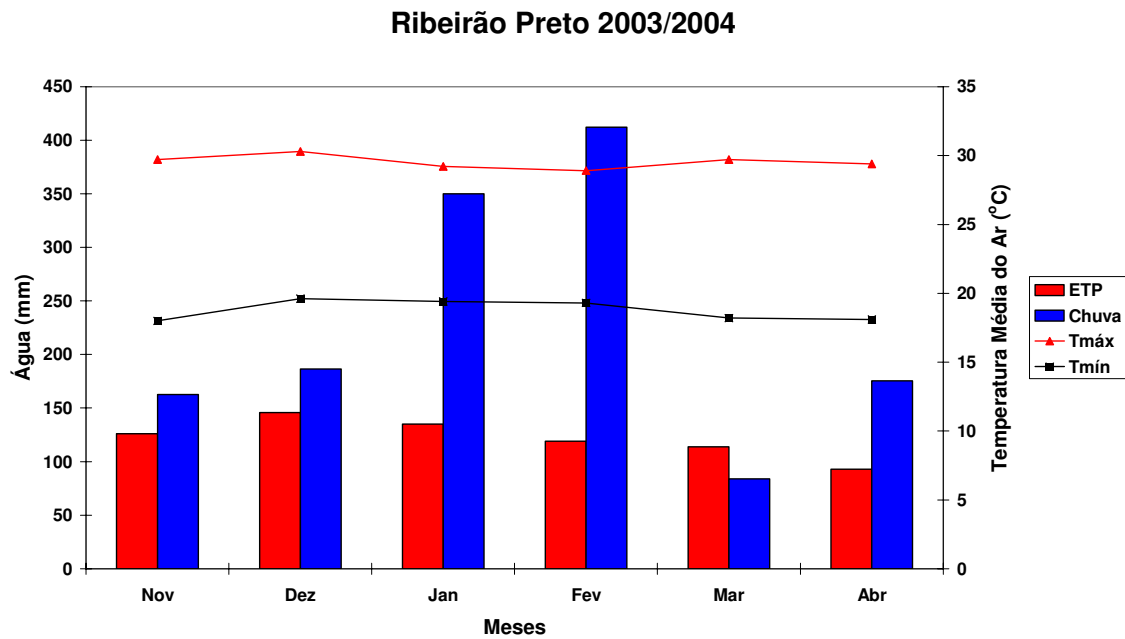


Figura 5. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2003/2004.

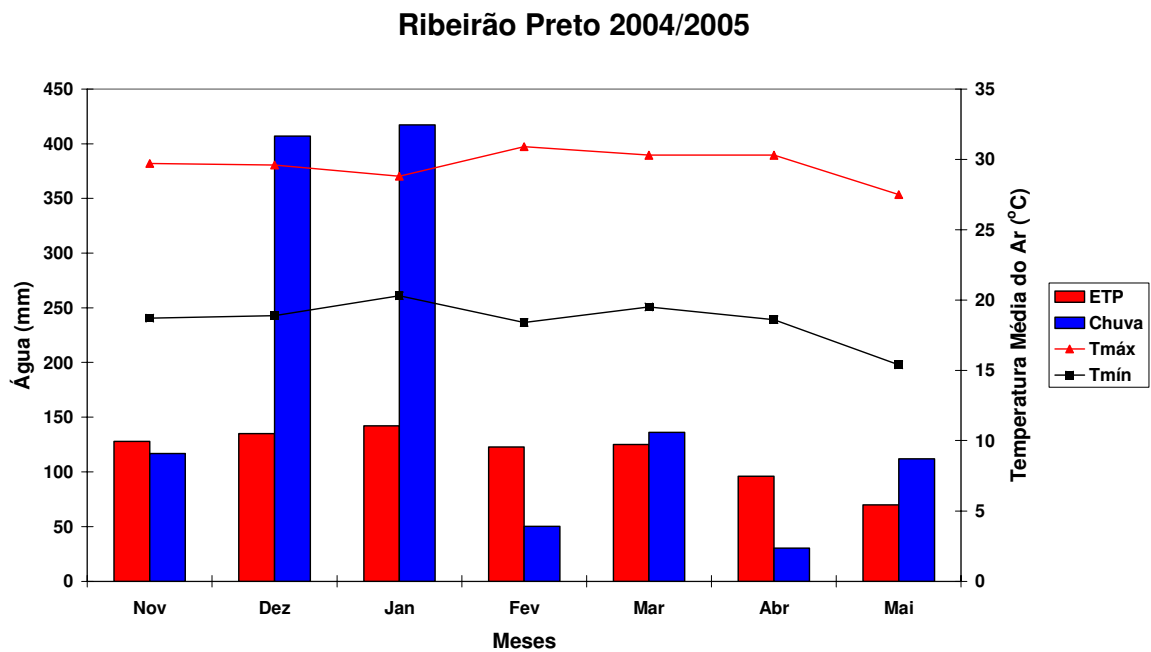


Figura 5. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/2005.

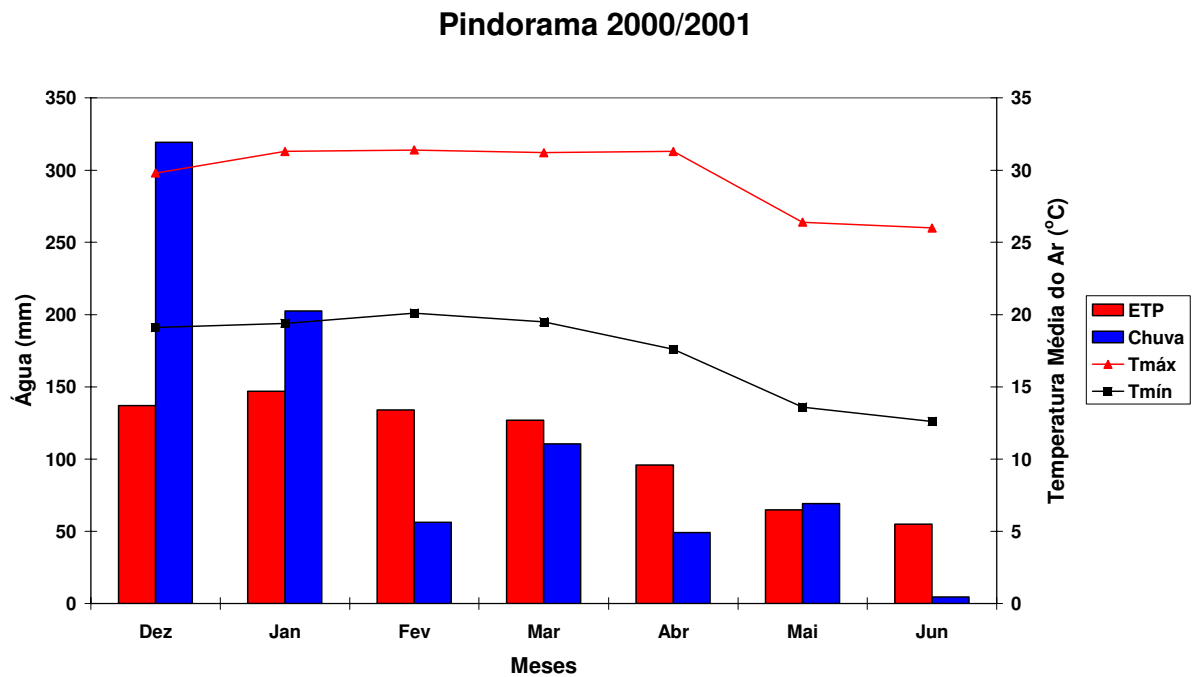


Figura 6. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Pindorama-SP, no ano agrícola 2000/2001.

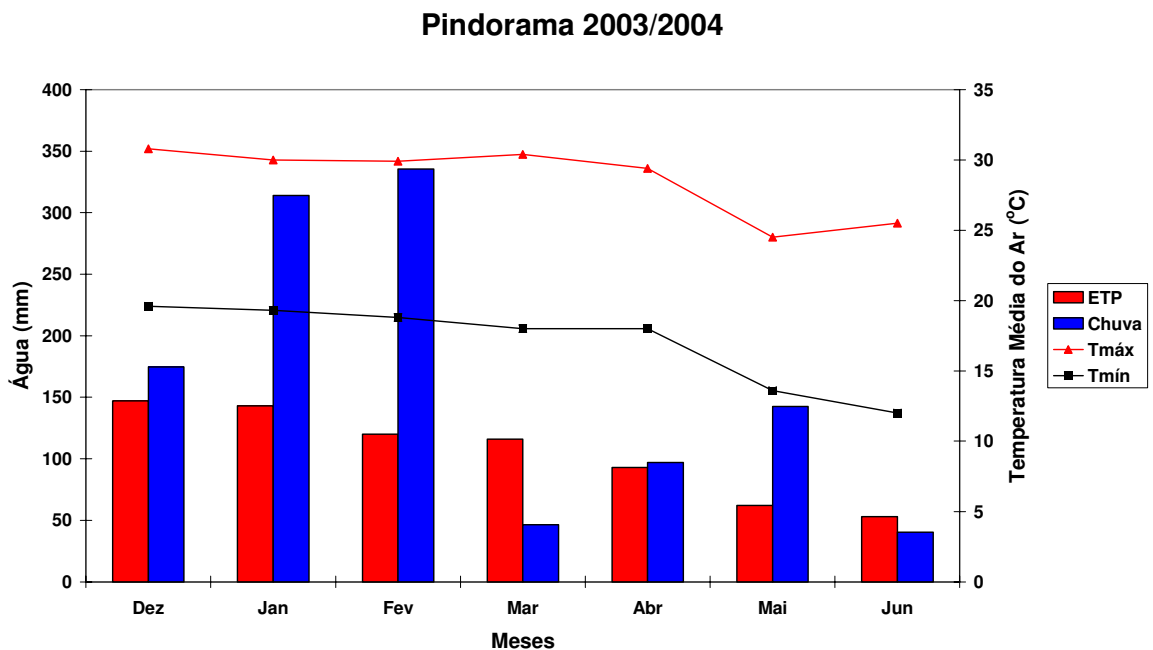


Figura 7. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Pindorama-SP, no ano agrícola 2003/2004.

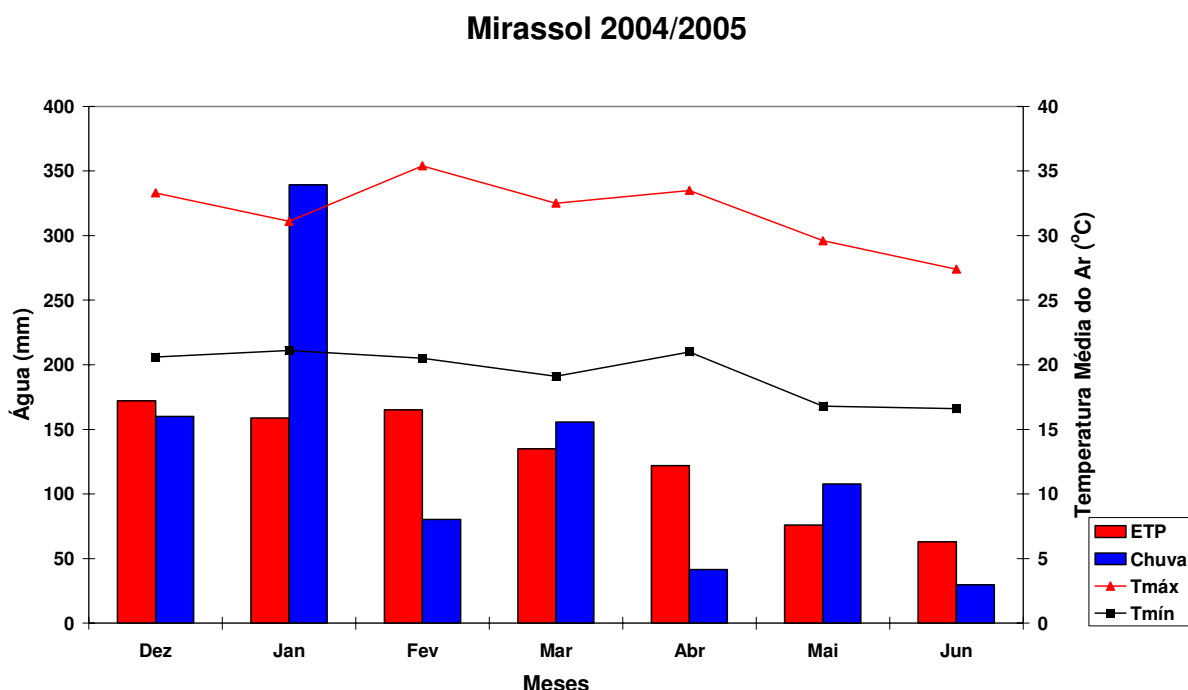


Figura 8. Evapotranspiração potencial (mm), chuva acumulada mensal (mm) e temperaturas máximas e mínimas médias mensais para Mirassol-SP, no ano agrícola 2004/2005.

3.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental comum a todos os experimentos foi blocos casualizados com tratamentos arranjados em esquema de parcelas sub-divididas, com 4 repetições. Nestes experimentos, os tratamentos principais foram os sistemas de manejo do solo e os tratamentos secundários, foram as duas cultivares de amendoim com hábitos de crescimento contrastantes, sendo uma de porte ereto e outra rasteira.

O sistema plantio direto consistiu-se da semeadura sobre palhada de cana crua e de pastagem conforme cada experimento. Após a colheita, esperou-se cerca de 45 dias para se realizar a aplicação do herbicida glifosate, na dose de 2.400 g.ha^{-1} de i.a. e volume de calda de 400 L.ha^{-1} , com a finalidade de destruir quimicamente as brotações da soqueira de cana-de-açúcar. Em alguns dos anos houve necessidade de reaplicar o glifosate, pois é de conhecimento na literatura que existem diferenças varietais quanto à susceptibilidade a este herbicida (SILVA et al.,2006). Em todos os experimentos, o

primeiro procedimento compreendeu a aplicação do herbicida em área total e posteriormente a demarcação, conforme sorteio das parcelas do manejo de solo.

O sistema de manejo convencional do solo, compreendeu uma gradagem intermediária, visando destruição dos restos culturais, seguido de aração com arado de aivecas, além de gradagens niveladoras. O sistema denominado cultivo mínimo consistiu de uma passada de arado escarificador com 7 hastes e rolo destorroador (modelo AST/MATIC 450[®], marca Tatu-Marchesan). Este implemento (Figura 9) pode trabalhar até 45 cm de profundidade e permite através do rolo nivelar razoavelmente o terreno. Neste sistema de manejo, procurou-se revolver de maneira intermediária o solo, a fim de manter pelo menos 50% dos resíduos e que 30% ou menos da superfície seja preparada, conforme preconiza a ASAE (1990). O contraste quanto ao nível de revolvimento dos resíduos nos diferentes sistemas de manejo, podem ser visualizados nas Figuras 10.

As duas cultivares utilizadas foram desenvolvidas no Instituto Agrônomo de Campinas. Como cultivar de porte ereto, utilizou-se a IAC-Tatu ST, material que apresenta ciclo de 90 a 110 dias e película vermelha. A denominação ST refere-se a seleção das sementes por tamanho, portanto compreende um material genético com potencial significativamente mais produtivo que a conhecida Tatu Comum. Como cultivar de porte rasteiro utilizou-se a IAC-Caiapó, caracterizada por ter hábito de crescimento prostrado (rasteiro), ciclo entre 130 e 135 dias e película clara. Embora o ciclo seja incompatível com o período de reforma de canaviais, esta cultivar foi mantida em todos os ensaios, a fim de obter informações mais conclusivas sobre a interação manejo e característica da cultivar. Deve-se salientar que no início da pesquisa, não havia sido lançada oficialmente a cultivar do tipo *runner* IAC-886, a qual predomina atualmente nos cultivos comerciais. Este material (IAC-Caiapó) merece destaque quanto à sua tolerância e/ou resistência múltipla às principais doenças que ocorrem na cultura do amendoim, portanto permite redução no uso de fungicidas.

As parcelas dos tratamentos principais apresentaram as seguintes dimensões; 30 metros de comprimento por 15 metros de largura, totalizando 5.400 m² de área, que acrescida dos carregadores (10 metros entre blocos) destinados às manobras de

máquinas, cada experimento utilizou cerca de 1,0 ha. Cada parcela foi dividida em duas sub-parcelas com dimensões de 7,5 x 30 m, como pode ser visto na Figura 11. Foram consideradas as quatro linhas centrais como área útil para as amostragens. Devido às diferenças de porte, as cultivares apresentam recomendações específicas para espaçamento e densidade de semeadura, as quais foram adotadas. Utilizou-se em todos os ensaios 0,6 m de espaçamento entre linhas e 20 sementes por metro para IAC-Tatu ST e 0,90 m com 13 sementes por metro para IAC-Caiapó. Por conseguinte, para IAC-Tatu ST as parcelas foram compostas de 10 linhas e para IAC-Caiapó foi possível semear 8 linhas. Considerou-se as duas linhas laterais como bordadura.



Figura 9. Implemento utilizado no manejo cultivo mínimo, arado subsolador AST/MATIC 450®, modelo Tatu-Marchesan (direita). Vista da parcela em cultivo mínimo após passagem do implemento sobre pastagem (esquerda). Ribeirão Preto, 2002

3.3. Instalação e condução dos experimentos

Todos os 16 experimentos de campo foram instalados (2 perdidos) com equipamentos utilizados em produções comerciais, desde os implementos de preparo e semeadoras até pulverizadores. Em Ribeirão Preto, para condição de palha de cana crua, a semeadura (Figura 12) foi efetuada com semeadora modelo Exacta® 2900, de marca Jumil, a qual apresenta disco corta palha, sistema pneumático na distribuição das sementes e discos desencontrados para posicionamento do fertilizante. Para ambiente de pastagem, em alguns dos anos, foi utilizada semeadora marca Tatu-Marchesan modelo PST-2, a qual apresenta disco corta palha, sistema de disco

horizontal para distribuição das sementes e haste escarificadora na distribuição do adubo. Embora não seja de precisão este modelo de semeadora foi imprescindível para instalação em pastagem, pois a haste escarificadora permite romper (até 10 cm) a camada adensada, proporcionada pelo pisoteio dos animais.



Figura 10. Fotos indicando o contraste de revolvimento sobre área de cana crua. Plantio direto (superior esquerdo, inferior direito), mínimo (inferior esquerdo), convencional (superior direito). Ribeirão Preto 2003/04.

Em Pindorama e Mirassol, tanto em condição de palhada de cana quanto sobre pastagem, foi utilizada semeadora marca Jumil modelo Exacta 2600[®], que também apresenta sistema pneumático para distribuição das sementes. Como nestes locais o solo apresenta textura arenosa, não foi necessário utilizar hastes escarificadora na distribuição do fertilizante. As datas de semeadura, emergência e colheita das cultivares, nos diversos locais e anos de condução encontram-se nas Tabelas 5 e 6. Na maioria dos anos, procurou-se semear quando a distribuição das chuvas se regularizava, conforme a época predominante na região. Entretanto, alguns experimentos foram

instalados em época extemporânea. Considerou-se como data de emergência, quando mais de 50% das plântulas eram visíveis ao longo da linha, para a maioria das parcelas.

Em todos os anos foram utilizadas sementes de origem conhecida, adquiridas junto ao IAC, Cooperativas da região (COPLANA e COPERCAN) ou através da empresa CAP, situada em Dumont-SP. Normalmente as sementes já eram adquiridas com tratamento a base de fungicidas, quando não, fazia-se o tratamento com Thiram (250 mL por 100 kg de sementes). Nos últimos anos, também foi realizado tratamento com o inseticida sistêmico thiamethoxan (Cruiser[®], 100 gr.100kg⁻¹ de sementes), a fim de proteger contra ataque de sugadores, especialmente tripses, na fase inicial da cultura.

As áreas não receberam aplicação de calcário e as adubações foram efetuadas para atingir produtividades de 3 mil kg.ha⁻¹, de acordo QUAGGIO & GODOY (1997). Em todos os ensaios foram fornecidos 24 kg.ha⁻¹ de N, 84 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg.ha⁻¹ de K₂O, através da fórmula 8-28-16, sem uso de inoculantes e micronutrientes. O controle das plantas daninhas foi efetuado com herbicidas pré-emergentes, principalmente através da combinação de trifluralina (2,4 L.ha⁻¹ em solo argiloso) e alaclor (7,0 L.ha⁻¹), visando respectivamente redução das infestações de gramíneas e folhas larga. Porém, principalmente em condição de pastagem, foram necessárias aplicações de herbicidas em pós-emergência, tais como fusilade e bentazon, além de capinas manuais. Mais recentemente, com a popularização do uso do imazapic na cultura do amendoim, utilizou-se em pós-emergência, freqüentemente com a metade da dose recomendada (140 gramas.ha⁻¹ do i.a.). No controle de pragas, as pulverizações foram realizadas por calendário, utilizando-se os princípios ativos, monocrotophos e metamidophós, visando controle de tripses (*Enneothrips flavens*) após 40 dias da emergência e cipermetrina (2 a 3 aplicações) para controle de lagarta do pescoço vermelho (*Stegasta bosquella*). Quanto ao controle de doenças, procurou-se empregar produtos baseados na mistura de estrubirulina e triazóis intercalado com clorotalonil para controle de manchas foliares (*Cercospora arachidicola* e *Cercosporidium personatum*) e difenoconazole visando controle de verrugose (*Sphaceloma arachidis*). Convém salientar, que em razão do ciclo da cultivar IAC-Caiapó ser maior, em média foram efetuadas cerca de 2 aplicações a mais de fungicida.



Figura 11. Vista frontal de uma parcela de manejo (na foto plantio direto) e as duas sub-parcelas, IAC-Tatu ST (esquerda) e IAC-Caiapó (direita). Ribeirão Preto, 2003.



Figura 12. Semeadora utilizadas na instalação dos experimentos, em cana crua (foto da direita, ano 2002) e pastagem (foto da esquerda, ano 2004), para as condições de Ribeirão Preto/SP.

Tabela 5. Datas da semeadura, emergência e colheita dos cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre palhada de cana crua, em Ribeirão Preto/SP e Pindorama/SP.

Eventos	Ribeirão Preto					Pindorama	
	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	00/01
Semeadura	18/01/00	28/11/00	20/12/01	12/11/02	02/12/03	01/12/04	12/01/01
Emergência	25/01/00	05/12/00	26/12/01	19/11/02	09/12/03	10/12/04	18/01/01
Colheita IAC-Tatu ST	26/05/00	16/03/01	17/05/02	21/02/03	18/03/04	08/03/05	28/04/01
Colheita IAC-Caiapó	26/06/00	17/04/01	13/05/02	25/03/03	20/04/04	25/04/05	18/06/01

Tabela 6. Datas de semeadura, emergência e colheita das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo em renovação de pastagem, nas localidades de Ribeirão Preto/SP, Pindorama/SP e Mirassol/SP.

Eventos	Ribeirão Preto					Pindorama	Mirassol
	00/01	01/02*	02/03*	03/04	04/05	03/04	04/05
Semeadura	19/12/00	05/01/02	07/02/03	03/12/03	01/12/04	16/01/04	14/01/05
Emergência	26/12/00	14/01/02	14/02/03	08/12/03	13/12/04	26/01/04	24/01/05
Colheita IAC-Tatu ST	04/04/01	24/04/02	15/06/03	16/03/04	9/03/05	03/05/04	27/04/05
Colheita IAC-Caiapó	10/05/01	26/06/02	08/07/03	19/04/04	27/04/05	31/05/04	31/05/05

(*) Experimentos foram colhidos, porém não foram considerados os dados de produção.

3.4. Características avaliadas

3.4.1. Avaliação das Características Agronômicas

3.4.1.1. Massa seca da parte vegetativa.

Foram realizadas amostragens quinzenais, dos 15 aos 90 dias IAC-Tatu e IAC-Caiapó, amostrando-se 20 plantas, em todos os experimentos de Ribeirão Preto. Porém são apresentados os referentes ao ano 2000/01 em cana crua e pastagem. Antes de serem submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar quente (60-65°C), as folhas e ramas foram separadas das raízes, “pegs” e vagens, os quais foram acondicionados e secados separadamente.

3.4.1.2. Número de estruturas reprodutivas.

Na amostragens realizadas a partir dos 45 DAE, foram quantificadas as estruturas reprodutivas (vagens e “pegs”) das 20 plantas amostradas. Considerou-se como “pegs”, todos os esporões emitidos que chegaram a penetrar no solo e as vagens muito pequenas que não chegaram a desenvolver grãos. São apresentadas quantificações efetuadas aos 90 DAE (IAC-Tatu ST) e 120 DAE (IAC-Caiapó) somente nos ensaios sobre cana crua, conduzidos em Ribeirão Preto.

3.4.1.3. Estande final de plantas.

Por ocasião da colheita de cada um dos cultivares, foram realizadas as contagens do número de plantas por sub-parcela. Foram consideradas todas as plantas com produção presentes em 4 linhas de 5 metros de comprimento, amostradas em três pontos dentro de cada sub-parcela.

3.4.1.4. Produção de Vagens e Grãos.

Quando mais de 70% das vagens atingiram ponto de maturidade fisiológica, foi efetuado o arranquio manual e posterior retirada das vagens de todas as plantas arrancadas em três pontos de colheita em cada sub-parcela, os quais compreenderam 4 linhas de 5 m de comprimento. Após secagem ao sol, as vagens foram pesadas e posteriormente submetidas ao descascamento mecânico. Os grãos provenientes da operação de descascamento, foram expostos ao sol para secagem até atingirem menos e 10 % de umidade (mínimo para armazenamento) e pesadas. Os resultados obtidos foram expressos em kg.ha⁻¹.

3.4.1.5. Índice de rendimento de grãos.

Com os resultados obtidos no item 3.4.1.4., obteve-se o índice de rendimento de grãos através da seguinte expressão $IRG(\%) = \text{massa de grãos} / \text{massa de vagens} * 100$.

3.4.1.6. Análise da qualidade das sementes

Foram coletadas amostras de vagens em parcelas da cultivar IAC-Tatu ST, nos dois ensaios (palha de cana crua e pastagem) conduzidos em Ribeirão Preto no ano agrícola 2003/2004. Para não sofrer influência do armazenamento, após breve período de secagem em terreiro, as amostras foram encaminhadas para câmara fria do Laboratório de Análises de Sementes do Instituto Agronômico de Campinas, para posterior determinação do grau de umidade, germinação, primeira contagem de germinação, pureza física, classificação por peneiras (<18, 18, 20, 22, 24) e % de sementes chochas. A determinação do grau de umidade foi realizada em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, utilizando aproximadamente 30 gramas de sementes. Para germinação foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes (tratadas com fungicida Mayran[®]) por tratamento e colocadas para germinar a $20-30^\circ\text{C}$. As contagens foram realizadas com 3, 4 e 10 dias (final). Como teste de vigor, considerou-se a primeira contagem de germinação, retirando-se as plântulas normais com radícula de 3 cm de comprimento (no mínimo) aos 3 dias após a semeadura.

3.4.1.7. Avaliação do Sistema Radicular do Amendoim

Nos ensaios conduzidos sobre palhada de cana crua em Ribeirão Preto no ano 2001/02, foi realizada avaliação do sistema radicular das cultivares de amendoim, aos 75 dias após a emergência, através do método do trado, conforme FUJIWARA et al. (1994). As amostras foram retiradas à cerca de 10 cm da linha em sete profundidades (a cada 10 cm). Foram amostrados dois pontos em cada sub-parcela. As amostras após lavagem com solução de álcool e água, separou-se o material para à secagem, limpeza e pesagem em balança com precisão de 0.1 mg.

3.5. Avaliação dos atributos microbiológicos do solo

No experimento conduzido em Ribeirão Preto no ano 2002/03, em condição de palhada de cana crua, foram retiradas amostras de solo nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm, por ocasião do florescimento pleno das cultivares (em torno de 60 dias). As amostras foram retiradas em três pontos por sub-parcela e após homogeneização foram conservadas em geladeira e encaminhadas para o Laboratório de Fermentação da Faculdade de Farmácia da USP, em Ribeirão Preto/SP, para quantificação da população microbiana cultivável em condições aeróbicas. A determinação foi feita a partir de suspensões de 5 g de solo em 5 mL de H₂O estéril e plaqueamento em meio YPGlicose (0,1%). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC), conforme UETA et al. (1999).

No ensaio conduzido em Ribeirão Preto, no ano 2003/04 em condição de pastagem, foram retiradas amostras aos 60 dias após a emergência, na linha de semeadura, em duplicata nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-40 cm. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia do Solo do Centro de Solos e Recursos Agroambientais do IAC, em Campinas, para determinação do carbono da biomassa microbiana, avaliado pelo método da fumigação-extração, de acordo com VANCE et al. (1987).

3.5.1. Número e Massa seca dos Nódulos

Para os experimentos conduzidos em Ribeirão Preto nos anos 2000/01, 2001/2002, 2002/03 e 2003/04, tanto em cana crua quanto em pastagem, foram realizadas avaliações quinzenais (de 15 DAE até 105 DAE) da quantificação de nódulos, aproveitando-se as amostras de plantas coletadas conforme item 3.4.1.1. Após duas lavagens (campo e laboratório) das plantas amostradas, os nódulos foram destacados, contados e colocados em estufa de circulação forçada de ar próximo de 60 °C, até massa constante para pesagem. São apresentados resultados do ano 2000/01 em cana e 2001/02 em pastagem.

3.6. Avaliação dos atributos físicos do solo

Para os experimentos conduzidos em Ribeirão Preto, nos anos 2003/04 e 2004/05 em condição de cana crua e 2003/04 e 2004/05 sobre pastagem, bem como para os experimentos conduzidos sobre pastagem em Pindorama e Mirassol, foram coletadas

amostras indeformadas de solo, em triplicata, com anéis volumétricos (5 cm de altura e 100 cm³ de volume), nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm, após colheita das cultivares. Padronizou-se retirar as amostras a uma distância aproximada de 15 cm a partir da linha de semeadura. No ano 2002/03 e 2003/04 as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Qualidade do Solo do CNPMA-EMBRAPA, em Jaguariúna/SP, sendo analisadas conforme os procedimentos apresentados em EMBRAPA (1997). No ano 2004/05, as amostras retiradas nos ensaios de Ribeirão Preto (cana crua e pastagem) e Mirassol (pastagem), foram encaminhadas para Laboratório do Centro de Solos e Recursos Agroambientais do Instituto Agronômico de Campinas e analisadas conforme CAMARGO et al. (1986). Em todas as amostras foram determinados os seguintes atributos; densidade do solo, microporosidade, macroporosidade, porosidade total e retenção de água na capacidade de campo.

3.7. Conteúdo Volumétrico (%) de Água no Solo – Técnica do TDR (“time domain reflectometry”)

Utilizando equipamento TDR (modelo HydrosenseTM, fabricado pela Campbell Scientific, Austrália), composto de dois pares de “probes”, quantificou-se o conteúdo de umidade em base de volume, através de leituras realizadas em três pontos de cada sub-parcela, em diferentes fases do desenvolvimento da cultura (15, 30, 75, 90 dias após a emergência), na linha de semeadura e na entrelinha das cultivares e nas profundidades de 0-12 e 0-20 cm. São apresentadas as leituras efetuadas no ano 2003/04 nos ensaios sobre cana crua e pastagem, conduzidos em Ribeirão Preto. Nos ensaios conduzidos em Pindorama e Mirassol, as leituras foram realizadas por ocasião da avaliações do fluxo de CO₂. Avaliações da umidade foram também realizadas em áreas anexas aos ensaios cana crua, nos diferentes manejos de solo, porém desprovida de vegetação.

3.8. Fluxo de CO₂ e temperatura do solo

As emissões de CO₂ foram quantificadas nos anos 2003/04 e 2004/05 nos ensaios conduzidos sobre cana crua e pastagem, em Ribeirão Preto e nos ensaios conduzidos em Pindorama (2003/04) e Mirassol (2004/05). As medidas foram

realizadas através de câmara de solo LI-COR® 6400-09, acoplada a um sistema portátil de análise de fotossíntese modelo LI-COR® 6400, no qual as concentrações de CO₂ provenientes do solo são quantificadas em um sensor IRGA (*Infra Red Gas Analyzer*), ambos pertencentes ao Depto. de Ciências Exatas da UNESP-Jaboticabal.

Utilizou-se também, um conjunto composto por medidor portátil de fotossíntese modelo LI-COR® 6200, emprestado pelo Centro de Ecofisiologia e Biofísica do IAC. Em dois pontos ao acaso por sub-parcela, procedeu-se a leitura das concentrações de CO₂, através da colocação da câmara sobre um anéis de PVC (100 mm de Ø), posicionados na linha e entrelinha da cultura de amendoim. Concomitantemente foram medidos valores de T°C (sensor de 0-12 cm acoplada à câmara) e umidade (%; 0-12 cm) com TDR-Campbel® (Figura 13). Procurou-se efetuar as avaliações entre as 9:00 e 16:00 horas. Nos ensaios de Ribeirão Preto conduzidos no ano agrícola 2003/04, as medidas foram efetuadas no início do desenvolvimento (30/12/2003 e 05/01/2004, respectivamente sobre cana crua e pastagem) e próximo da colheita (08/03/2004 e 15/03/2004, respectivamente sobre cana crua e pastagem). Em Pindorama, as medidas foram realizadas em 17/03/2004 quando a cultura encontrava-se com aproximadamente 60 dias. Para o ensaio de Mirassol, procederam-se três épocas de avaliação, aos 21 (03/02/2005), 35 (18/02/2005) e 70 (23/03/2005) dias após a emergência das plantas. Os resultados foram submetidos a análise da variância, considerando a posição de leitura como outro fator com dois níveis.

Para as condições de Ribeirão Preto, em áreas contíguas à utilizada para condução dos ensaios sobre cana crua, foram instalados experimentos complementares com objetivo específico de quantificar fluxo de CO₂ em ambiente desprovido de vegetação, porém mantendo os mesmos tratamentos de manejo de solo. No ano 2003/04, foram confeccionadas três faixas, nas quais foram posicionados ao acaso 10 anéis de PVC. As leituras foram realizadas diariamente, em um primeiro momento e posteriormente a cada semana, por período de 27 dias. No ano 2004/05, a mesma iniciativa foi repetida, todavia com 48 pontos georeferenciados de leitura em cada faixa de manejo. As avaliações foram efetuadas em dois períodos, um com solo seco (24/02/05) e outro após chuva (03/04/05).



Figura 13. Equipamento TDR e câmara de solo (foto da esquerda) para medidas do conteúdo de água no solo e medidor portátil de fotossíntese para leitura do fluxo de CO_2 (foto da direita). Mirassol, 2005.

3.9. Teor de nutrientes na parte aérea das plantas.

As folhas e ramas, resultantes das plantas amostradas quinzenalmente, após lavagem foram levadas à estufa para secagem (65°C) até atingir massa constante. Posteriormente foram moídas em moinho tipo Wiley e condicionadas em sacos plásticos. As amostras moídas referentes aos ensaios conduzidos em palhada de cana crua e pastagem em Ribeirão Preto e Mirassol no ano 2004/05 foram submetidas à digestão nítrico-perclórica para confecção do extrato, realizada no Laboratório do Departamento de Produção Vegetal da UNESP-Jaboticabal, onde também foi realizada a determinação do nitrogênio conforme BATAGLIA et al. (1983). Os extratos foram enviados ao Laboratório de Fertilidade e Nutrição de Plantas do IAC, Campinas, para determinação dos elementos P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn

3.10. Análise Estatística dos Resultados

Com os resultados obtidos para a maioria das características avaliadas, foram realizadas análises estatísticas de acordo com o esquema de análise da variância apresentado na Tabela 7. Para o processamento destas análises, utilizou-se o “software” estatístico ESTAT (Departamento de Ciências Exatas da UNESP – Campus de Jaboticabal) e o SAS para as regressões. As médias foram comparadas através do teste de Tukey, com nível de probabilidade de 5%. Não foi realizada análise conjunta

dos resultados, considerando que para tal, necessita-se de construir um programa específico e de grande complexidade. Neste tipo de análise é necessário estimar 7 variâncias complexas e quando as interações são significativas, deve-se retornar às análises individuais para discussão. Para algumas características, procedeu-se análise da regressão polinomial, considerando os dias transcorridos entre as avaliações como variável quantitativa. Foi utilizada a geoestatística para estudo da variabilidade espacial do fluxo de CO₂ em área de cana crua. Na confecção dos mapas foi utilizado “software” SURFER®

Tabela 7. Esquema de análise da variância utilizada em cada experimento.

Causas da Variação	Graus de Liberdade
Blocos	3
Sistemas de Manejo (M)	2
Resíduo (a)	6
(Parcelas)	11
Cultivares (C)	1
Interação (M x C)	2
Resíduo (b)	9
Total	23

IV. RESULTADO E DISCUSSÃO

Inicialmente é importante esclarecer que o presente trabalho é caracterizado pela multidisciplinaridade, considerando que são apresentados resultados desde a parte agronômica, passando por atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo e chegando a abordagem do impacto ambiental dos diferentes manejos estudados. Infelizmente não foi possível avaliar todas as características em todos os experimentos, locais e anos de condução, por limitações de recursos. Todavia, procurou-se padronizar os tratamentos e garantir um mínimo de informações agronômicas em todos os experimentos. Alguns aspectos são discutidos em conjunto com as características agronômicas, buscando respostas para as variações de produtividade. Outros são discutidos separadamente, devido à sua complexidade e peculiaridade. Entretanto, todos contribuíram para caracterizar de maneira bastante abrangente e consolidada qual o “estado da arte” e potencialidade de adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo para cultivo de amendoim, nos dois ambientes agrícolas estudados.

4.1. Características agronômicas, conteúdo volumétrico (%) de água e atributos do solo.

Os resultados das análises químicas do solo das glebas, referentes às amostras retiradas antes da instalação dos experimentos, encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Os baixos valores de saturação por bases ($V\% < 40$) são característicos de canaviais e pastagens a serem renovadas e indicam que havia necessidade de calagem. Conforme QUAGGIO & GODOY (1997), o amendoim requer elevação da saturação por bases a 60%, para obtenção de produtividades comerciais. Entretanto, a fim de não introduzir outra causa de variação (modo de aplicação do calcário) no experimento, optou-se em

não efetuar a calagem. Convém salientar que o amendoim é tolerante à acidez do solo, sendo que dentre 18 espécies testadas em solo com pH 4.7, o amendoim foi classificado como uma das últimas numa escala decrescente de resposta à calagem (MUNNS & FOX, 1977). Isto ocorre em razão do amendoim absorver mais ânions que cátions e, entre os cátions, em maior quantidade os de menor valência, fazendo com que ocorra elevação do pH na rizosfera (ADAMS & PEARSON, 1970). A resposta à calagem se deve mais ao fornecimento de cálcio (ADAMS & HARTZOG, 1980; CAIRES & ROSOLEM, 1996; CAIRES & ROSOLEM, 1998), elemento que se encontrava em níveis adequados no solo ($> 7 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$) em todos os experimentos.

4.1.2. Experimentos em Áreas de Cana Crua

Com relação aos experimentos conduzidos em áreas de cana crua, pode-se observar nas Tabela 8 e 9., que a produção de vagens e grãos variaram entre os anos de condução, provavelmente em função do volume e distribuição das chuvas (Figuras 1 a 6) e devido à quantidade de matéria seca da palhada (Tabela 1) e época de semeadura. As menores produções de vagens foram obtidas no experimento de 99/00 (média de 1825 kg.ha^{-1}) e as maiores em 2003/04 (média de 4933 kg.ha^{-1}). Sabe-se que o amendoim demanda pelo menos 600 mm de água durante o ciclo de desenvolvimento para obtenção de produções comerciais (GILLIER & SILVESTRE, 1970). Com exceção do ensaio de 99/00, todos os ensaios conduzidos em Ribeirão Preto, apresentaram volumes superiores, porém, em alguns anos ocorreram períodos de deficiência hídrica em fases críticas (Figuras 2 e 5).

Verifica-se na Tabela 8., que ocorreram interações significativas entre sistema de manejo do solo e cultivares de amendoim em três dos sete experimentos conduzidos, confirmando uma das hipóteses desta pesquisa. Estes resultados concordam com os obtidos por GRICHAR & SMITH (1991, 1992), os quais demonstraram que a viabilidade de sistemas conservacionistas de manejo do solo dependem da cultivar e do ano de condução.

Nos demais experimentos conduzidos sobre cana crua em Ribeirão Preto, não foram detectadas diferenças estatísticas entre os manejos de solo sobre a produção de vagens e grãos. Estes resultados concordam com as pesquisas de HARTZOG & ADANS (1989) e GRICHAR (1998), as quais também observaram predominância de anos sem diferença estatística entre sistemas de manejo do solo para amendoim e COLVIN & BRECKE (1988), os quais esclarecem que a resposta aos níveis de revolvimento do solo independem do tipo de ramificação, se alternada (Virgínia) ou seqüencial (*Spanish* e Valência), conforme foi constatado nestes experimentos.

Tabela 8. Produção de vagens (kg.ha⁻¹) dos cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre cana crua, para as condições edafoclimáticas de Ribeirão Preto-SP e Pindorama-SP. Média de 12 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Ribeirão Preto						Pindorama
	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	00/01
Convencional	1746	3520	2385	2663	5025	2978	3133
Cultivo Mínimo	1849	3267	2258	2379	4672	3272	2730
Plantio Direto	1881	3010	2343	2433	5102	3167	2534
Teste F	0,53 ns	3,10 ns	0,17 ns	1,47 ns	1,07 ns	1,79 ns	4,31 ns
d.m.s.Tukey (5%)	421	629	672	538	961	481	745
Cultivares(C)							
IAC-Tatu ST	1735 b	3097 b	2422 a	2226 b	4775	2580 b	2951
IAC-Caiapó	1917 a	3434 a	2234 b	2757 a	5092	3698 a	2647
Teste F	9,62 *	9,3 *	6,31 *	41,3 **	4,62 ns	102 **	5,09 *
d.m.s.Tukey (5%)	132	249	202	186	333	249	638
Interação M x C							
Teste F	6,89 *	0,1 ns	16,4 **	1,93 ns	0,20 ns	1,03 ns	1,85 *
C.V.(%) Manejos	15,0	12,5	18,8	14,1	12,7	9,9	14,9
C.V. (%) Cultivares	7,9	8,3	7,9	8,1	7,3	8,6	11,7

e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Contudo, em nenhum destes 6 anos, foram obtidas produções de vagens substancialmente maiores no sistema plantio direto, conforme foi constatado por TASSO Jr. (2003). É importante salientar, que este tipo de pesquisa demanda variação no tempo e no espaço, além do uso de delineamento estatístico adequado, a fim de concluir com segurança acerca dos tratamentos de manejo do solo.

Tabela 9. Produção de grãos (kg.ha^{-1}) dos cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre cana crua, para as condições edafoclimáticas de Ribeirão Preto-SP e Pindorama-SP. Média de 12 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Ribeirão Preto						Pindorama
	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	00/01
Convencional	1054 b	2579	1629	1968	3444	2042	2112 a
Cultivo Mínimo	1267 ab	2431	1596	1645	3286	2164	1724 ab
Plantio Direto	1350 a	2231	1623	1640	3616	2089	1522 b
Teste F	5,55 *	2,46 ns	0,03 ns	3,0 ns	0,82 ns	1,33 ns	6,2 *
d.m.s.Tukey (5%)	282	484	438	471	790	232	521
Cultivares(C)							
IAC-Tatu ST	1168	2274 b	1638	1592 b	3630 b	1731 b	1853
IAC-Caiapó	1279	2552 a	1594	1910 a	3268 a	2466 a	1719
Teste F	3,64 ns	9,9 *	0,55 ns	6,86 ns	15,8 **	51,7 **	
d.m.s.Tukey (5%)	132	199	132	274	205	231	226
Interação M x C							
Teste F	3,10 ns	0,01 ns	9,23 **	0,62 ns	0,15 ns	1,43 ns	4,46 *
C.V.(%) Manejos	15,0	13,1	17,7	17,6	14,9	7,2	19,0
C.V. (%) Cultivares	11,7	8,8	8,9	16,9	6,45	11,9	16,8

e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

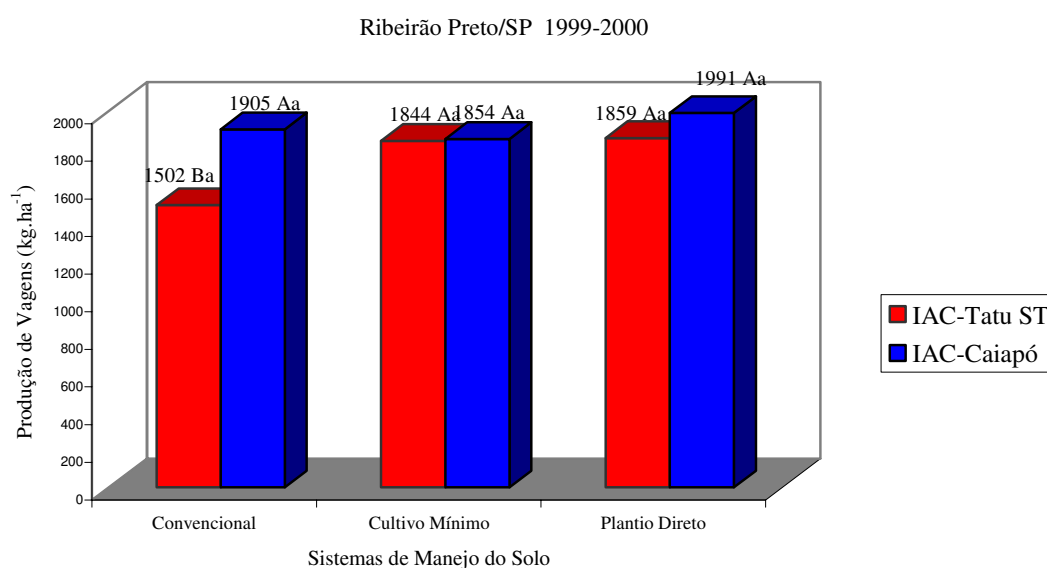


Figura 14. Desdobramento da interação sistema de manejo x cultivar, para característica produção de vagens (kg.ha^{-1}), sobre cana crua. Ribeirão Preto-SP, 1999/2000. Letras maiúsculas comparam médias dos manejos dentro da cada cultivar e minúsculas entre cultivares dentro de cada manejo.

Para o primeiro experimento conduzido em 99/00, o desdobramento da interação encontra-se na Figura 14. Nota-se que a produção de vagens para IAC-Tatu ST foi estatisticamente maior (cerca de 24%) no sistema plantio direto, que apresentava 9 Mg.ha⁻¹ de palhiço de cana (Tabela 1). Este experimento foi instalado em época extemporânea para realidade das áreas de renovação de canavial. Verifica-se na Figura 1., que a partir do mês de abril, quando as cultivares encontravam-se com aproximadamente 60 dias, não houve mais ocorrência de chuva.

É possível inferir que a palhada no manejo plantio direto contribuiu para aumentar a disponibilidade de água para as cultivares de amendoim, refletindo também em aumentos na produção e rendimento de grãos (Tabelas 9 e 10), a despeito de um menor estande final de plantas (Tabela 11).

Entretanto, os resultados foram opostos, no experimento conduzido sobre cana crua em Pindorama no ano seguinte. No desdobramento da interação apresentado nas Figuras 15 e 16, verifica-se que a produção de vagens e grãos foram significativamente menores no sistema plantio direto para cultivar IAC-Tatu ST, enquanto não houve diferença entre os manejos para IAC-Caiapó. Em termos percentuais, no plantio direto e cultivo mínimo as perdas foram respectivamente, 34,6% e 20,2% para vagens e 42% e 24% para grãos.

Nota-se na Figura 6., que após a semeadura em janeiro de 2000, nos 90 dias subseqüentes (fevereiro, março e abril) ocorreu deficiência hídrica, com somente 23 dias com chuva. Neste caso, a redução de 23 % no estande final de plantas auxilia na explicação do pior desempenho dos sistemas conservacionistas (Tabela 11).

Para as condições norte-americanas, pesquisas verificaram perdas entre 19 e 62% na produção de vagens e grãos nos sistemas conservacionistas de manejo do solo (VARNELL et al., 1976 citado por SHOLAR et al., 1995; WILCUT et al., 1987; GRICHAR & BOSWELL, 1987; COLVIN et al., 1988; WILCUT et al., 1990; WRIGHT & PORTER, 1991; ADAMSEN & WRIGHT, 1994; JORDAN et al., 2001).

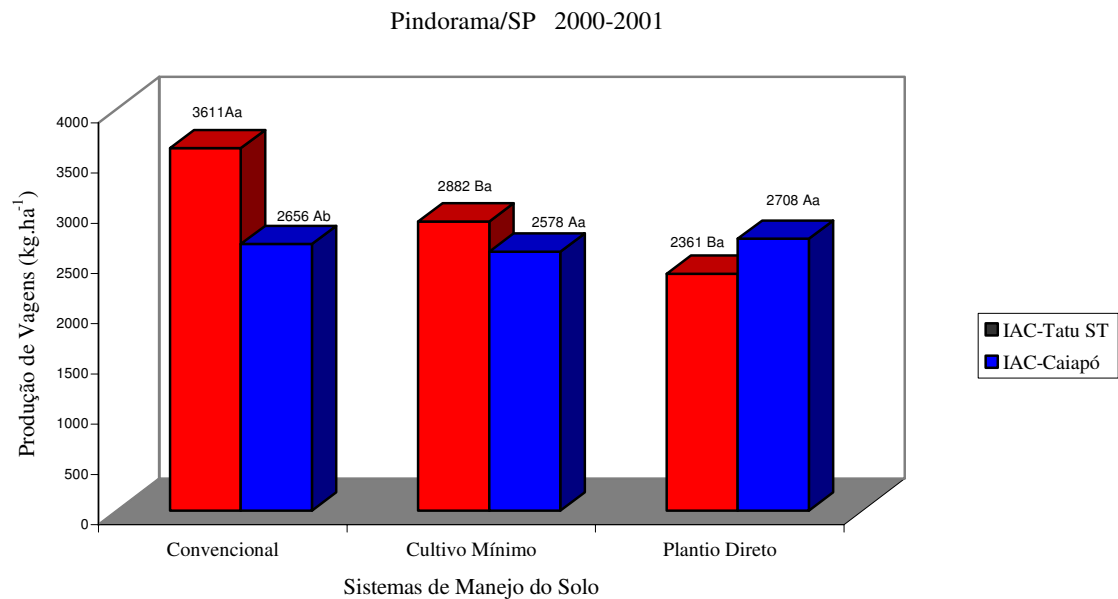


Figura 15. Desdobramento da interação sistema de manejo x cultivar, para características produção de vagens (kg.ha⁻¹), sobre cana crua. Pindorama-SP, 2000/01. Média de 4 repetições. Letras maiúsculas comparam médias dos manejos dentro de cada cultivar e minúsculas entre cultivares dentro de cada manejo.

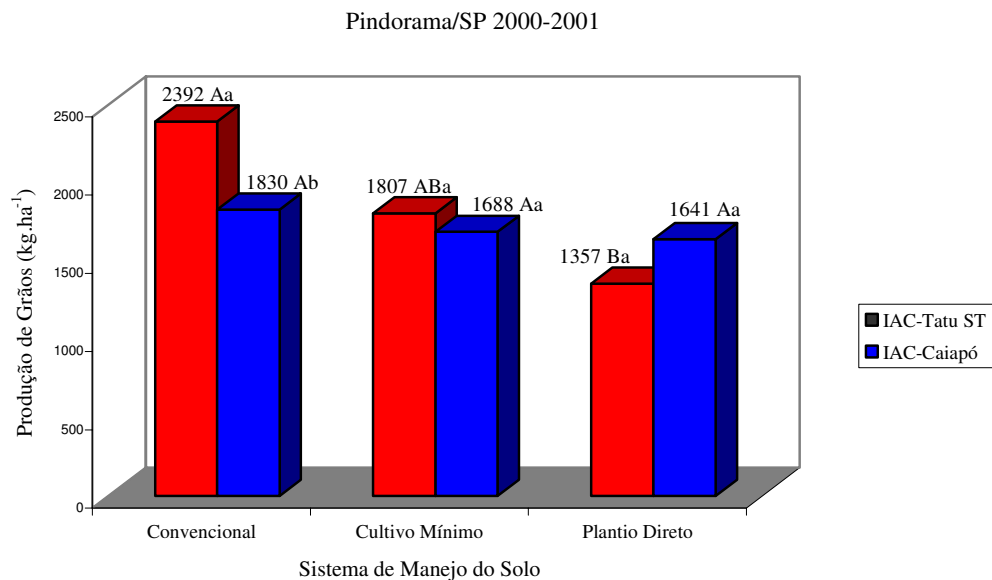


Figura 16. Desdobramento da interação sistema de manejo x cultivar, para característica produção de grãos (kg.ha⁻¹), sobre cana crua. Pindorama-SP, 2000/2001. Média de 4 repetições. Letras maiúsculas comparam médias dos manejos dentro de cada cultivar e minúsculas entre cultivares dentro de cada manejo.

Na Figura 17, encontra-se o desdobramento da interação para o ano 01/02 em Ribeirão Preto, na qual observa-se que também não houve diferença entre os manejos para as duas cultivares. No sistema cultivo mínimo a cultivar IAC-Caiapó produziu significativamente menos que a IAC-Tatu ST. Neste sistema, pode haver coincidência das linhas da semeadora com os sulcos abertos pelas hastes subsoladoras, ocasionando distribuição muito profunda das sementes, resultando em falha no estande final (Tabela 12) e atraso na emergência. Este atraso, aliado ao menor vigor vegetativo no início do desenvolvimento, característico da IAC-Caiapó, proporcionou maior vulnerabilidade ao período de estresse hídrico ocorrido entre os 90 dias e a colheita (Figura 3). A distribuição irregular no sistema cultivo mínimo pode ser visualizada na Figura 18. RAHMIANNA et al. (2000), observaram que a porcentagem de falha na emergência de sementes do amendoim foi de 11,7% e 7,3% nos tratamentos plantio direto com palha e sem palha, respectivamente. Esclarecem ainda, que devido ao tamanho das sementes de amendoim, é muito importante aumentar o contato com o solo, a fim de diminuir as falhas na emergência e estabelecimento da cultura.

De acordo com STANSELL & PALLAS Jr. (1985), um período de 35 dias com deficiência hídrica, entre 70 e 140 dias do ciclo da cultivar Florunner, reduziu em 50% a produção de grãos. Para nossas condições, NOGUEIRA & TÁVORA (2005) informam que a seca penaliza menos a formação de flores e o processo de fertilização que a translocação de assimilados para formação dos frutos do amendoim. No período considerado, ocorreram somente 7 dias com chuva em 45 dias, durante o ciclo da IAC-Caiapó. Este período de deficiência hídrica comprometeu também a produção de grãos, conforme se observa na Figura 19.

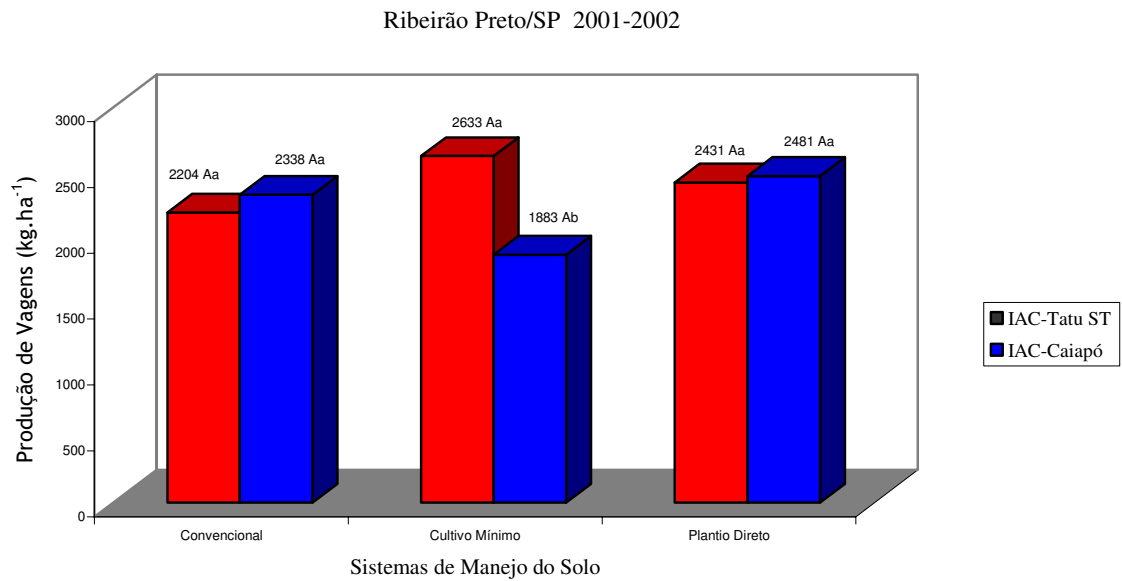


Figura 17. Desdobramento da interação sistema de manejo x cultivar, para característica produção de vagens (kg.ha⁻¹), sobre cana crua. Ribeirão Preto-SP, 2001-2002. Média de 4 repetições. Letras maiúsculas comparam médias dos manejos dentro de cada cultivar e minúsculas entre cultivares dentro de cada manejo.



Figura 18. Fotos sobre distribuição de plantas no sistema cultivo mínimo sobre cana crua. Ribeirão Preto, 2001/01.

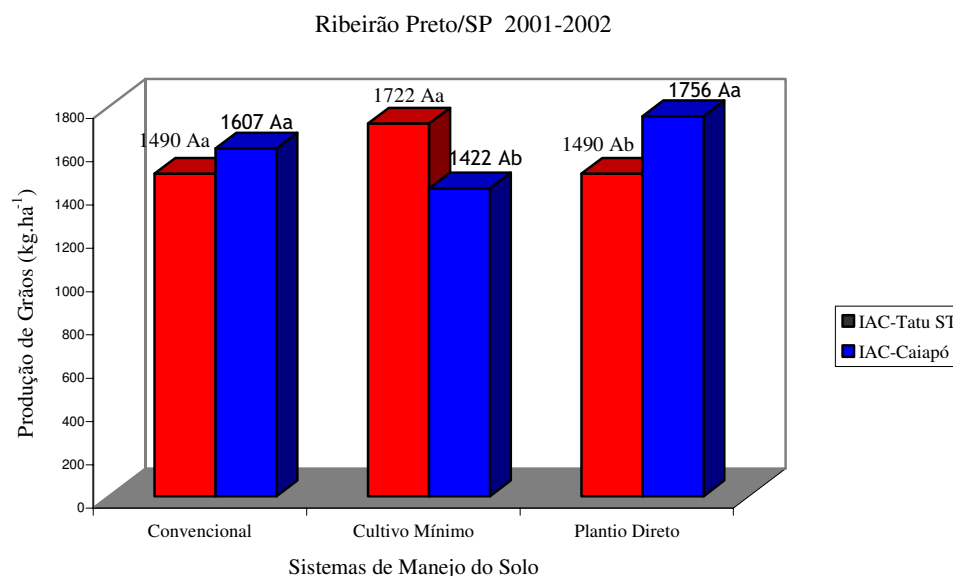


Figura 19. Desdobramento da interação sistema de manejo x cultivar, para característica produção de grãos ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), sobre cana crua. Ribeirão Preto-SP, 2001/2002. Média de 4 repetições. Letras maiúsculas comparam médias dos manejos dentro de cada cultivar e minúsculas entre cultivares dentro de cada manejo.

Tabela 10. Índice rendimento de grãos (%) dos cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre cana crua, para as condições edafoclimáticas de Ribeirão Preto-SP e Pindorama-SP. Média de 12 repetições.

Sistemas	Ribeirão Preto						Pindorama
	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	00/01
Convencional	62,4 b	73,3	69,1	67,7 b	70,9	69,0	68,1
Cultivo Mínimo	68,5 a	75,0	71,3	69,6 ab	70,3	63,0	63,5
Plantio Direto	71,4 a	74,0	68,4	74,2 a	68,4	66,0	60,0
Teste F	11,3 **	2,9 ns	1,1 ns	6,87 *	2,25 ns	4,5 ns	2,47 ns
d.m.s.Tukey (5%)	5,9	2,1	6,3	5,4	3,8	3,5	11,2
Cultivares(C)							
IAC-Tatu	66,6 a	73,8 a	67,1 b	71,4 a	68,4 b	67,2 a	62,8 a
IAC-Caiapó	68,3 a	74,4 a	71,5 a	69,6 a	71,2 a	67,1 a	65,6 a
Teste F	2,1 ns	0,91 ns	5,5 *	0,24 ns	8,14 *	0,01 ns	1,06 ns
d.m.s.Tukey (5%)	2,6	1,2	3,7	8,3	2,18	3,84	7,8
Interação S x C							
Teste F	0,5 ns	0,21 ns	1,33 ns	0,03 ns	0,36 ns	2,35 ns	0,06 ns
C.V.(%)parcela	5,7	1,9	5,9	5,1	3,3	3,4	11,5
C.V. (%)sub-parcela	4,2	1,7	5,8	12,7	3,4	6,2	13,3

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 11. Estande final de plantas (plantas.m⁻¹) dos cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre cana crua, para as condições de Ribeirão Preto-SP e Pindorama-SP. Média de 12 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Ribeirão Preto						Pindorama
	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	00/01
Convencional	12,2 a	15,1	12,8	11,6	16,4	18,3	12,0 a
Cultivo Mínimo	10,9 b	14,8	12,3	10,5	14,3	18,6	9,6 b
Plantio Direto	10,7 b	14,4	12,5	10,1	15,5	18,3	9,3 b
Teste F	22,1 **	4,8 ns	0,53 ns	4,68 ns	4,08 ns	0,12 ns	31,1 **
d.m.s.Tukey (5%)	0,7	0,71	1,49	1,6	2,3	2,75	0,9
Cultivares(C)							
IAC-Tatu ST	15,6 a	17,6 a	15,7 a	12,7 a	20,4 a	22,0 a	13,1 a
IAC-Caiapó	6,9 b	11,9 b	9,3 b	8,8 b	10,3 b	14,6 b	7,3 b
Teste F	2227 **	405 **	433 **	138 **	298 **	69,3 **	86,5 **
d.m.s.Tukey (5%)	0,41	0,63	0,7	0,7	1,3	2,0	1,4
Interação S x C							
Teste F	0,62 ns	4,18 ns	4,8 *	1,63 ns	1,98 ns	0,59 ns	0,34 ns
C.V.(%) Manejos	4,2	3,1	7,7	9,5	9,7	9,75	5,8
C.V. (%) Cultivares	3,9	4,7	5,9	7,4	9,3	11,8	15,1

e **significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 12. Desdobramento da interação sistemas de manejo e cultivares de amendoim, para variável estande final de plantas, no ano agrícola 2001/02 em Ribeirão Preto-SP. Média de 12 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	15,0 Aa	15,8 Aa	16,3 Aa	2,1 ns
IAC-Caiapó	9,3 Ab	8,8 Ab	10 Ab	2,0 ns
Teste F	176,4 **	176,0 **	90,0**	

* e **significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras maiúsculas comparam médias dentro de cada cultivar e minúsculas dentro de cada manejo de solo. D.M.S. (Sistema.d.Cultivar)= 1.2 ; D.M.S. (Cultivar d. Sistema)= 1.6

Na maioria dos experimentos, ficou explícito o maior potencial produtivo da cultivar IAC-Caiapó, o qual pode ser explicado pelo maior número de estruturas reprodutivas (vagens e “pegs”) emitidas durante o ciclo, conforme Tabela 13. Este componente da produção foi maior ($P \leq 0,05$) no plantio direto que no cultivo mínimo em 2003/04, sendo constatada interação significativa em dois anos de condução. Nota-se nas Figuras 20 e 21, que a IAC-Caiapó apresentava o dobro de estruturas reprodutivas que IAC-Tatu ST, na colheita, para média dos sistemas de manejo. Estes resultados discordam dos trabalhos de COLVIN et al.(1988) e WRIGHT (1991), os quais concluem que a palhada constitui um impedimento físico à penetração dos ginóforos.

Tabela 13. Número de estruturas reprodutivas (vagens e “pegs”) em 20 plantas das cultivares de amendoim, submetidas a diferentes sistemas de manejo do solo em renovação de canavial. Avaliações realizadas próxima à colheita das cultivares.

Sistemas de Manejo (M)	Ribeirão Preto					
	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05
Convencional	170	387	369	405	499 ab	297
Cultivo Mínimo	200	381	363	472	457 b	340
Plantio Direto	184	408	372	448	558 a	312
Teste F	2,68 ns	0,34 ns	0,05 ns	2,61 ns	6,3 *	3,54 ns
d.m.s.Tukey (5%)	32	105	86	90	88	51
Cultivares(C)						
IAC-Tatu ST	70 b	283 b	248 b	299 a	359 b	191 b
IAC-Caiapó	296 a	502 a	487 a	585 a	652 a	441 a
Teste F	285 **	161 **	198 **	75,1 **	66,1 **	228 **
d.m.s.Tukey (5%)	32	38	38	75	82	38
Interação M x C						
Teste F	1,09 ns	5,8 *	4,8 *	0,05 ns	0,18 ns	3,16 ns
C.V.(%) Manejos	11,9	17,4	15,4	13,3	11,3	10,5
C.V. (%) Cultivares	17,8	10,8	11,3	18,3	17,5	12,8

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Número de Estruturas Reprodutivas - Cana Crua 2000/01

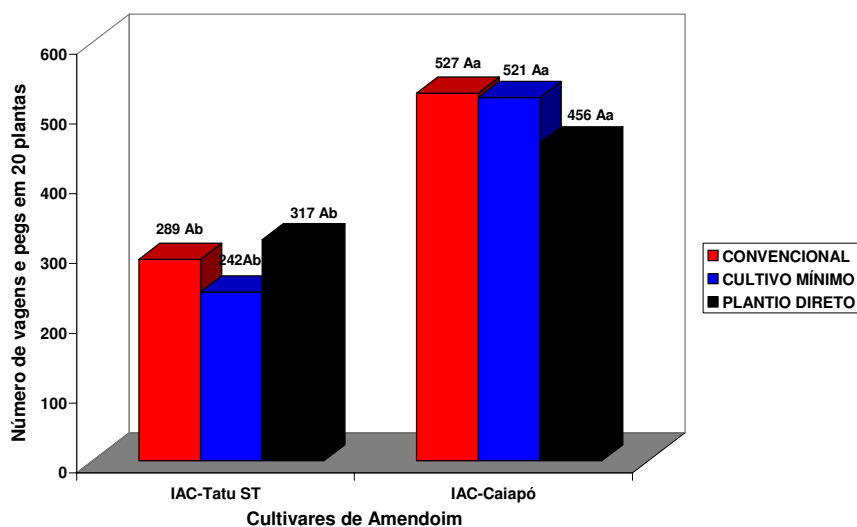


Figura 20. Desdobramento da interação manejo x cultivar para variável número de vagens e “pegs” em 20 plantas por ocasião da colheita, para condição de cana crua em Ribeirão Preto, 2000/01. Letras maiúsculas comparam médias entre sistemas dentro de cultivar e minúsculas, comparam cultivares dentro de sistema (Tukey, 5%).

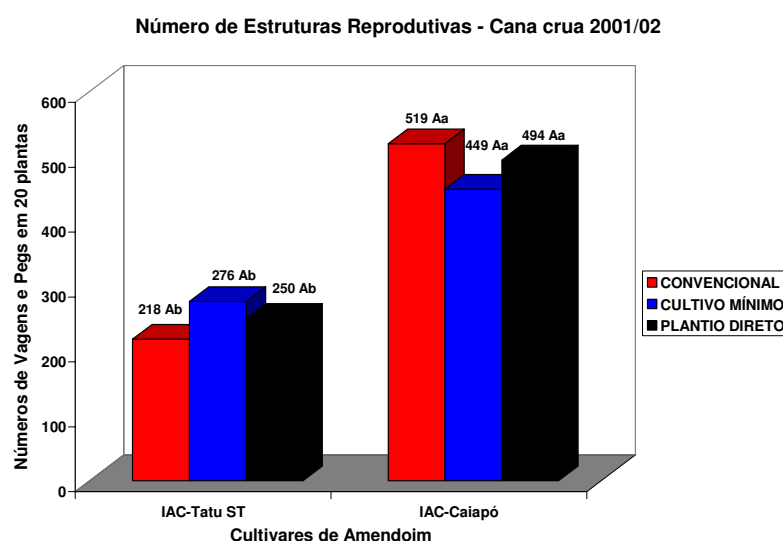


Figura 21. Desdobramento da interação manejo x cultivar para variável número de vagens e “pegs” em 20 plantas por ocasião da colheita, para condição de cana crua em Ribeirão Preto, 2001/02. Letras maiúsculas comparam médias entre sistemas dentro de cultivar e minúsculas, comparam cultivares dentro de sistema (Tukey, 5%).

A grande quantidade de palha de cana crua sobre a superfície do solo, apresenta vantagem de aumentar o armazenamento de água e reduzir a temperatura do solo entre 5° e 7°C (ABRAMO FILHO et al., 1993; OLIVEIRA et al., 2001). Para o experimento conduzido em 2003/04, avaliou-se mais detalhadamente a umidade do solo nos diferentes sistemas a fim de procurar elucidar com mais propriedade os resultados que vinham sendo obtidos. Nota-se nas Figuras 22 e 23, que o conteúdo volumétrico de água no solo (%), sobretudo na camada 0-12 cm, após 5 dias de uma chuva de 10 mm, já apresentava valores significativamente superiores no plantio direto, em relação aos manejos cultivo mínimo e convencional. Medidas efetuadas após 30 dias da semeadura, demonstraram que o plantio direto apresentava significativamente mais água no solo, diferença que não foi constatada em avaliações efetuadas em fases seguintes do ciclo (Tabela 14). Estes resultados podem explicar o maior número de estruturas reprodutivas quantificadas no plantio direto (Tabela 13). RAMAKRISHNA et al. (2006), avaliaram a temperatura e o conteúdo de água no solo para amendoim cultivado com e sem palhada, e concluíram que em período seco, a presença de palhada proporciona uma redução de 22% nas perdas de água do solo. Esclarecem

ainda, que sobre palhada de arroz a produção de vagens de amendoim aumentou 28%, em relação ao tratamento testemunha com solo descoberto. Entretanto, na presente pesquisa o fato dos sistemas conservacionistas armazenarem mais água no solo, não resultou em aumento de produção de vagens.

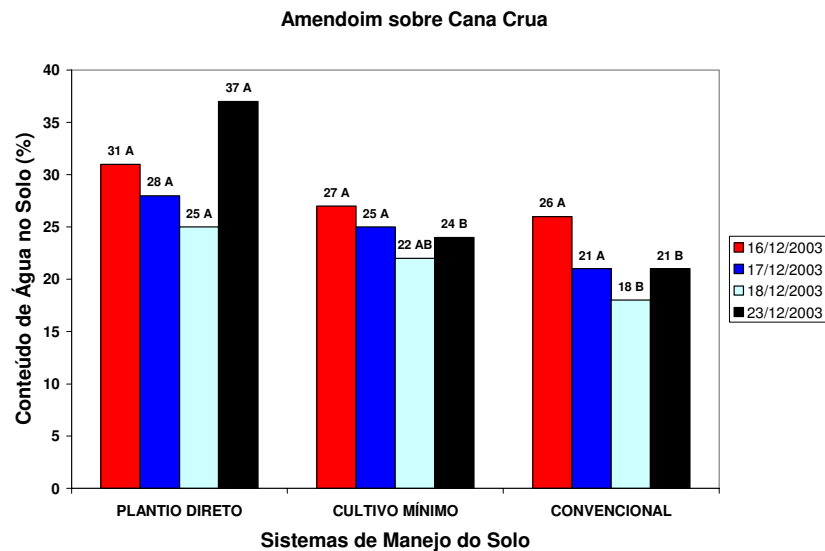


Figura 22. Conteúdo volumétrico de água (%) no solo na camada de 0-12 cm, em três manejos de solo sobre cana crua. Ribeirão Preto, 2003-04. Média de 8 repetições. Letras comparam médias em cada data de avaliação pelo teste de Tukey (5%).

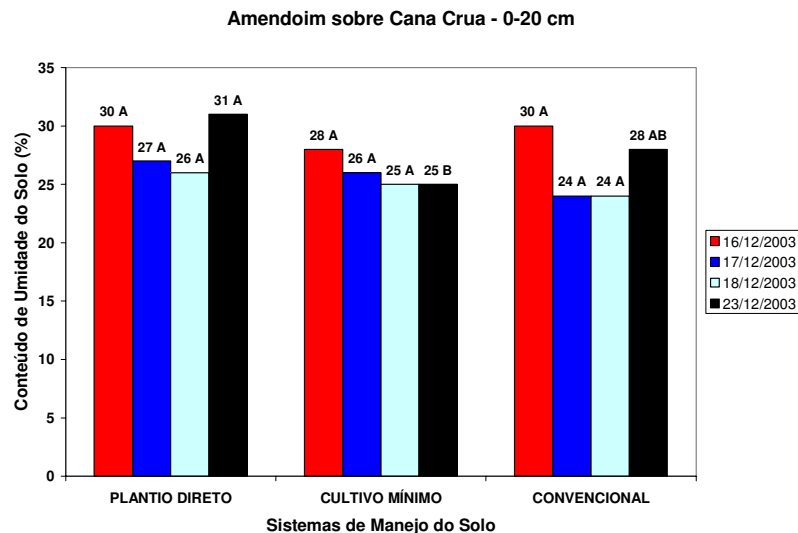


Figura 23. Conteúdo volumétrico de água (%) no solo na camada de 0-20 cm, em três manejos de solo sobre cana crua. Ribeirão Preto, 2003-04. Média de 8 repetições. Letras comparam médias em cada data de avaliação pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 14. Conteúdo volumétrico (%) de água no solo, nas camadas de 0-12 e 0-20 cm de profundidade, em função do sistemas de manejo do solo e posição de amostragem (linha e entrelinha), em diferentes fases de desenvolvimento das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, na renovação de cana crua. Ribeirão Preto, 2003-04. Média de 8 repetições.

Sistema de Manejo (M)	30/12/03	12/02/04		8/03/04
	Profundidade (cm)			
	0 - 12	0 - 12	0 - 20	0 - 12
	-----%			
Convencional	22 c	29	45	34
Cultivo Mínimo	29 b	28	44	34
Plantio Direto	38 a	29	45	30
Teste F	48,7 **	0,28 ns	0,4 ns	1,69 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4,4	5,6	6,3	6,9
Posição (P)				
Entrelinha	36 a	33 a	49,5 a	36 a
Linha de Semeadura	23 b	25 b	39,8 b	29 b
Teste F	29,2 **	46,2 **	93,6 **	48,4 **
d.m.s. (Tukey 5%)	5,0	2,5	2,1	2,2
Interação S x P				
Teste F	1,2 ns	2,0 ns	9,6 **	2,4 ns
C.V. Manejos	15,9	22,3	15,9	23,2
C.V. Posição	28,2	14,7	28,2	11,3

Em áreas de colheita de cana crua, em razão do tráfego das colhedoras mecânicas, ocorre um aumento da densidade e da resistência do solo e diminuição da taxa de infiltração de água, podendo comprometer entre 30 e 40% a produtividade da cana-de-açúcar, respectivamente em regiões úmidas e secas, respectivamente (BRAUNACK et al., 2006). Algumas pesquisas (KHAN, 1984; COLVIN et al., 1988) sobre viabilidade da cultura do amendoim em sistemas de manejo conservacionistas do solo, realizadas no exterior, atribuem à compactação as perdas quantitativas e qualitativas na produção do amendoim.

Entretanto, os resultados das avaliações nos atributos físicos realizados por dois anos consecutivos, não diferiram estatisticamente entre os diferentes manejos em área de cana crua. Pode-se observar nas Tabelas 15 e 17, que não houve diferenças entre os sistemas de manejo quanto à densidade do solo, porosidade total e microporosidade. As diferenças nestes atributos físicos ocorreram somente entre as três profundidades amostradas.

Porém, através do desdobramento da interação (Tabela 16), nota-se que o sistema convencional reduziu significativamente a macroporosidade na camada de 10 a 20 cm de profundidade, para o experimento de 2003/04. Na Tabela 18, observa-se que não foram encontradas diferenças estatísticas entre as camadas até os 30 cm de profundidade nos sistemas conservacionistas, com respeito à retenção de água na capacidade de campo, para o experimento de 2004/05. Na camada de 10-20 cm, a retenção de água na capacidade de campo foi diminuída significativamente.

Tabela 15. Atributos físicos do solo avaliados nos sistemas de manejo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, em três profundidades de amostragem, na renovação de cana crua. Ribeirão Preto, 2003/04. Média de 8 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Densidade do Solo	Porosidade			Água
	g.cm ⁻³	Total	Macro	Micro	100 kPa
			dm ³ .dm ⁻³		g.dm ⁻³
Convencional	1,23	0,599	0,185	0,415	0,314
Cultivo Mínimo	1,20	0,609	0,193	0,416	0,318
Plantio Direto	1,19	0,597	0,195	0,403	0,318
Teste F	0,81 ns	1,54 ns	1,36 ns	1,28 ns	0,48 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,05	0,017	0,02	0,023	0,01
Profundidade (P)					
0 - 10	1,15 b	0,616 a	0,212 a	0,405	0,328 a
10 - 20	1,23 a	0,595 b	0,181 b	0,415	0,314 b
20 - 30	1,25 a	0,595 b	0,181 b	0,414	0,307 b
Teste F	15,3 **	9,51 **	16,5 **	2,32 ns	21,08 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,04	0,014	0,01	0,013	0,01
Interação M x P					
Teste F	0,74 ns	0,95 ns	3,24 *	1,37 ns	0,67 ns
C.V. (%) Manejos	6,3	3,78	10,7	7,4	5,62
C.V.(%) Profundidade	5,5	3,26	11,3	4,3	3,39

Tabela 16. Desdobramento da interação manejo do solo e profundidade de amostragem, para o atributo macroporosidade (dm³.dm⁻³), em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2003/04. Média de 8 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
0-10	0,204 Aa	0,227 Aa	0,204 Aa	3,25 ns
10-20	0,166 Bb	0,181 ABb	0,194 Aa	3,32 *
20-30	0,186 Aab	0,170 Ab	0,185 Aa	ns
Teste F	5,7 **	15,7 **	ns	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. prof. d. manejo = 0.025 ; d.m.s. manejo d. prof. = 0.026

Tabela 17. Atributos físicos do solo avaliados nos sistemas de manejo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, em três profundidades de amostragem, na renovação de cana crua. Ribeirão Preto, 2004/05. Média de 8 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Densidade	Porosidade			Água
	do Solo	Total	Macro	Micro	100 kPa
	g.cm^{-3}		dm^{-3}	dm^{-3}	g.dm^{-3}
Convencional	1,15	0,594	0,202	0,391	0,361
Cultivo Mínimo	1,15	0,590	0,198	0,393	0,363
Plantio Direto	1,18	0,590	0,193	0,400	0,373
Teste F	1,8 ns	0,84 ns	2,31 ns	1,6 ns	2,56 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,04	0,01	0,01	0,014	0,01
Profundidade (P)					
0 a 10	1,18 a	0,599 a	0,186 b	0,413 a	0,378 a
10 a 20	1,13 b	0,598 a	0,213 a	0,388 b	0,361 b
20 a 30	1,17 ab	0,578 b	0,194 b	0,384 b	0,359 b
Teste F	3,45 *	24,5 **	12,0 **	15,4 **	6,3 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,05	0,02	0,01	0,014	0,014
Interação M x P					
Teste F	2,1 ns	1,02 ns	2,14 ns	2,1 ns	2,8*
C.V. (%) Manejos	5,12	1,9	7,4	4,7	5,1
C.V.(%) Profundidade	5,63	2,0	9,9	4,9	5,6

Tabela 18. Desdobramento da interação manejo do solo e profundidade de amostragem, para o atributo retenção de água na capacidade de campo, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 8 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
0-10	0,377 Aa	0,377 Aa	0,379 Aa	0,01 ns
10-20	0,343 Bb	0,358 Aba	0,381 Aa	7,58 **
20-30	0,365 Aab	0,354 Aa	0,358 Aa	0,6 ns
Teste F	5,8 *	3,1 ns	2,9 ns	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. prof. d. manejo = 0.025 ; d.m.s. manejo d. prof. = 0.024

Considerando o contraste entre os níveis de revolvimento do solo nos tratamentos, era esperado encontrar respostas mais contundentes. Talvez o período desde a implantação dos preparos de solo até as amostragens, nestes dois anos, tenha sido muito longo (4,5 meses aproximadamente), reduzindo o contraste dos preparos. Por outro lado, os resultados são interessantes para demonstrar que no plantio direto, aparentemente não houve limitação física ao desenvolvimento das cultivares. Neste

sentido, buscou-se um outro indicador sobre a qualidade física do solo, que foi a avaliação do sistema radicular do amendoim em diferentes profundidades.

Esta avaliação da massa seca de raízes, mostrou na média da camada de 0 até 70 cm, que quanto menor o revolvimento do solo, maior ($P < 0,05$) foi a quantidade de matéria seca acumulada nas raízes (mg.cm^{-3} de solo), conforme pode-se verificar na Figura 24. Para a média dos sistemas de manejo do solo, na profundidade 0-70 cm, a cultivar IAC-Tatu ST apresentou maior quantidade de matéria seca de raízes (Figura 25) que IAC-Caiapó. Relatos encontrados na literatura informam que as raízes do amendoim concentram-se entre 5 e 35 cm abaixo da superfície do solo, podendo alcançar até 135 cm (INFORZATO & TELLA, 1960) para nossas condições. Pesquisa conduzida no Senegal por Annerose (1990) citado por NOGUEIRA & TÁVORA (2005) comparou diferentes cultivares e concluiu que aquelas pertencentes ao grupo *Virgínia* apresentam crescimento mais vigoroso que as do grupo *Spanish*, fato relacionado com o ciclo mais longo das cultivares.

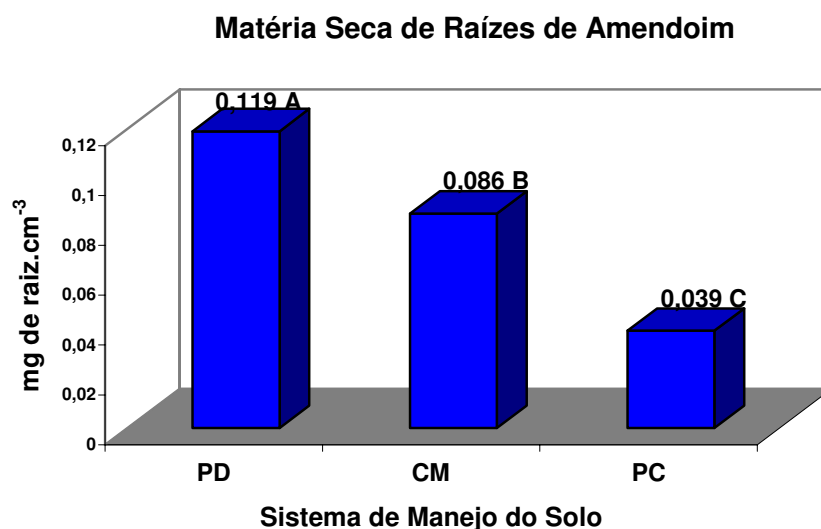


Figura 24. Quantidade de matéria seca das raízes (mg.cm^{-3}) nos diferentes sistemas de manejo do solo sobre palhada de cana crua, para média das cultivares de amendoim na profundidade 0 a 70 cm. Ribeirão Preto, 2000/01. Letras diferem médias ao nível de 5% (Tukey) de probabilidade.

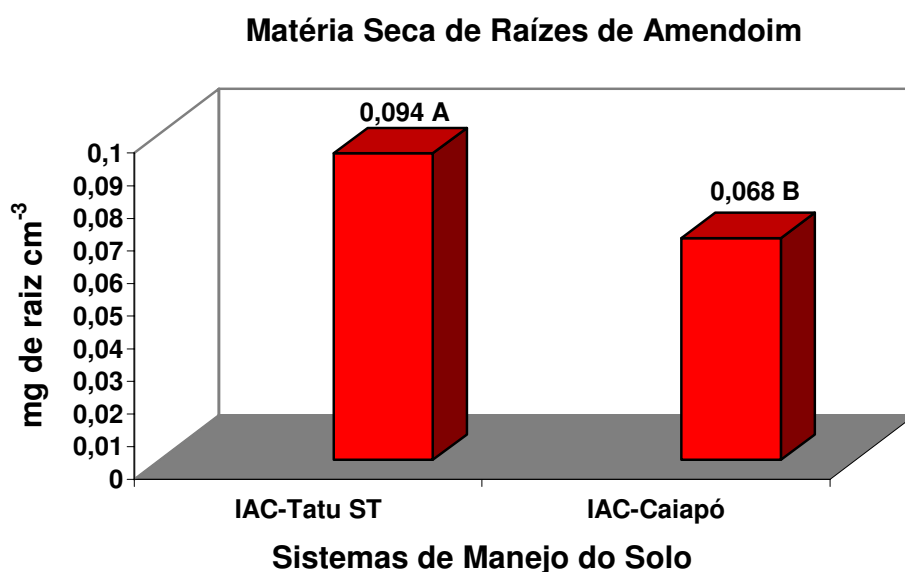


Figura 25. Quantidade de matéria seca das raízes (mg.cm⁻³) das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, sobre palhada de cana crua, para média da profundidade 0 a 70 cm e dos sistemas de manejo de solo. Ribeirão Preto, 2000/01. Letras diferem médias ao nível de 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Provavelmente, devido a amostragem ter sido realizada aos 75 dias após a emergência, o sistema radicular da cultivar IAC-Caiapó não havia atingido seu máximo desenvolvimento. INFORZATO & TELLA (1960), também verificaram diferenças entre as cultivares Tatuí-76 e Roxo-40, as quais produziram 112 e 69 kg.ha⁻¹ de raízes secas, indicando que apesar de profundo o sistema radicular do amendoim é pouco vigoroso. MARUBAYASHI et al. (1994), comparando o sistema radicular de 5 cultivares de amendoim (Tatu, Oirã, Tupã, FCA 170 e FCA 265), verificaram que a maior concentração está presente nos primeiros 15 cm de profundidade. Com relação à distribuição em profundidade, observa-se nas Figuras 26 e 27, que somente nos sistema plantio direto foram quantificadas raízes na camada 60-70 cm. KETRING & REID (1995), relatam que o máximo crescimento das raízes do amendoim são observadas em solos de textura mais arenosa, nos quais pode chegar até 275 cm de profundidade, porém com maior concentração nos primeiros 35 cm.

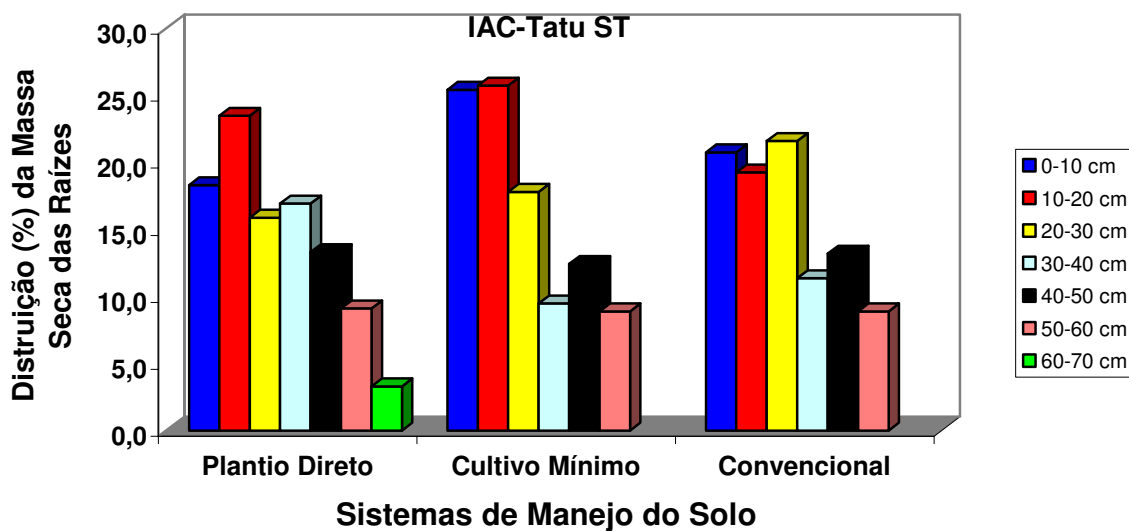


Figura 26. Distribuição (%) da matéria seca das raízes (mg.cm^{-3}) da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, sobre palhada de cana crua em diferentes sistemas de manejo do solo, em estratos de profundidade até 70 cm. Média de 8 repetições. Ribeirão Preto, SP, 2000-01.

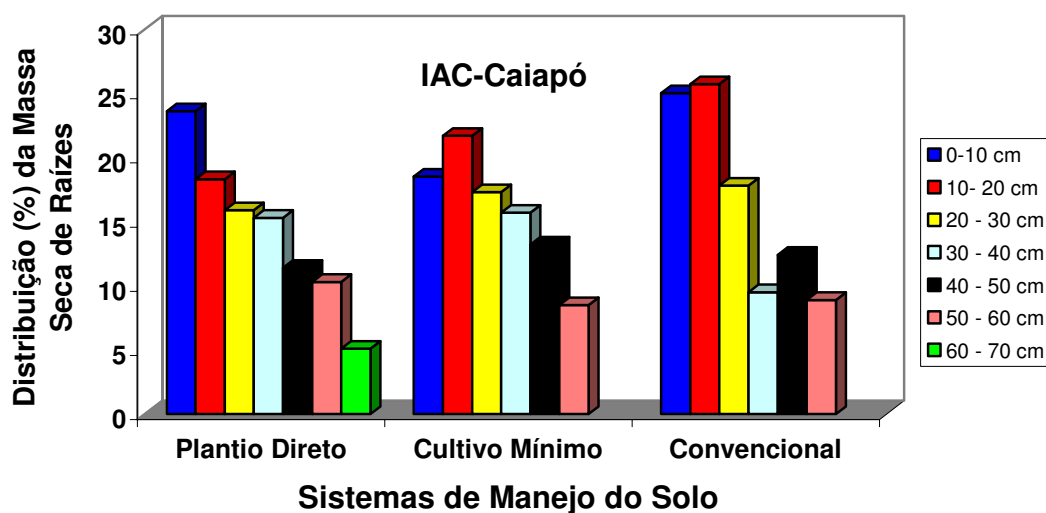


Figura 27. Distribuição (%) da matéria seca das raízes (mg.cm^{-3}) da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, sobre palhada de cana crua em diferentes sistemas de manejo do solo, em estratos de profundidade até 70 cm. Média de 8 repetições. Ribeirão Preto, SP, 2000-01.

CAIRES & ROSOLEM (1998), encontraram maior densidade de raízes nos primeiros 20 cm para as cultivares Tatu e Tupã, aos 65 dias após a emergência. Normalmente, devido maior umidade no sistema plantio direto, principalmente em condição de palhada de cana crua, ocorre maior concentração das raízes na superfície. Ao contrário, observa-se que no sistema convencional, mais de 50% da massa das raízes da cultivar IAC-Tatu ST situou-se nos primeiros 20 cm, sendo que o mesmo ocorreu para IAC-Caiapó no sistema cultivo mínimo. O maior crescimento de raízes em profundidade no sistema plantio direto, não é um fato isolado e encontra respaldo na literatura, conforme explica DE MARIA et al. (1999), a decomposição de raízes e atividade de muitos organismos, forma os chamados “bioporos”.

4.1.3. Experimentos em Áreas de Pastagem

Os resultados de produção de vagens referentes aos experimentos conduzidos em renovação de pastagem encontram-se na Tabela 19. Na realidade, foram conduzidos mais dois experimentos em Ribeirão Preto, nos anos agrícolas 2001/2002 e 2002/03, nos quais não foi possível coletar dados satisfatórios de produção. Em 2001/02, ocorreu algum distúrbio fisiológico, pois as plantas praticamente não apresentaram produção de vagens, semelhante aos problemas decorrentes do excesso de potássio no solo, comuns em áreas de “sacrifício de vinhaça”. Em 2002/03, a semeadura foi realizada muito tarde, comprometendo a produtividade.

Nos outros três experimentos conduzidos em Ribeirão Preto, em nenhum houve diferença estatística para produção de vagens, entre os tratamentos de manejo do solo. As diferenças entre os anos, se devem principalmente à distribuição de chuvas. No ano 2000/01, o experimento foi instalado em gleba com pastagem de 25 anos de exploração, e a semeadura foi efetuada na segunda quinzena de dezembro. Observa-se na Figura 2, que o mês de janeiro apresentou acentuada deficiência hídrica (58.3 mm) e nos meses seguintes praticamente não houve excedente. A produção (Tabela 20) e o rendimento (Tabela 21) de grãos também não foram alterados pelos sistemas de manejo. Entretanto, verificou-se diminuição significativa, para a média das cultivares,

no estande final de plantas (Tabela 22). Vale salientar, que neste ano não foi utilizada semeadora com haste escarificadora na distribuição dos fertilizantes, mas somente conjunto de discos desencontrados. Conseqüentemente, não foi possível romper a camada mais adensada da superfície, depositando as sementes sobre a pastagem. Outro aspecto comum nestes experimentos, foi a dificuldade das plântulas romperem a camada de palhada de *Brachiaria spp.* (Figura 28).

Tabela 19. Produção de vagens (kg.ha⁻¹) das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre pastagem em Ribeirão Preto-SP, Pindorama-SP e Mirassol-SP. Média de 12 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Ribeirão Preto			Pindorama	Mirassol
	00/01	03/04	04/05	03/04	04/05
Convencional	1783	3249	2256	3167 a	1962 a
Cultivo Mínimo	1925	3440	2597	3157 a	1436 b
Plantio Direto	1756	3450	2054	2812 b	1643 ab
Teste F	2,7 ns	0,48 ns	3,4 ns	9,0 *	11,7 *
d.m.s. (Tukey 5%)	238	744	641	292	346
Cultivares (C)					
IAC-Tatu ST	1647 b	2956 b	1940 b	2924	1643
IAC-Caiapó	1996 a	3797 a	2664 a	3165	1717
Teste F	20,2 **	33,8 **	46,6 **	3,2 ns	0,77 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	175	327	240	308	224
Interação S x C					
Teste F	1,8 ns	1,6 ns	0,7 ns	1,6 ns	4,99 *
C.V. Manejos	8,5	14,4	18,2	6,3	13,5
C.V. Cultivares	10,4	10,5	11,3	10,9	14,5

e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução



Figura 28. Sementes distribuídas sobre a palhada (esquerda). Irregularidade na emergência de amendoim em sistema plantio sobre pastagem (direita). Ribeirão Preto, 2000/01.

Este primeiro experimento em pastagem possibilitou conhecer muitos aspectos práticos, os quais são interessantes para aperfeiçoar o sistema. Foi possível observar 5 meses após a colheita das cultivares, no final de outubro de 2001, que as parcelas em plantio direto já estavam cobertas novamente com pastagem, enquanto as parcelas no sistema convencional, estavam com 95% de infestação de guanxuma (*Sida* spp.). Foram retiradas amostras para quantificar a produção de matéria seca em todas parcelas. No tratamento plantio direto, haviam 4.275 kg.ha^{-1} de matéria seca de *Brachiaria* spp. e nas parcelas do sistema convencional, 9.175 kg.ha^{-1} de matéria seca de guanxuma (*Sida* spp.).



Figura 29. Parcela do plantio direto após 6 meses da colheita do amendoim, 100% de cobertura com pastagem (foto esquerda). Parcela do sistema convencional após 6 meses, com 95% de infestação de *Sida* spp., no início do ano agrícola (foto direita). Ribeirão Preto, 2001.

Nos anos 2003/04 e 2004/05, a distribuição de chuvas foi melhor, porém as diferenças de produtividade entre estes dois anos de condução, considerando que os experimentos foram semeados na mesma data, podem ser atribuídos à maior pressão de doenças, decorrentes do cultivo de amendoim nas mesmas parcelas. De acordo com JOHNSON et al. (1999), a produção de vagens no sistema convencional, diminuiu 6% e 37%, respectivamente no segundo e terceiro ano de cultivo contínuo na mesma área, em comparação com cultivo sobre forrageira do gênero *Paspalum* sp. Comparando os dois anos, verifica-se que as perdas percentuais na produção de vagens no sistema convencional, cultivo mínimo e plantio direto foram respectivamente; 31%, 25% e 40%. Com relação à produção de grãos, a diminuição na quantidade produzida no ano 2004/05, foi 22%, 21% e 39%, respectivamente nos sistemas convencional, cultivo

mínimo e plantio direto. A maior queda de produção ocorrida no plantio direto, pode ser atribuída à diminuição na quantidade da palhada em relação ao ano anterior (pastagem com 28 anos). Provavelmente, os resíduos de amendoim do cultivo anterior serviram de fonte de inóculo das doenças que ocorrem no amendoim. A menor incidência e severidade de cercosporiose no sistema plantio direto, relatados na literatura (PORTER & WRIGHT, 1991; SORENSEN et al., 2005) somente são válidos quando a semeadura é realizada em sucessão a outro cultivo na entressafra.

Em 2003/04, o estande final de plantas foi estatisticamente menor no plantio direto, independente da cultivar. É importante observar que no mês de fevereiro de 2005, ocorreu acentuada deficiência hídrica (72.8 mm), condição que somente foi revertida em maio (Figura 5). Nestas condições, o cultivo mínimo proporcionou aumento significativo em relação ao plantio direto (Tabela 20). No ano 2003/04, procedeu-se amostragem do conteúdo de água no solo, conforme pode-se visualizar nas Figuras 30 e 31. Nas 4 avaliações consecutivas, foi possível constatar um conteúdo de água (0-12 cm) significativamente maior no sistema plantio direto, em relação ao convencional e mínimo. Convém mencionar, que nas demais avaliações (Tabela 23), o sistema cultivo mínimo apresentou os menores conteúdos de água na camada de 0-12 cm.

Tabela 20. Produção de grãos (kg.ha⁻¹) das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre pastagem em Ribeirão Preto-SP, Pindorama-SP e Mirassol-SP. Média de 12 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Ribeirão Preto			Pindorama	Mirassol
	00/01	03/04	04/05	03/04	04/05
Convencional	1187	2046	1599 ab	1920 ab	1253 a
Cultivo Mínimo	1336	2238	1758 a	1961 a	947 b
Plantio Direto	1265	2267	1392 b	1682 b	1072 b
Teste F	3,0 ns	3,1 ns	6,1 *	5,5 *	13,9 **
d.m.s. (Tukey 5%)	185	296	322	277	178
Cultivares (C)					
IAC-Tatu ST	1155 b	1961 b	1302 b	1621 b	1111 a
IAC-Caiapó	1369 a	2406 a	1864 a	2086 a	1070 a
Teste F	11,3 **	16,4 **	30,2 **	10,7 **	0,56 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	144	249	231	321	125
Interação S x C					
Teste F	0,98	0,8 ns	1,1 ns	1,4	5,49 *
C.V. (%) Manejos	9,6	8,8	13,3	9,7	10,7
C.V. (%) Cultivares	12,4	12,3	15,8	18,7	12,4

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 21. Índice de rendimento de grãos (%) das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre pastagem em Ribeirão Preto-SP, Pindorama-SP e Mirassol-SP. Média de 12 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Ribeirão Preto			Pindorama	Mirassol
	00/01	03/04	04/05	03/04	04/05
Convencional	67,0	63,2	68,9	60,1	64,5
Cultivo Mínimo	69,5	65,5	67,3	61,0	65,6
Plantio Direto	71,8	65,7	67,3	59,7	66,0
Teste F	4,2 ns	1,1 ns	0,98 ns	0,38 ns	0,3 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	5,0	5,9	4,1	8,7	6,8
Cultivares (C)					
IAC-Tatu ST	70,2	63,3	68,9 a	55,3 b	65,0
IAC-Caiapó	68,7	66,2	66,6 b	66,0 a	66,0
Teste F	0,57 ns	3,2 ns	7,7 *	61,7 **	0,2 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4,2	3,7	1,8	3,1	5,4
Interação S x C					
Teste F	2,9 ns	0,8 ns	11,7 **	5,86 *	0,1 ns
C.V. Manejos	4,7	5,9	3,9	9,3	6,8
C.V. Cultivares	6,6	6,1	2,9	5,5	8,9

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 22. Estande de plantas (plantas.m⁻¹) por ocasião da colheita, das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, em manejos de solo sobre pastagem em Ribeirão Preto-SP, Pindorama-SP e Mirassol-SP. Média de 12 repetições.

Sistema de Manejo (M)	Ribeirão Preto			Pindorama	Mirassol
	00/01	03/04	04/05	03/04	04/05
Convencional	13,0 a	15,0 a	16,0	14,0	14,3
Cultivo Mínimo	13,0 a	14,0 ab	17,0	14,0	14,6
Plantio Direto	11,0 b	13,0 b	15,0	13,0	13,4
Teste F	9,7 *	6,2 *	3,8 ns	1,35 ns	1,9 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	1,5	1,4	2,8	0,56	1,9
Cultivares (C)					
IAC-Tatu ST	14,0 a	18,0 a	20,0 a	16,0 b	16,4 a
IAC-Caiapó	11,0 b	10,0 b	12,0 b	11,0 a	11,7 b
Teste F	115,6 **	97,3 **	164 **	708 **	49,3 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,6	1,6	1,5	0,37	1,5
Interação S x C					
Teste F	0,1 ns	0,7 ns	1,8 ns	1,04 ns	0,7 ns
C.V. Manejos	7,8	6,6	11,6	2,7	8,7
C.V. Cultivares	5,3	12,8	9,9	2,9	11,6

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

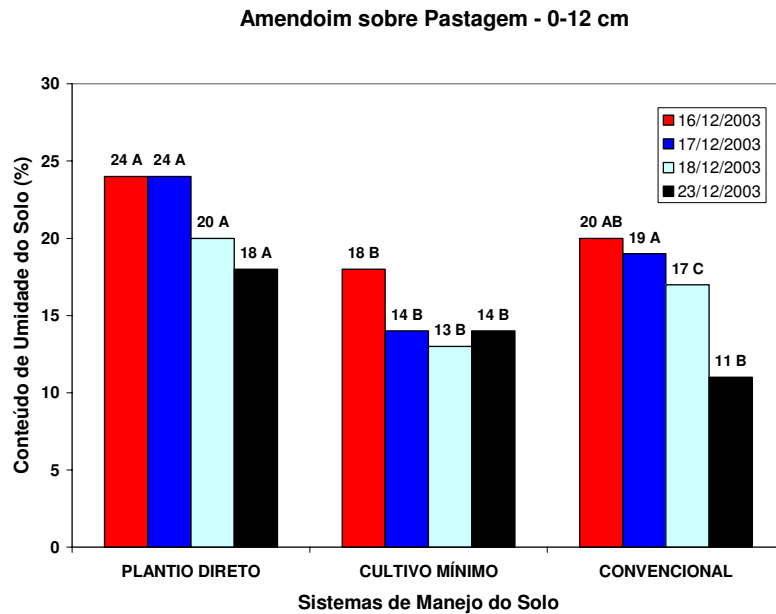


Figura 30. Conteúdo volumétrico de água (%) no solo, na camada de 0-12 cm, em três manejos de solo sobre pastagem. Ribeirão Preto, 2003/04. Média de 8 repetições. Letras comparam médias em cada data de avaliação pelo teste de Tukey (5%).

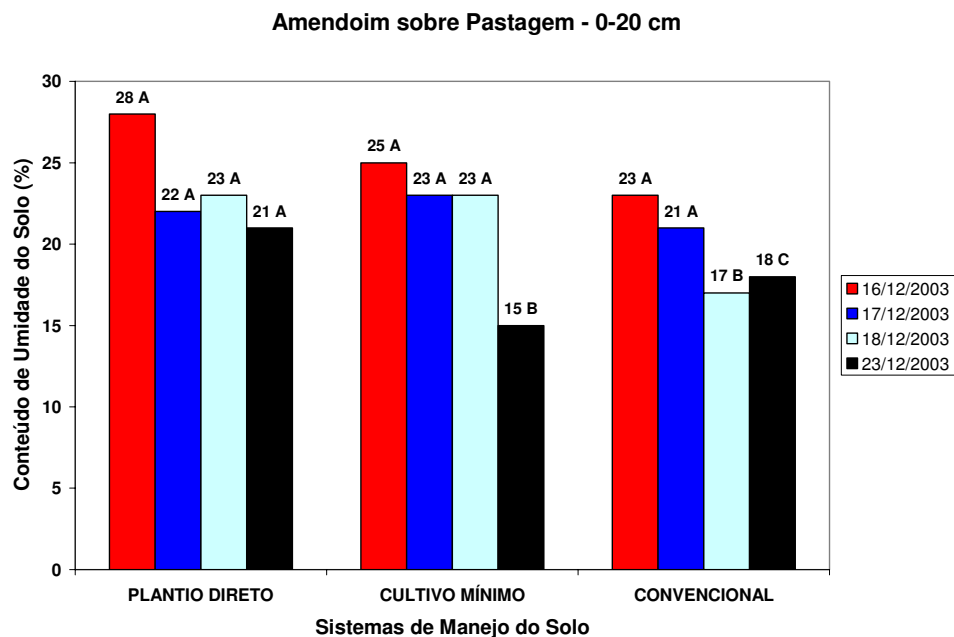


Figura 31. Conteúdo volumétrico de água (%) no solo na camada de 0-20 cm, em três manejos de solo sobre pastagem. Ribeirão Preto, 2003/04. Média de 8 repetições. Letras comparam médias em cada data de avaliação pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 23. Conteúdo volumétrico (%) de água no solo, nas camadas de 0-12 e 0-20 cm de profundidade, em função do sistemas de manejo do solo e posição de amostragem (linha e entrelinha), em diferentes fases de desenvolvimento das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, na renovação de pastagem. Ribeirão Preto, 2003-04. Média de 8 repetições.

Sistema de Manejo (M)	5/01/03	12/02/04		15/03/04
	Profundidade (cm)			
	0 – 12	0 - 12	0 - 20	0 – 12
	-----%			
Convencional	21 b	22 ab	43 a	42 a
Cultivo Mínimo	23 b	18 b	32 b	33 b
Plantio Direto	31 a	26 a	43 a	45 a
Teste F	36,4 **	9,7 **	10,7 **	14,1 **
d.m.s. (Tukey 5%)	3,2	4,8	6,9	6,4
Posição (P)				
Entrelinha	32 a	24 a	44 a	42 a
Linha de Semeadura	17 b	19 b	35 b	38 b
Teste F	170 **	17 **	61 **	13,9 **
d.m.s. (Tukey 5%)	2,5	2,5	2,6	2,4
Interação S x P				
Teste F	1,2 ns	0,6 ns	0,3 ns	0,5 ns
C.V. (%) Manejos	13,9	23,9	18,9	17,9
C.V. (%) Posição	16,5	18,9	10,8	9,9

O menor conteúdo de água do solo, mensurado no sistema cultivo mínimo em diferentes fases do ciclo de desenvolvimento, está relacionado com as alterações provocadas na estrutura do solo. Pode-se observar que densidade do solo foi reduzida significativamente no cultivo mínimo somente no primeiro ano, em relação ao plantio direto (Tabela 24).

No ano 2004/05, após dois anos consecutivos de preparo convencional e cultivo mínimo, os valores de microporosidade aumentaram aos níveis do plantio direto e a macroporosidade, principalmente no convencional, foi reduzida estatisticamente, em relação ao plantio direto, denotando que este sistema compactou o solo (Tabela 25). Geralmente, as práticas de manejo têm maior impacto sobre as propriedades físicas de solos arenosos do que argilosos e as alterações nos atributos muitas vezes não são visualizados nos primeiros anos de pesquisa. Uma pastagem com 25 anos de exploração, devido às raízes da forrageira, conduz a uma situação semelhante ao sistema plantio direto já estabilizado.

CENTURION & DEMATTÊ (1985) concluíram para as condições de cerrado, que o preparo convencional induziu à formação de camadas compactadas e alterações nos atributos físicos, os quais reduziram a disponibilidade de água para as plantas.

ROTH et al. (1988), em Latossolo do Paraná, concluíram que após sete anos de plantio direto, ocorre redução da porosidade total e aumento da densidade na camada superficial, as quais atribuem ao tráfego, porém no sistema convencional observaram alterações na profundidade de 20-30 cm, caracterizando a formação do "pé de arado".

DE MARIA et al. (1999), encontraram maiores valores de densidade do solo em sistema plantio direto, todavia verificaram que esta alteração não influenciou o crescimento de raízes. Estes resultados auxiliam na interpretação de que a introdução de preparo convencional em pastagem, que não esteja degradada, certamente irá introduzir modificações prejudiciais à estrutura do solo.

CORSINI & FERRAUDO (1999), concluíram para condição de Latossolo roxo, que partindo de uma situação de solo conduzido em sistema convencional, foram necessários 4 anos para melhorar a porosidade de aeração do solo e diminuição da densidade. Por outro lado, trabalho de COSTA et al. (2003), não verificou diferenças estatísticas na porosidade do solo após 21 anos de plantio direto versus convencional.

Os resultados obtidos até o momento nesta pesquisa, permitem inferir que o contraste entre os sistemas de preparo serão mais perceptíveis nos próximos anos, com resultados favoráveis ao plantio direto, caso seja possível introduzir uma razoável quantidade de biomassa, anualmente. Com as informações geradas até o momento, não é possível atribuir tão somente às alterações ocorridas nos atributos físicos do solo, as variações de produção de vagens e grãos. Outras causas, tais como; perdas de vagens no arranquio devido doenças, vigor no início do desenvolvimento, indicadores da resistência à penetração das raízes em diferentes estádios de desenvolvimento e monitoramento do ponto de colheita nos diferentes sistemas de cultivo, são aspectos importantes que deveriam ser contemplados em futuras pesquisas.

Tabela 24. Atributos físicos do solo avaliados nos sistemas de manejo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, em três profundidades de amostragem, na renovação de pastagem. Ribeirão Preto, 2003-04. Média de 8 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Densidade do Solo g.cm ⁻³	Porosidade			Água 100 kPa g.dm ⁻³
		Total	Macro dm ⁻³ .dm ⁻³	Micro	
Convencional	1,18 a	0,601	0,216	0,372 b	0,339
Cultivo Mínimo	1,12 b	0,596	0,213	0,380 ab	0,347
Plantio Direto	1,21 a	0,609	0,206	0,403 a	0,353
Teste F	13,2 **	0,2 ns	0,23 ns	4,57 *	0,71 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,05	0,062	0,04	0,03	0,03
Profundidade (P)					
0 a 10	1,13 b	0,627 a	0,232 a	0,392 a	0,362 a
10 a 20	1,19 a	0,595 b	0,204 b	0,384 a	0,342 b
20 a 30	1,20 a	0,584 b	0,199 b	0,379 a	0,336 b
Teste F	13,3 **	6,6 **	9,3 *	1,7 ns	7,47 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,03	0,98 ns	0,02	0,02	0,02
Interação M x P					
Teste F	1,8 ns	1,8 ns	1,42 ns	1,95 ns	1,49 ns
C.V. (%) Manejos	5,1	13,5	24,9	9,7	12,2
C.V.(%) Profundidade	4,2	6,9	13,8	6,2	6,9

Tabela 25. Atributos físicos do solo avaliados nos sistemas de manejo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, em três profundidades de amostragem, em renovação de pastagem. Ribeirão Preto, 2004-05. Média de 8 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Densidade do Solo g.cm ⁻³	Porosidade			Água 100 kPa g.dm ⁻³
		Total	Macro dm ⁻³ .dm ⁻³	Micro	
Convencional	1,21	0,608	0,184 b	0,424	0,385
Cultivo Mínimo	1,20	0,615	0,199 ab	0,417	0,376
Plantio Direto	1,19	0,621	0,210 a	0,411	0,381
Teste F	0,62 ns	1,62 ns	4,75*	2,9 ns	1,1 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02
Profundidade (P)					
0 a 10	1,16 c	0,635 a	0,231 a	0,404 b	0,371 b
10 a 20	1,21 b	0,611 b	0,202 b	0,409 b	0,375 ab
20 a 30	1,25 a	0,598 c	0,159 c	0,438 a	0,395 a
Teste F	26,7 **	25,2 **	35,9 **	11,3 **	4,97 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
Interação M x P					
Teste F	1,21 ns	0,70 ns	0,97 ns	1,47 ns	0,96 ns
C.V. (%) Manejos	4,9	4,1	15,1	4,7	5,3
C.V.(%) Profundidade	3,6	2,9	14,8	6,5	7,4

Com relação aos experimentos conduzidos em condição de Argissolo, em Pindorama e Mirassol, pode-se verificar nas Tabelas 19 e 20, que mesmo com semeaduras tardias, as produtividades neste tipo de solo foram semelhantes aos obtidos em Latossolo de Ribeirão Preto. Por apresentarem horizonte A com textura arenosa, a aeração é melhorada nas camadas superficiais, favorecendo a formação e desenvolvimento das vagens, de acordo com NOGUEIRA & TÁVORA (2005). Ao mesmo tempo, o horizonte Bt, funciona como um reservatório de água em profundidade, diminuindo a susceptibilidade aos períodos de deficiência hídrica.

No experimento de Pindorama, a produção de vagens foi estatisticamente menor no plantio direto, em relação aos demais manejos (Tabela 19). Entretanto, a produção de grãos no plantio direto diferiu somente do cultivo mínimo (Tabela 20). Na Figura 7, observa-se que no mês de março ocorreu pronunciada deficiência hídrica, quando as plantas se encontravam com 45 dias da emergência. Como não houve diferença entre os sistemas quanto ao estado final de plantas, as causas para o pior desempenho do sistema plantio direto, pode estar relacionada com os atributos físicos do solo. Na Tabela 26, nota-se que os valores de densidade são substancialmente maiores que os determinados em Latossolo vermelho, pois este apresentam microagregados decorrentes da presença de óxidos de ferro e alumínio, portanto são mais difíceis de se compactarem. Ao contrário, em alguns Argissolos em razão da grande quantidade de areia fina, apresentam maiores valores de densidade, quando secos. Verifica-se que os manejos convencional e cultivo mínimo, conferiram aumentos significativos da macroporosidade e da retenção de água na capacidade de campo. GUPTA et al. (1989) informam que em solos arenosos, um aumento da densidade do solo resulta em um aumento na capacidade de retenção de água, conforme o potencial mátrico, mas a magnitude deste efeito diminui com um decréscimo do potencial de água. O desafio neste caso, é saber o limite entre os benefícios e os prejuízos da compactação. KAHAN (1984), avaliou em solo arenoso (Ultisol) diversos atributos físicos em diferentes manejos de solo, inclusive plantio direto sobre palhada de arroz, ao longo do ciclo de desenvolvimento do amendoim (emergência, florescimento,

emissão dos ‘pegs’, formação das vagens e pós colheita). Concluiu que logo após a emergência, a densidade do solo era 1,68 no plantio direto e 1,2 no sistema convencional com aração, a qual aumentou para 1,38 na fase enchimento dos grãos e 1,44 após a colheita. Na presente pesquisa, o fato das avaliações terem sido realizadas após a colheita, não possibilitou identificar as diferenças na densidade do solo, por ocasião das fases críticas do desenvolvimento do amendoim. Depreende-se disto, que em futura pesquisas, sobretudo nos solos arenosos, os atributos físicos sejam avaliados ao longo do ciclo do amendoim.

Tabela 26. Atributos físicos do solo avaliados nos sistemas de manejo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, em três profundidades de amostragem, em renovação de pastagem. Pindorama, 2003-04. Média de 8 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Densidade	Porosidade			Água
	do Solo g.cm ⁻³	Total	Macro	Micro	100 kPa g.dm ⁻³
			dm ⁻³ .dm ⁻³		
Convencional	1,61	0,381	0,054 a	0,334	0,180 a
Cultivo Mínimo	1,59	0,391	0,056 a	0,336	0,187 a
Plantio Direto	1,63	0,374	0,041 b	0,326	0,158 b
Teste F	1,93 ns	2,03 ns	13,0 **	0,81 ns	3,85 *
d.m.s. (Tukey 5%)	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03
Profundidade (P)					
0 a 10	1,53 a	0,413 a	0,570 a	0,356 a	0,194 a
10 a 20	1,62 b	0,371 b	0,468 b	0,324 b	0,166 b
20 a 30	1,67 c	0,362 b	0,467 b	0,315 b	0,165 b
Teste F	64,7**	43,9 **	6,8 *	27,2 **	19,9 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,03	0,95 ns	0,01	0,01	0,01
Interação M x P					
Teste F	1,66 ns	0,01	0,25 ns	0,66 ns	1,34 ns
C.V. (%) Manejos	4,31	7,7	23,1	7,9	21,4
C.V.(%) Profundidade	2,67	5,2	22,9	6,0	10,4

No experimento conduzido em Mirassol, houve interação significativa entre sistemas de manejo e cultivares de amendoim, concordando novamente com os trabalhos de GRICHAR & SMITH (1991, 1992) e sustentando uma das hipóteses desta pesquisa. Como o experimento foi instalado em janeiro, não houve restrição hídrica que comprometesse a emergência e estabelecimento do estande de plantas. Entretanto, nos meses de fevereiro e abril, ocorreram acentuados períodos de deficiência hídrica, que concorreram para abaixar o potencial de produção. Nas Tabelas 27 e 28, pode-se verificar os resultados de produção de vagens e grãos para cada cultivar. Enquanto

para cultivar IAC-Tatu ST não houve diferença de produção entre os diferentes manejos de solo, para IAC-Caiapó houve redução significativa no plantio direto. Todavia, o cultivo mínimo reduziu estatisticamente a produção de grãos para IAC-Caiapó.

Tabela 27. Desdobramento da interação entre sistemas de manejo do solo e cultivares de amendoim, para variável produção de vagens (kg.ha^{-1}), no ano agrícola 2004-05 em Mirassol-SP. Média de 12 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	1845 Aa	1673 Aa	1635 Aa	0,9 ns
IAC-Caiapó	2078 Aa	1160 Ab	1653 Ba	15,4 **
Teste F	1,85 ns	8,9 *	0,1 ns	

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras maiúsculas comparam médias dentro de cada cultivar e minúsculas dentro de cada manejo de solo.

D.M.S. (Sistema.d.Cultivar)= 434 ; D.M.S. (Cultivar d. Sistema)= 388

Tabela 28. Desdobramento da interação entre sistemas de manejo do solo e cultivares de amendoim, para variável produção de grãos (kg.ha^{-1}), no ano agrícola 2004-05 em Mirassol-SP. Média de 12 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	1170 Aa	1086 Aa	1076 Aa	0,7 ns
IAC-Caiapó	1335 Aa	807 Cb	1068 Ba	17,5 **
Teste F	2,9 ns	8,6 *	0,1 ns	

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras maiúsculas comparam médias dentro de cada cultivar e minúsculas dentro de cada manejo de solo.

D.M.S. (Sistema.d.Cultivar)= 216 ; D.M.S. (Cultivar d. Sistema)= 233

Observa-se na Tabela 29, que o sistema cultivo mínimo aumentou a macroporosidade, conseqüentemente reduziu a capacidade de armazenar água. Como o ciclo da cultivar IAC-Caiapó é mais longo, esta ficou mais vulnerável aos dois pronunciados períodos de deficiência hídrica, resultando em menor produtividade de vagens e grãos. Como pode-se visualizar na Figura 32, o sistema convencional com aiveca e gradagens, proporcionou diminuição da porosidade total, enquanto o uso de subsolador aumentou este atributo, em relação ao tratamento sem preparo. O cultivo mínimo, aumentou significativamente a macroporosidade nos primeiros 10 cm de profundidade (Figura 33). DIAS JUNIOR (2000) esclarece em extensa revisão que as práticas de manejo alteram principalmente os macroporos, ficando a microporosidade praticamente inalterada.

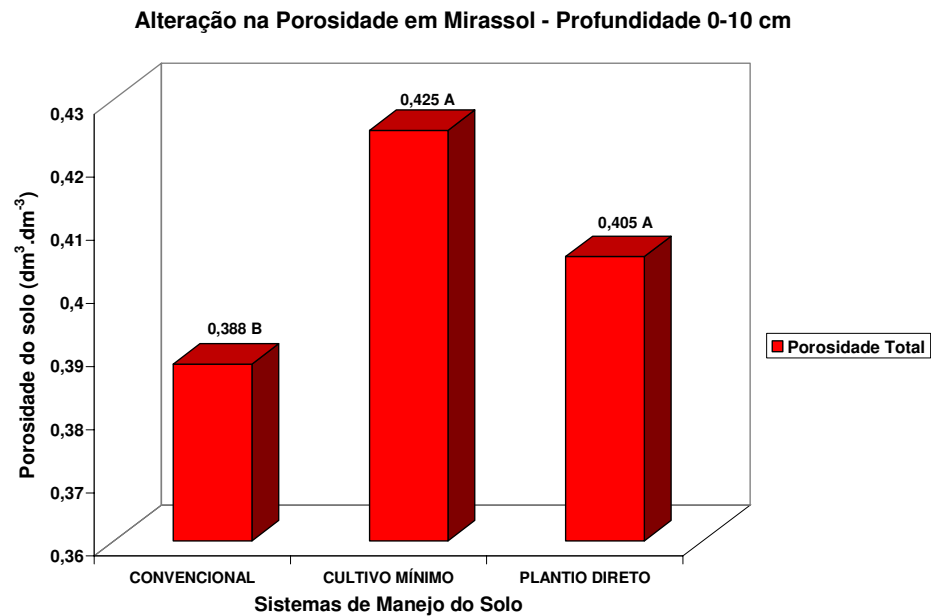


Figura 32. Porosidade total do solo ($\text{dm}^3 \cdot \text{dm}^{-3}$), na profundidade de 0-10 cm, em diferentes sistemas de manejo de amendoim na renovação de pastagem. Mirassol, 2004-05. Média de 8 repetições. Letras comparam médias entre sistemas pelo teste de Tukey (5%)

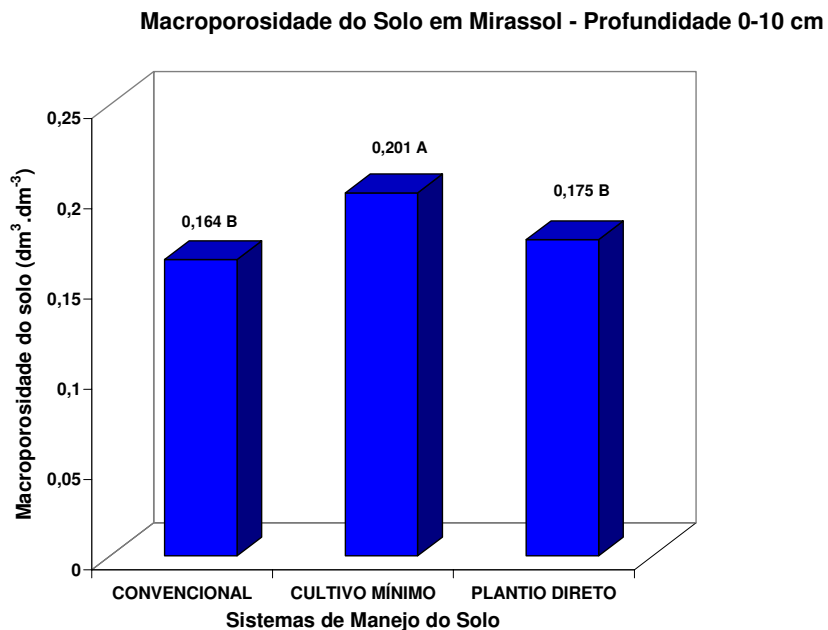


Figura 33. Macroporosidade do solo ($\text{dm}^3 \cdot \text{dm}^{-3}$), na profundidade de 0-10 cm, em diferentes sistemas de manejo de amendoim na renovação de pastagem. Mirassol, 2004-05. Média de 8 repetições. Letras comparam médias entre sistemas pelo teste de Tukey (5%)

Por conseguinte, pode-se concluir destes resultados que a diminuição na porosidade total no sistema convencional, proporcionou uma compactação “benéfica”, com relação ao aumento na capacidade de armazenamento de água, conforme relatam algumas pesquisas (GUPTA et al., 1989; SILVA et al., 2005). É interessante observar, que nos períodos de pronunciada deficiência hídrica, era possível observar morte de plantas, sobretudo da cultivar IAC-Caiapó, decorrentes da compactação originada pelo pisoteio de animais, conforme pode-se visualizar nas fotos presentes na Figura 34.



Figura 34. Foto da esquerda, demonstra amendoim IAC-Tatu ST sobre palhada de *Brachiaria* spp., aos 30 DAE. Foto da direita mostra efeito das zonas de compactação no plantio direto sobre pastagem, sobre IAC-Caiapó. Mirassol, 2005.

Tabela 29. Atributos físicos do solo avaliados nos sistemas de manejo convencional, cultivo mínimo e plantio direto, em três profundidades de amostragem, em renovação de pastagem. Mirassol, 2003/04. Média de 8 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Densidade do Solo g.cm ⁻³	Porosidade			Água 100 kPa g.dm ⁻³
		Total	Macro dm ⁻³ .dm ⁻³	Micro	
Convencional	1,58	0,380	0,159 b	0,228	0,169
Cultivo Mínimo	1,56	0,400	0,180 a	0,219	0,161
Plantio Direto	1,59	0,390	0,163 ab	0,227	0,164
Teste F	2,2 ns	2,0 ns	5,1 *	0,88 ns	0,54 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
Profundidade (P)					
0 a 10	1,55 b	0,410 a	0,180 a	0,226	0,163
10 a 20	1,55 b	0,390 a	0,173 a	0,225	0,164
20 a 30	1,63 a	0,380 b	0,149 b	0,223	0,167
Teste F	16,1 **	28,6 **	19,7 **	1,1 ns	1,4 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Interação M x P					
Teste F	1,76 ns	3,9 **	1,57 ns	2,1 ns	1,63 ns
C.V. (%) Manejos	3,1	5,6	16,4	11,4	16,7
C.V.(%) Profundidade	3,5	4,2	11,0	3,5	4,4

Para futuras pesquisas, deve-se procurar investigar com mais detalhe o estabelecimento inicial do estande de plantas e quantificar o atraso na emergência em condição de semeadura sobre palhada. Muitas vezes, a razão para a menor produção tanto de vagens quanto de grãos está no atraso inicial no desenvolvimento das plantas, em relação ao sistema convencional. Vários autores têm sinalizado que quando as sementes não são depositadas em contato com o solo, ficam somente sobre a palhada, resultando em atraso e falha na emergência, podendo ou não diminuir a produção de vagens, mas seguramente influencia na granação, a qual pode chegar a 3% de queda (GRICHAR et al., 1998; RAHMIANNA et al., 2000; KIRCHHOF et al., 2000). Portanto, este aspecto não pode ser negligenciado em futuras investigações científicas.

4.2. Qualidade das sementes de amendoim

As condições de maior umidade do solo no plantio direto, desperta a curiosidade sobre a influência destas condições sobre a qualidade das sementes colhidas. Os testes de germinação e vigor, comparando os diferentes sistemas de manejo para cultivar IAC-Tatu ST, sobre pastagem e cana crua, encontram-se na Tabela 30. Observa-se que não houve diferença estatística entre os sistemas de manejo, para média dos dois ambientes. Porém em condição de pastagem, as sementes apresentaram maior vigor na peneira 22. Para média dos sistemas de manejo, em ambiente de cana crua, foi produzido 3% a mais de sementes classificadas na peneira 20, em relação ao ambiente de pastagem (Tabela 31). Nos desdobramentos apresentados (Tabelas 32 e 33), pode-se verificar que em ambiente de pastagem houve um aumento significativo no sistema de manejo convencional, das sementes com tamanho menor que peneira 18, além de apresentar 3 vezes mais vagens chochas, em relação aos sistemas conservacionistas. Este resultado pode ser explicado pela maior disponibilidade de água no solo nestes sistemas de manejo, favorecendo as fases de formação das vagens. Os resultados sinalizam que a qualidade fisiológica das sementes de amendoim foi prejudicada pelo manejo de solo. Não foram encontrados na literatura resultados que pudessem ser confrontados com os obtidos nesta pesquisa.

Tabela 30. Qualidade das sementes da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST em diferentes sistemas de manejo de solo sobre cana crua e pastagem, em Ribeirão Preto-SP, ano 2003/04. Média de 12 repetições.

Sistema de Manejo (M)	% Germinação Normais		% Primeira Contagem		% Plantas Anormais		Vagens Chochas
	P22	P20	P22	P20	P22	P20	%
Convencional	94,1	96,5	29,0	2,1	2,05	1,64	2,2
Cultivo Mínimo	96,5	93,4	33,9	1,65	1,65	1,55	1,33
Plantio Direto	97,4	97,1	31,9	1,57	1,57	1,49	1,49
Teste F	2,7 ns	0,6 ns	1,2 ns	1,63 ns	1,63 ns	0,35 ns	2,3 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4,4	11,3	9,7	0,87	0,87	0,58	1,24
Cultivares (C)							
Cana Crua	96,0	65,2	26,8 b	1,88	1,88	1,51	2,04 a
Pastagem	96,0	96,2	36,3 a	1,64	1,64	1,61	1,27 b
Teste F	0,01 ns	0,13 ns	25,0 **	0,62 ns	0,62 ns	0,12 ns	5,2 *
d.m.s. (Tukey 5%)	3,7	6,3	4,3	0,69	0,69	0,60	0,8
Interação S x C							
Teste F	0,57 ns	1,1 ns	1,22 ns	0,28 ns	0,28 ns	0,39 ns	7,2 *
C.V. Manejos	3,0	7,7	20,1	32,5	32,5	24,0	48,6
C.V. Ambientes	4,2	7,1	14,7	42,7	42,7	41,9	49,7

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 31. Classificação das sementes (%) da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, por tamanho de peneira, em diferentes sistemas de manejo de solo sobre cana crua e pastagem, em Ribeirão Preto-SP, ano 2003/04. Média de 12 repetições.

Sistema de Manejo (M)	Classificação por Tamanho de Peneiras				
	24	22	20	18	< 18
Convencional	3,38	17,1	40,8	27,8	10,9 a
Cultivo Mínimo	3,96	18,5	42,7	25,8	9,0 b
Plantio Direto	3,48	17,8	42,1	27,4	9,3 b
Teste F	1,1 ns	0,5 ns	2,4 ns	0,77 ns	10,7 *
d.m.s. (Tukey 5%)	1,3	4,3	2,7	5,2	1,4
Ambientes (C)					
Cana Crua	3,63	18,7	43,7 a	26,4	7,7 b
Pastagem	3,58	16,9	40,0 b	27,6	11,8 a
Teste F	0,1 ns	2,37 ns	21,2 **	1,01 ns	48,7 **
d.m.s. (Tukey 5%)	1,08	2,6	1,7	2,9	1,3
Interação S x C					
Teste F	0,1 ns	0,44 ns	0,6 ns	0,2 ns	4,5 *
C.V. Manejos	23,7	15,9	4,3	12,5	9,1
C.V. Ambientes	32,6	15,6	4,6	11,7	14,9

Tabela 32. Desdobramento da interação entre sistemas de manejo do solo e tipo de palhada na superfície, para cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, para variável porcentagem de vagens chochas, no ano agrícola 2003-04, em Ribeirão Preto, 2003-04.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
Cana Crua	1,0 Ab	1,0 Aa	2,0 Aa	1,62 ns
Pastagem	3,3 Aa	1,7 Ba	1,1 Ba	7,9 **
Teste F	16,3 **	1,6 ns	1,8 ns	

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras maiúsculas comparam médias dentro de cada palhada e minúsculas dentro de cada manejo de solo.

D.M.S. (Sistema.d. Palhada)= 1.3 ; D.M.S. (Palhada d. Sistema)= 1.5

Tabela 33. Desdobramento da interação entre sistemas de manejo do solo e tipo de palhada na superfície, para cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, para porcentagem de semente com peneira menor que 18, no ano agrícola 2003-04, em Ribeirão Preto, 2003-04.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
Cana Crua	7,6 Ab	7,4 Ab	8,1 Ab	0,31 ns
Pastagem	14,2 Aa	10,6 Ba	10,6 Ba	12,1 **
Teste F	41,7 **	9,73 *	6,3 *	

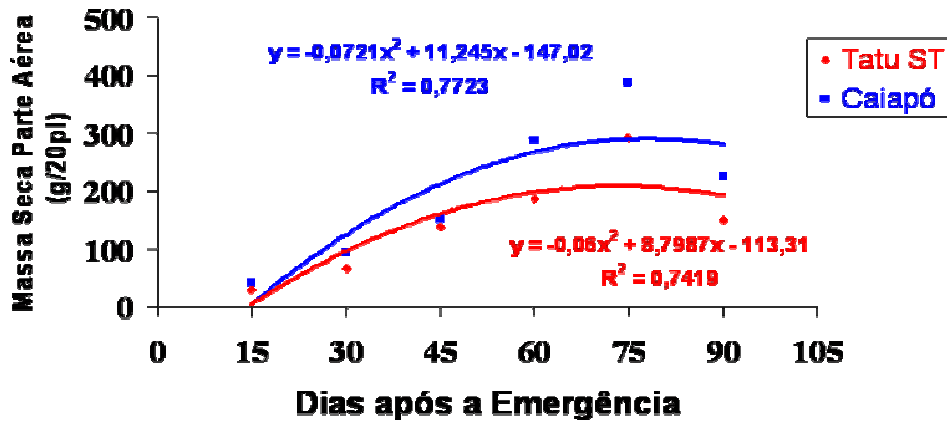
* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras maiúsculas comparam médias dentro de cada palhada e minúsculas dentro de cada manejo de solo.

D.M.S. (Sistema.d. Palhada)= 2.32 ; D.M.S. (Palhada d. Sistema)=2.22

4.3. Acúmulo de matéria seca e teor de nutrientes na parte aérea

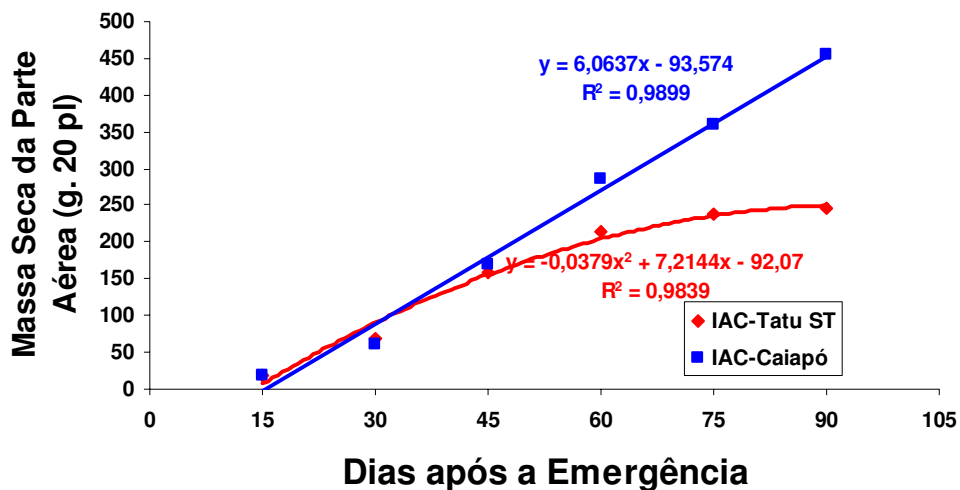
Nas Figuras 35a e 35b, encontram-se as regressões entre os dias transcorridos após a emergência das plantas e o acúmulo de matéria seca das folhas e ramas, para média dos três sistemas de manejo de solo. Observa-se que a partir dos 60 dias, a cultivar de porte rasteiro apresenta maiores valores médios de matéria seca, diferença que se mantém até final do ciclo da cultivar IAC-Tatu ST. Para cultivar IAC-Caiapó o acúmulo de matéria seca foi linear em condição de palhada de cana crua, enquanto sobre pastagem a resposta foi quadrática. NOGUEIRA & TÁVORA (2005), esclarecem que o amendoim é uma planta indeterminada não senescente, que retém a maioria das folhas até a maturidade, caso haja um bom controle fitossanitário. RODRIGUES FILHO et al. (1986), encontraram para cv. Tatuí 76 do tipo Spanish, máximo de acúmulo aos 90 dias após a semeadura. FEITOSA et al. (1993), verificaram máximo acúmulo entre 85 e 100 dias para cultivares do grupo Virgínia, concordando com a presente pesquisa. No sistema plantio direto a IAC-Caiapó sobre pastagem (Figura 36 b) e IAC-Tatu ST sobre cana crua (Figura 37 a), apresentaram maior quantidade de matéria seca que os demais, concordando com trabalhos THIAGALINGAM et al. (1991) e RAMAKRISHNA et al. (2006), realizados com outras cultivares.

Matéria Seca - Ensaio Pastagem 2000/01



a)

Matéria Seca - Cultivares - Ensaio Cana Crua 2000/01



b)

Figura 35. Acúmulo de matéria seca na parte aérea a cada 15 dias transcorridos da emergência, para cultivares de amendoim sobre pastagem (a) e cana crua (b). Média dos três sistemas de manejo, ensaio pastagem. Ribeirão Preto, 2000/01.

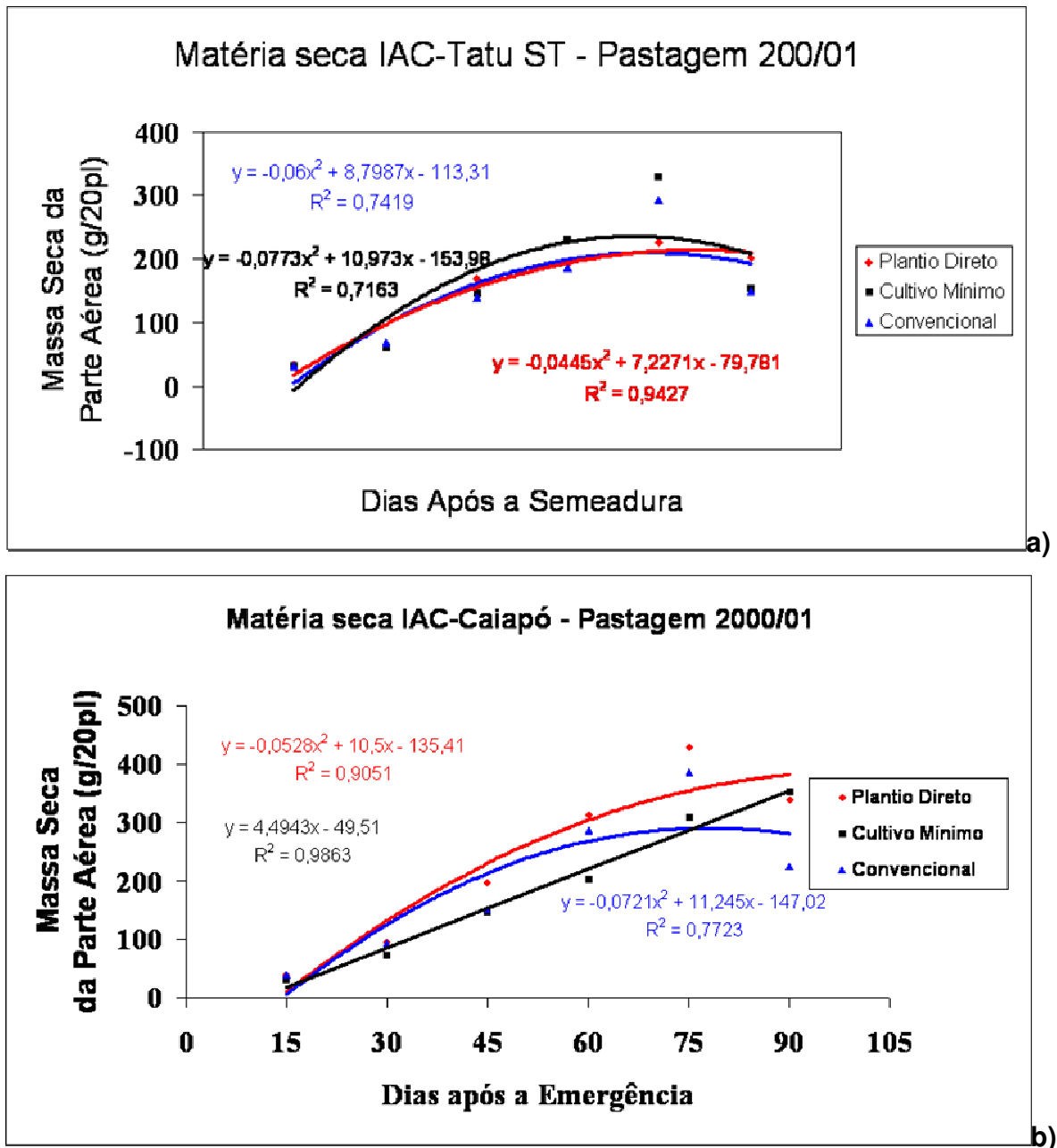
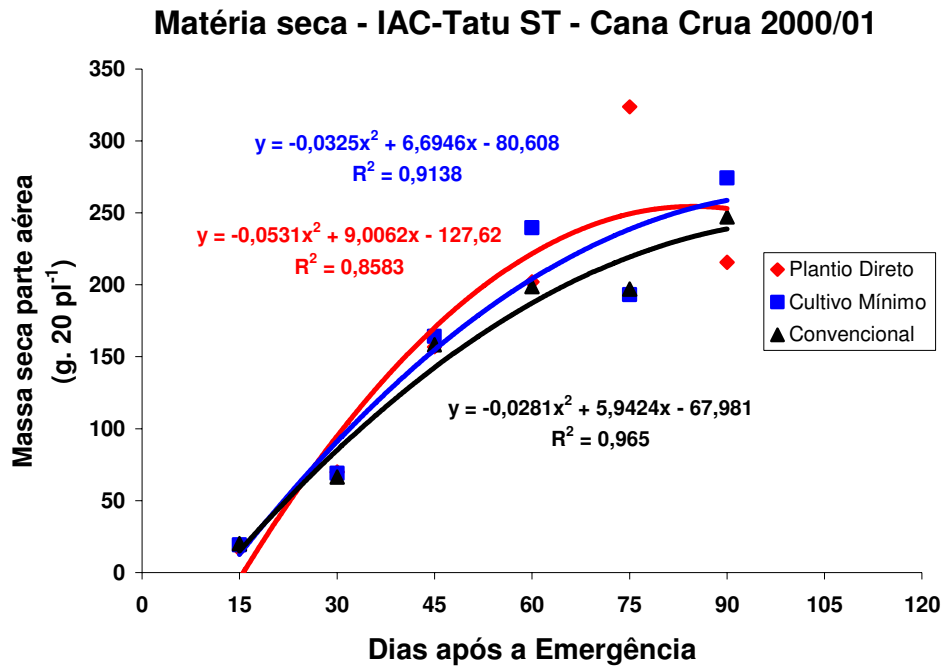
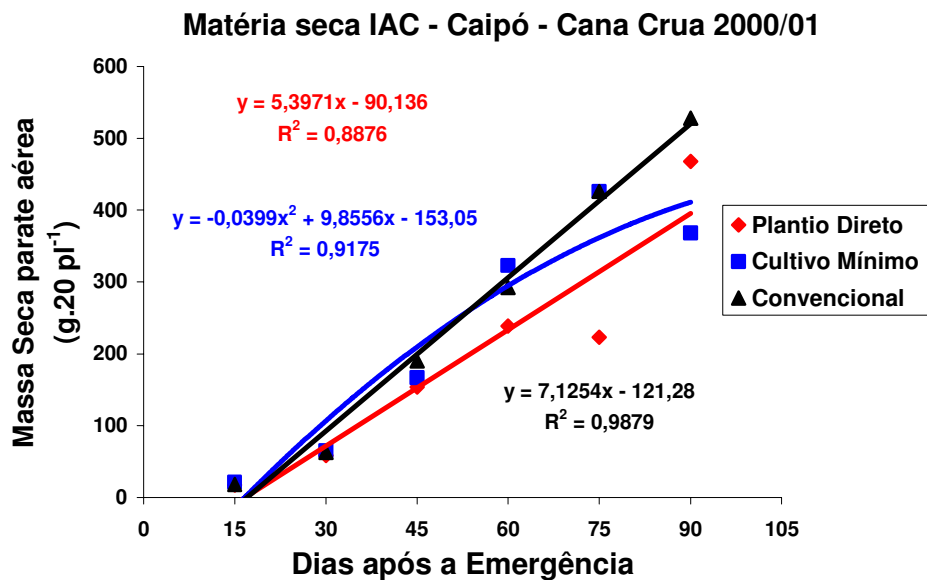


Figura 36. Acúmulo de matéria seca na parte aérea, para cultivar IAC-Tatu ST (a) IAC-Caiapó (b), a cada 15 DAE, nos diferentes sistemas de manejo.. Média de 4 repetições, ensaio pastagem. Ribeirão Preto, 2000/01.



a)



b)

Figura 37. Acúmulo de matéria seca na parte aérea, das cultivares IAC-Tatu ST (a) e IAC-Caipó (b), a cada 15 DAE, nos diferentes sistemas de manejo. Média de 4 repetições, ensaio Cana Crua. Ribeirão Preto, 2000/01.

Com relação aos teores de nutrientes extraídos pela parte vegetativa das duas cultivares, nos diferentes sistemas de manejo, verifica-se nas Tabelas 34 a 38, os resultados referentes ao experimento conduzido em Mirassol. Nota-se que aos 15 dias após a emergência, pode-se verificar que as plantas amostradas no sistema plantio direto apresentaram teores significativamente maiores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre e zinco, que no sistema convencional, o qual apresentou maiores teores de manganês. Estas diferenças são detectadas de maneira isoladas para um ou outro nutriente, nas avaliações seguintes. As diferenças entre as cultivares aumenta ao longo das avaliações, sendo que aos 75 dias, com exceção do Mg, Ca e S, para os demais, a cultivar IAC-Caiapó apresentou teores significativamente maiores. Este fato denota que a cultivar rasteira extrai mais nutrientes que cultivar de porte ereto, confirmando mais uma das hipóteses desta pesquisa.

Convém destacar, que no plantio direto, devido a não incorporação dos resíduos aliado aos 18 anos de pastagens, proporciona uma concentração de matéria orgânica na superfície contribuiu, sobretudo no início de desenvolvimento das plantas, para o fornecimento de micronutrientes. Os teores de N, P e K, diminuíram no decorrer do ciclo de desenvolvimento para as duas cultivares, concordando com as informações mencionadas na literatura (REDDY & MURTHY, 1985; GASCHO & DAVIS, 1994; GASCHO & DAVIS, 1995; NOGUEIRA & TÁVORA, 2005). Todos os nutrientes se enquadraram dentro das faixas de suficiência, com exceção do K e S, os quais apresentaram níveis baixos em todas as avaliações. Os menores teores de S estão relacionados com os baixos teores de matéria orgânica acusados na análise prévia à instalação do ensaio. Quanto ao K, em razão de ser um nutriente que não faz parte de nenhum constituinte dentro da planta, é facilmente lavado pela chuva. Considerando que a textura do solo é arenosa, pode-se inferir que o excedente de K liberado pela matéria seca da pastagem foi lixiviado com facilidade. A ordem de absorção para os macronutrientes confere com os mencionados na literatura, que em ordem decrescente são; N, K, Ca, Mg, P e S (COELHO & TELLA, 1967_a; SICHMANN et al., 1970; REDDY & MURTHY, 1985; RODRIGUES FILHO et al., 1986; FEITOSA et al., 1993; GASCHO & DAVIS, 1994; GASCHO & DAVIS, 1995; RAIJ et al., 1997).

Tabela 34 . Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 15 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo na renovação de pastagem sobre Argissolo, em Mirassol-SP, no ano agrícola 2004-05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	43	2,3 c	13,7ab	6,8 ab	3,0 b	1,4 b	6,8b	294 a	24,6c
Cultivo Mínimo	41	3,2 b	13,1 b	6,4 b	3,6 ab	1,7ab	8,1ab	239 b	32,4b
Plantio Direto	39	3,7 a	15,8 a	8,1 a	3,9 a	1,8 a	9,2 a	234 b	40,1 ^a
Teste F	2,0 ns	33**	5,2*	8,2*	10,8*	9,6*	12,0**	7,9*	66,1**
d.m.s. (Tukey 5%)	5,7	0,54	2,7	1,4	0,58	0,32	1,52	51	4,1
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	41	3,4 a	14,9	9,1 a	3,9 a	1,8 a	8,3	247	33,6
IAC-Caiapó	40	2,7 b	13,5	5,2 b	3,1 b	1,4 b	7,8	263	31,2
Teste F	0,03 ns	9,9*	1,9 ns	131 **	39,0**	12,7**	0,47ns	0,7 ns	1,03ns
d.m.s. (Tukey 5%)	2,2	0,48	2,5	0,8	0,28	0,19	1,49	45	5,4
Interação M x C									
Teste F	1,1ns	1,4ns	0,2 ns	2,8 ns	0,83ns	0,3 ns	0,3 ns	1,4ns	0,12ns
C.V. (%) Manejos	9,1	11,4	12,5	12,3	10,7	12,7	12,3	12,9	8,3
C.V. (%) Cultivares	5,8	17,1	18,7	11,5	8,6	12,6	20,2	18,9	17,9

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 35. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea para as cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 30 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo renovação de pastagem sobre Argissolo, em Mirassol-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	32	2,5	12,4	10	4,3	1,8	7,3 a	217	36
Cultivo Mínimo	30	2,4	13,3	10	4,3	1,7	6,4 ab	169	33
Plantio Direto	34	2,5	12,9	11	4,2	1,8	6,2 b	176	34
Teste F	4,7 ns	0,8 ns	0,2 ns	0,5 ns	0,5 ns	2,2 ns	6,4*	3,8ns	0,4ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4,0	0,3	5,0	2,3	0,4	0,2	1,0	58	8,4
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	31,0	2,5	12,8	10	4,2	1,8	6,9	194	35
IAC-Caiapó	33,0	2,4	12,9	10	4,2	1,8	6,4	179	34
Teste F	2,3 ns	0,6 ns	0,01ns	0,1 ns	0,1ns	0,5ns	0,6 s	2,1ns	0,1ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,34	0,2	1,8	1,6	0,3	0,1	1,4	23	5,7
Interação M x C									
Teste F	2,1 ns	0,1 ns	0,4ns	0,4 ns	0,2ns	0,2 ns	0,5 ns	1,6ns	0,2ns
C.V. (%) Manejos	7,9	7,5	25,4	14,7	5,9	6,2	9,9	20,0	15,9
C.V. (%) Cultivares	11,3	10,1	14,8	16,9	8,3	5,5	22,9	13,4	17,8

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 36. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 45 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo renovação de pastagem sobre Argissolo, em Mirassol-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	33	1,9	14	12,1	3,7 b	1,5	6,3	258 a	31b
Cultivo Mínimo	36	2,1	14	11,0	4,0 a	1,5	7,1	226ab	35ab
Plantio Direto	32	2,3	15	11,1	4,1 a	1,6	7,5	214 b	41 a
Teste F	1,8 ns	4,7 ns	2,5 ns	2,1ns	14**	2,7ns	3,6ns	8,6*	6*
d.m.s. (Tukey 5%)	0,7	0,3	2,6	1,8	0,3	0,2	1,4	33	9,5
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	33	2,0 b	13 b	12,7 a	3,9	1,5	6,0 b	233	35
IAC-Caiapó	34	2,2 a	15 a	10,1 b	3,8	1,6	7,8 a	232	37
Teste F	0,2 ns	7,3*	16,5**	12,2**	0,5 ns	0,2 ns	18**	0,01ns	0,3ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,4	0,2	1,2	1,7	0,4	0,1	0,9	40	7,8
Interação M x C									
Teste F	0,3 ns	0,1 ns	1,7 ns	0,4 ns	0,4 ns	1,5 ns	2,0 ns	0,2ns	0,8ns
C.V. (%) Manejos	12,8	9,1	11,7	10,3	4,2	7,6	13,2	9,4	17,5
C.V. (%) Cultivares	12,6	9,7	9,1	16,4	9,8	6,1	15,0	18,7	23,8

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 37. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 60 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo renovação de pastagem sobre Argissolo, em Mirassol-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹		
Convencional	30	2,1	10 b	13 a	4,3	1,8 a	188	31
Cultivo Mínimo	28	2,0	11 a	11 b	4,2	1,6 b	158	35
Plantio Direto	29	2,1	10 b	11 b	4,2	1,6 b	166	33
Teste F	0,4 ns	0,1	10,8*	8,3*	0,3ns	6,2*	2,9 ns	0,6ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4	0,3	0,9	1,2	0,6	0,2	40	12,2
Cultivares (C)								
IAC-Tatu ST	30	2,1	9 b	14 a	4,2	1,7 a	176	30 b
IAC-Caiapó	29	2,2	11 a	10 b	4,3	1,6 a	165	37 a
Teste F	1,9 ns	5,8*	9,6*	48**	0,4 ns	1,6 ns	1,2 ns	17 **
d.m.s. (Tukey 5%)	1,3	0,1	1,4	1,1	0,3	0,1	21	3,7
Interação M x C								
Teste F	0,3 ns	0,7 ns	3,5ns	2,5ns	0,6 ns	2,8 ns	4,0 ns	3,1ns
C.V. (%) Manejos	9,6	8,7	6,3	9,6	8,4	8,2	15,3	23,9
C.V. (%) Cultivares	5,1	7,1	15,2	10,4	6,4	7,1	13,4	12,2

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 38. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 75 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo renovação de pastagem sobre Argissolo, em Mirassol-SP, no ano agrícola 2004-05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	26	1,7	19	13	4,3	1,7 a	6,2 ab	189 a	28
Cultivo Mínimo	24	1,8	17	12	4,4	1,4 b	5,7 b	176 ab	29
Plantio Direto	23	1,9	18	13	4,3	1,6 ab	6,5 a	165 b	31
Teste F	1,4 ns	1,9ns	1,5ns	1,3ns	0,1 ns	5,2*	5,8*	7,8 *	1,9ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4,0	0,3	2,8	2,8	0,6	0,3	0,7	19	4,7
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	21 b	1,6 b	17 b	14 a	4,4	1,5	4,9 b	157 b	25 b
IAC-Caiapó	28 a	2,0 a	19 a	11 b	4,2	1,6	7,3 a	197 a	34 a
Teste F	86**	219**	16 **	18 **	0,9 n s	2,6 ns	106**	11 **	40 **
d.m.s. (Tukey 5%)	2,0	0,1	1,2	1,3	0,4	0,1	0,5	28	3,4
Interação M x C									
Teste F	3,8 ns	2,8 ns	0,9ns	0,3 ns	0,5 ns	0,8 ns	1,4ns	0,6 ns	0,3ns
C.V. (%) Manejos	10,5	9,8	10,2	14,3	8,3	11,1	7,0	6,9	10,3
C.V. (%) Cultivares	7,8	3,9	6,9	11,2	10,3	7,9	8,9	16,9	12,2

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Nas Tabelas 39 a 51, estão apresentados os teores de nutrientes determinados nas folhas e ramas das cultivares de amendoim, no experimento conduzido sobre palhada de cana crua em Ribeirão Preto, no ano 2004/05. Neste experimento ocorreram muitas interações entre os sistemas de manejo do solo e cultivares de amendoim, ao contrário do ocorrido em Mirassol. Em todas as avaliações, dos 15 aos 90 DAE, os teores de zinco avaliados nas plantas cultivadas em plantio direto foram estatisticamente maiores que no convencional, para a média ou para uma das cultivares. Aos 90 DAE, os teores de Zn nas plantas coletadas no manejo convencional apresentavam, para ambas cultivares, teores abaixo do nível considerado suficiente de acordo com GASCHO & DAVIS (1995). Deve-se salientar que, quanto maior o pH do solo menor será a disponibilidade de Zn para a maioria das culturas, assim como para os teores de Cu e Mn. Todavia, o amendoim é mais sensível aos teores de Zn no solo que outras culturas, segundo COX (1990). Este autor esclarece que em baixos níveis de pH, os teores de Zn nas folhas de amendoim atingem valores muito altos (acima de 100 mg.kg⁻¹, pH < 4,5), porém com um ligeiro aumento do pH os teores diminuem rapidamente em um primeiro momento, depois mais lentamente até se estabilizar em 24

mg.kg⁻¹. A incorporação da palhada da cana, no sistema convencional, pode ter elevado os valores de pH, diminuindo a disponibilidade de Zn neste sistema. Por outro lado, os teores de cálcio na cultivar IAC-Tatu ST foram significativamente menores no plantio direto, aos 15 e 45 dias após a emergência.

Da mesma forma que no experimento de Mirassol, aos 75 dias foi constatado maior teor de nitrogênio na cultivar IAC-Caiapó, período que coincide com a maior nodulação nas cultivares de amendoim (CAIRES & ROSOLEM, 2000). Nota-se também que aos 90 DAE (Tabela 51), foi detectado maior teor de nitrogênio, para a médias das duas cultivares, no sistema plantio direto, em relação aos demais manejos, resultado que indica um favorecimento deste sistema à fixação biológica. Vale lembrar, que o nitrogênio da palhada de cana, mineralizado no período, que pode situar-se entre 0,3 e 0,5% (RUSCHEL & VOSE, 1982; NG KEE KWONG et al., 1987).

Estes resultados concordam com a pesquisa de THIAGALINGAM et al. (1991), na qual indicaram teores de nitrogênio significativamente maiores nas folhas de amendoim cultivado em sistema plantio direto, resultados que também atribuem aos benefícios deste sistema para fixação biológica. Contudo, estes autores não verificaram diferenças estatísticas para os teores de fósforo, potássio, enxofre e zinco, para as condições de solo arenoso na Austrália. Resultados semelhantes aos obtidos em Argissolo de Mirassol, foram verificados neste experimento sobre palhada de cana crua, quanto à comparação entre as duas cultivares. A cultivar IAC-Caiapó aos 75 DAE apresentou teores estatisticamente maiores de N, P, K, Cu e Zn. Todavia, a cultivar IAC-Tatu ST se mostrou mais exigente em Ca e S, não diferindo quanto aos teores de Mn e Mg. Os teores encontrados de maneira geral, bem como a seqüência de extração estão compatíveis com os encontrados na literatura (FEITOSA et al., 1993; GASCHO & DAVIS, 1995; RAIJ et al., 1997).

Tabela 39. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 15 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de cana crua sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004-05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	39	3,0	12,3	13	4,0	2,4	9,7 a	144	46
Cultivo Mínimo	38	2,5	12,6	12	3,9	2,2	7,9 b	133	44
Plantio Direto	40	2,8	11,4	10	3,8	2,3	9,5 ab	148	53
Teste F	1,8 ns	2,6 ns	0,8 ns	3,8ns	0,3ns	0,78ns	5,8 *	0,4 ns	4,1ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,4	0,7	2,9	2,9	0,7	0,5	1,7	52	10,3
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	39	2,6	12,5	14 a	3,8	2,4	8,5	150	47
IAC-Caiapó	38	2,9	11,7	10 b	3,9	2,3	9,6	133	48
Teste F	0,5 ns	4,6 ns	0,3 ns	64**	0,01ns	1,5 ns	2,2 ns	1,1 ns	0,3ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,3	0,3	3,4	1,1	0,5	0,2	1,6	37	3,3
Interação M x C									
Teste F	0,6	4,2 ns	0,7 ns	4,5**	2,6 ns	5,0 *	1,7	1,2 ns	19,9**
C.V. (%) Manejos	7,0	15,5	15,6	15,6	12,3	15,4	12,3	23,7	14,0
C.V. (%) Cultivares	7,4	12,1	30,8	9,9	12,9	11,3	19,3	27,8	7,4

e * significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 40. Desdobramento da interação manejos e cultivares de amendoim, para teor de cálcio (g.kg⁻¹) na parte aérea aos 15 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004-05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	15,1 Aa	15,3 Aa	11,8 Ba	6,2*
IAC-Caiapó	11,4 Ab	9,5 Ab	9,6 Ab	1,9 ns
Teste F	18,7**	46,7**	6,9*	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúscula compara médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 1.9 ; d.m.s. manejo d. cultivar =3.1

Tabela 41. Desdobramento da interação manejos e cultivares de amendoim, para teor de enxofre (g.kg⁻¹) na parte aérea aos 15 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004-05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	2,5 Aa	2,5 Aa	2,2 Aa	1,5 ns
IAC-Caiapó	2,4 Aa	1,9 Ab	2,5 Aa	3,0 ns
Teste F	0,6 ns	8,6 *	2,4 ns	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúscula compara médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 0.42; d.m.s. manejo d. cultivar = 0.59

Tabela 42. Desdobramento da interação manejos e cultivares de amendoim, para teor de zinco (mg.kg^{-1}) na parte aérea aos 15 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	45 Aa	49 Aa	47 Ab	0,7 ns
IAC-Caiapó	47 Ba	39 Bb	59 Aa	14,4 **
Teste F	0,4 ns	18,5 **	21,2 **	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúscula compara médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 5.7 ; d.m.s. manejo d. cultivar = 10.6

Tabela 43. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea da cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó ,aos 30 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de cana crua sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	-----g.kg ⁻¹ -----					-----mg.kg ⁻¹ -----			
Convencional	36	2,5	16	12	4,1 a	2,2	13,3 a	108	37
Cultivo Mínimo	35	2,4	15	11	3,8 ab	2,1	11,7 ab	96	37
Plantio Direto	35	2,5	15	10	3,5 b	2,0	10,7 b	125	42
Teste F	0,27ns	0,2	0,1ns	3,2ns	8,9 *	0,8 ns	6,4 *	4,1 ns	3,3ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,5	0,44	5,8	2,0	0,4	0,48	2,3	32	6,9
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	34	2,5	16 a	12	4,0 a	2,2 a	12,2	110	39
IAC-Caiapó	35	2,4	14 b	10	3,6 b	1,9 b	11,6	109	39
Teste F	0,1 ns	0,2 ns	12**	4,9 ns	20,2**	12,5**	0,7 ns	0,1 ns	0,01ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,24	0,27	1,3	1,9	0,2	0,16	1,5	29	3,2
Interação M x C									
Teste F	3,2 ns	0,3 ns	2,1ns	0,5 ns	0,2 ns	0,43 ns	1,4 ns	0,6 ns	6,4 *
C.V. (%) Manejos	9,7	11,4	25,0	12,2	7,5	15,0	12,7	18,9	11,7
C.V. (%) Cultivares	7,5	11,7	8,9	19,0	5,2	8,6	14,0	29,5	9,0

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 44. Desdobramento da interação manejos e cultivares de amendoim, para teor de zinco (g.kg^{-1}) na parte aérea aos 30 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	35 Ba	35 Ba	46 Aa	8,8 **
IAC-Caiapó	38 Aa	40 Aa	39 Ab	0,13 ns
Teste F	1,3 ns	3,1 ns	8,4 *	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 5.6 ; d.m.s. manejo d. cultivar = 7.7

Tabela 45. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 45 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de cana crua sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	33	2,3	19	14	4,3	1,7	9,5	77 b	27 b
Cultivo Mínimo	32	2,3	18	17	4,2	1,8	9,7	89 ab	29 b
Plantio Direto	32	2,2	18	12	4,0	1,9	8,7	94 a	33 a
Teste F	0,1 ns	0,8 ns	0,5ns	2,7 ns	4,4 ns	3,1 ns	2,6 ns	6,1 *	16 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,5	0,3	4,5	2,2	0,3	0,3	1,2	15	3,6
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	33	2,0 b	18	14 a	4,0	1,9 a	8,4 b	87	27 b
IAC-Caiapó	32	2,5 a	19	12 b	4,3	1,7 b	10,1 a	86	32 a
Teste F	0,2 ns	28,2**	0,6ns	24,8**	2,9 ns	6,2 *	12,1 **	0,1 ns	19**
d.m.s. (Tukey 5%)	0,33	0,22	2,6	0,92	0,4	0,2	1,1	12	2,5
Interação M x C									
Teste F	0,4 ns	7,1 *	2,3	11,8**	3,1 ns	1,8 ns	0,6 ns	3,5 ns	14 **
C.V. (%) Manejos	9,6	7,7	16,1	10,7	5,2	9,6	8,1	11,6	7,9
C.V. (%) Cultivares	11,1	10,5	15,4	7,5	9,9	11,7	12,4	14,6	9,3

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 46. Desdobramento da interação manejos e cultivares de amendoim, para teor de fósforo (g.kg⁻¹) na parte aérea aos 45 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	2,1 Ba	2,2 Ba	2,7 Aa	7,1 **
IAC-Caiapó	2,4 Aa	2,4 Aa	1,7 Ab	2,8 ns
Teste F	3,8 ns	1,3 ns	37,4 **	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 0.37 ; d.m.s. manejo d. cultivar = 0.38

Tabela 47. Desdobramento da interação manejos e cultivares de amendoim, para teor de cálcio (g.kg⁻¹) na parte aérea aos 45 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	15 Aa	16 Aa	12 Ba	9,1 **
IAC-Caiapó	13 Ab	12 Ab	13 Aa	1,3 ns
Teste F	10,6 **	37,3 **	0,5 ns	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 1.58 ; d.m.s. manejo d. cultivar = 2.34

Tabela 48. Desdobramento da interação manejos e cultivares de amendoim, para teor de zinco (mg.kg^{-1}) na parte aérea aos 45 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	24 Bb	30 Aa	27 ABb	4,3 *
IAC-Caiapó	29 Ba	28 Ba	39 Aa	25,4 **
Teste F	5,5 *	1,2 ns	40,3 **	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 4.4 ; d.m.s. manejo d. cultivar = 4.7

Tabela 49. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 60 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de cana crua sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	30	2,1	10	11	4,1	1,8 b	9,7	94 a	23 b
Cultivo Mínimo	29	2,0	9	12	3,5	1,9 ab	9,1	78 b	24 ab
Plantio Direto	32	2,2	9	12	3,9	2,2 a	9,1	75 b	28 a
Teste F	1,1 ns	4,3 ns	2,5ns	0,1 ns	1,2 ns	6,7 *	1,3 ns	8,7 *	5,9 *
d.m.s. (Tukey 5%)	0,48	0,2	2,1	2,5	1,2	0,2	1,4	15,1	4,4
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	30	1,8 b	10	12 a	3,8	1,9	8,3 b	80	23 b
IAC-Caiapó	30	2,3 a	9	11 b	3,9	2,0	10,4 a	86	28 a
Teste F	0,6 ns	23,6**	0,2ns	0,2 ns	0,1 ns	0,5 ns	76,8 **	1,4 ns	17 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,07	0,2	1,4	1,7	0,8	0,2	0,56	11,3	2,9
Interação M x C									
Teste F	2,5 ns	1,6 ns	1,0ns	0,01ns	1,8 ns	0,01ns	2,7 ns	0,1 ns	0,7ns
C.V. (%) Manejos	10,3	5,5	14,6	14,3	20,9	8,0	9,8	11,9	11,3
C.V. (%) Cultivares	2,7	10,6	15,6	16,2	22,2	8,5	6,5	14,8	12,5

e * significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 50. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 75 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de cana crua sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	19	1,7	17	13	3,7	1,9	7,4	81	20 b
Cultivo Mínimo	19	1,6	18	13	3,7	1,9	6,7	79	22 ab
Plantio Direto	21	1,8	16	14	4,2	2,1	7,1	94	25 a
Teste F	0,9 ns	2,1 ns	1,9 ns	0,5 ns	1,0 ns	2,4 ns	0,7 ns	5,1ns	11,4 **
d.m.s. (Tukey 5%)	3,2	0,8	3,5	2,0	1,1	0,3	1,7	15,5	3,3
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	17 b	1,4 b	15 b	15 a	3,7	2,1 a	6,0 b	85	19 b
IAC-Caiapó	23 a	2,0 a	18 a	13 b	4,0	1,8 b	8,1 a	86	26 a
Teste F	32 **	71,4**	23 **	12 **	1,5 ns	13,4**	86 **	0,01ns	11,5 **
d.m.s. (Tukey 5%)	2,4	0,2	1,4	1,3	0,5	0,1	0,5	0,4	4,3
Interação M x C									
Teste F	0,1 ns	0,02ns	0,4 ns	1,4 ns	1,2 ns	1,3 ns	0,2 ns	0,4 ns	0,2 ns
C.V. (%) Manejos	10,3	10,9	13,4	9,8	18,1	11,5	15,4	11,9	9,4
C.V. (%) Cultivares	12,9	10,9	9,2	10,1	14,9	7,9	7,9	17,3	20,7

e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Com relação ao experimento conduzido em área de pastagem em Ribeirão Preto, no ano 2004/05, pode-se verificar nas Tabelas 52 a 59 que as interações ocorridas foram em menor número que no experimento semeado no mesmo dia sobre cana crua. Observa-se na Tabela 52, que aos 15 dias, nos sistemas conservacionistas as plantas apresentavam teores significativamente maiores de fósforo que no convencional. Vale lembrar que, neste ano, a semeadura foi realizada sobre a rebrota da pastagem do experimento conduzido no ano 2003/04. Novamente os resultados para teores de nitrogênio coincidiram com os outros experimentos. Para as avaliações feitas aos 75 dias após a emergência, a cultivar IAC-Caiapó apresentou teores significativamente maiores que os determinados na IAC-Tatu ST. Nesta avaliação as plantas da cultivar IAC-Caiapó apresentavam teores de potássio estatisticamente maiores nos sistemas conservacionistas. Observa-se nos desdobramento da interação ocorrida aos 90 DAE que, em sistema conservacionista de manejo, a IAC-Caiapó conseguiu extrair significativamente mais Zn que no sistema convencional, nos quais os teores encontravam-se abaixo do nível de suficiência (GASCHO & DAVIS, 1995). É importante ressaltar que os teores de cálcio em todas as avaliações atingiram somente

o limite inferior de suficiência (12 mg.kg^{-1}). De maneira geral, os teores e a ordem da quantidade extraída foram semelhantes aos demais experimentos, com exceção dos teores de Mn que permaneceram em patamares inferiores.

Tabela 51. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 90 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de cana crua sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	15 b	1,0	11	11	3,9	1,2	6,3	67	13 B
Cultivo Mínimo	15 b	1,0	9	12	4,2	1,3	5,7	73	15 ab
Plantio Direto	17 a	1,1	11	12	4,0	1,4	5,8	82	19 a
Teste F	7,7 *	0,3 ns	2,4ns	0,7 ns	0,7 ns	0,4 ns	1,2 ns	2,4 ns	10,4*
d.m.s. (Tukey 5%)	2,1	0,6	3,7	3,5	0,7	0,6	1,3	20,3	3,7
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	15	0,8 b	10	13 a	3,8 b	1,4 a	5,2 b	74	13 b
IAC-Caiapó	16	1,3 a	11	11 b	4,3 a	1,2 b	6,7 a	74	19 a
Teste F	0,6 ns	6,7 *	0,9ns	9,9 *	5,3 *	6,6 *	7,8 *	0,01 ns	20 **
d.m.s. (Tukey 5%)	1,4	0,4	2,9	1,2	0,5	0,2	1,2	1,2 ns	2,9
Interação M x C									
Teste F	0,9 ns	0,7 ns	0,7ns	0,7 ns	0,9 ns	1,9 ns	0,5 ns	1,2 ns	1,9ns
C.V. (%) Manejos	8,6	37,1	23,5	19,7	11,9	28,7	13,9	17,9	15,4
C.V. (%) Cultivares	9,8	38,1	31,0	10,8	12,5	15,9	21,9	15,8	20,3

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 52. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 15 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de pastagem sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	43	2,7 b	14	11	5,3	2,2	10,6	101	34
Cultivo Mínimo	43	3,1 b	13	12	6,2	2,3	10,4	93	42
Plantio Direto	47	3,8 a	14	9	5,6	2,4	12,0	86	38
Teste F	1,4 ns	17 **	0,5ns	3,6ns	0,7 ns	0,16ns	1,8 ns	1,2ns	3,8ns
d.m.s. (Tukey 5%)	9,0	0,6	5,3	3,8	2,3	0,9	2,9	29	9,1
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	44	3,3	14	12 a	5,8	2,2	10,8	94	40 a
IAC-Caiapó	44	3,1	13	9 b	5,7	2,4	11,2	92	37 b
Teste F	0,5 ns	0,9 ns	1,0ns	5,6*	0,03ns	0,4 ns	0,39ns	0,1ns	9,9 *
d.m.s. (Tukey 5%)	3,0	0,3	1,6	2,8	1,7	0,5	1,3	15	2,2
Interação M x C									
Teste F	2,7 ns	1,4 ns	2,5ns	0,2 ns	0,3 ns	0,6ns	3,9 ns	0,6ns	1,4ns
C.V. (%) Manejos	13,1	12,0	25,3	23,7	25,7	26,7	17,0	20,6	15,7
C.V. (%) Cultivares	6,4	9,7	12,5	28,5	32,8	23,9	12,6	17,5	6,2

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 53. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 30 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de pastagem sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	33	2,7	13	10	4,4	1,9	13	123	38
Cultivo Mínimo	34	2,6	14	9	4,6	1,8	14	96	37
Plantio Direto	33	2,7	13	9	4,6	1,9	14	111	36
Teste F	0,8 ns	0,2 ns	0,3ns	0,2 ns	0,1 ns	0,8ns	0,2 ns	2,7 ns	0,2 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4,0	0,4	3,9	2,1	1,1	0,3	5,2	36	8,6
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	32	2,5	12 b	10 a	4,6	1,9	13	107	36
IAC-Caiapó	34	2,8	15 a	8,6 b	4,4	1,8	14	111	37
Teste F	2,6 ns	2,0 ns	17 **	12 **	0,9 ns	0,03ns	0,9 ns	0,2 ns	0,4 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	3,0	0,35	1,7	1,0	0,5	0,2	2,9	20	4,3
Interação M x C									
Teste F	1,1ns	0,4 ns	0,3ns	0,2 ns	0,6 ns	1,0ns	0,3ns	1,9 ns	0,14ns
C.V.(%) Manejos	8,5	10,7	19,3	14,7	15,3	9,6	25,0	21,2	15,2
C.V.(%) Cultivares	9,9	14,2	14,9	11,9	11,9	12,2	23,9	19,8	12,7

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 54. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 45 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de pastagem sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	37	1,9	18	10	4,4	1,5 a	10	67	23
Cultivo Mínimo	33	2,1	16	10	4,6	1,2 b	9	61	27
Plantio Direto	35	2,1	17	10	4,7	1,3 ab	9	66	27
Teste F	1,3 ns	0,3 ns	0,6ns	0,3ns	0,4ns	9,6*	1,1 ns	0,4 ns	2,0 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	0,6	0,8	7,7	1,7	1,0	0,2	1,3	23	6,9
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	3,4	2,1	16	11	4,6	1,2	9	64	23 b
IAC-Caiapó	3,5	2,1	17	10	4,5	1,3	10	67	28 a
Teste F	0,1 ns	0,2ns	0,3ns	4,5ns	0,3ns	1,7 ns	4,5 ns	1,4 ns	8,6 *
d.m.s. (Tukey 5%)	0,3	0,5	3,2	1,1	0,6	0,1	1,4	6,7	3,7
Interação M x C									
Teste F	0,5 ns	0,2 ns	0,8ns	1,1ns	0,1ns	2,9ns	0,8 ns	0,3 ns	2,3 ns
C.V.(%) Manejos	12,1	24,5	29,4	11,4	14,5	10,6	8,9	23,2	17,3
C.V.(%) Cultivares	10,8	26,1	20,1	11,2	13,1	10,9	16,7	11,2	15,6

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 55. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 60 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de pastagem sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004-05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	28	1,8	8,2	10	4,6	1,5 a	8,3 b	53	18
Cultivo Mínimo	29	1,9	9,8	9	4,3	1,3 b	8,5 b	47	18
Plantio Direto	29	2,0	7,9	9	4,6	1,4 b	9,1 a	52	21
Teste F	0,1 ns	1,6 ns	1,0ns	2,4 ns	0,4 ns	8,7 *	14 **	1,1 ns	3,8 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	4	0,2	4,4	1,3	0,9	0,1	0,46	12,5	3,6
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	29	1,7 b	8,1	9	4,3	1,3 b	7,4 b	43 b	16 b
IAC-Caiapó	28	2,2 a	9,2	9	4,7	1,5 a	9,9 a	57 a	22 a
Teste F	1,7 ns	36 **	3,8ns	0,01ns	1,9 ns	11,7**	21 **	9,6 *	24 **
d.m.s. (Tukey 5%)	0,1	0,2	1,4	1,1	0,6	0,1	1,2	10,2	2,8
Interação M x C									
Teste F	0,7 ns	0,3 ns	0,3ns	1,1 ns	0,2 ns	0,5 ns	1,6 ns	0,6 ns	1,5 ns
C.V.(%) Manejos	9,3	7,9	7,9	9,1	13,2	6,0	3,5	16,3	12,4
C.V.(%) Cultivares	4,9	11,0	11,0	13,5	13,6	10,7	15,2	22,0	15,9

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 56. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 75 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de pastagem sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	19	1,4	12 b	10,9	4,5	1,4	6,4	60	15 b
Cultivo Mínimo	20	1,6	15 ab	10,9	4,6	1,2	6,9	54	17 ab
Plantio Direto	21	1,6	18 a	11,4	4,7	1,3	7,4	62	18 a
Teste F	0,4 ns	2,6 ns	5,5 *	0,2 ns	0,2 ns	1,1 ns	2,0 ns	0,7 ns	6,9*
d.m.s. (Tukey 5%)	3,9	0,26	4,5	2,5	1,2	0,48	1,6	24,3	2,5
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	17 b	1,3 b	15	11,7	4,5	1,3	6,0 b	56	14 b
IAC-Caiapó	23 a	1,8 a	15	10,6	4,6	1,4	7,8 a	62	19 a
Teste F	54 **	23 **	0,03ns	1,3 ns	0,01ns	1,4 ns	11,5**	0,79 ns	9,5*
d.m.s. (Tukey 5%)	17	0,2 ns	1,7	2,2	0,9	0,3	1,2	14,5	3,7
Interação M x C									
Teste F	0,7 ns	0,6 ns	5,1 *	0,1 ns	0,46ns	0,1 ns	0,3 ns	0,24 ns	1,5 ns
C.V.(%) Manejos	12,9	11,0	19,3	14,5	16,5	23,4	14,7	26,9	9,8
C.V.(%) Cultivares	9,5	17,4	12,0	21,2	21,0	20,1	18,9	26,7	23,9

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 57. Desdobramento da interação manejo e cultivar de amendoim, para teor de potássio (g.kg^{-1}) na parte aérea aos 75 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	15 Aa	14 Aa	17 Aa	2,4 ns
IAC-Caiapó	11 Bb	16 Aa	18 Aa	8,3 **
Teste F	6,8 *	3,0 ns	0,3 ns	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 2.9 ; d.m.s. manejo d. cultivar = 4.7

Tabela 58. Teor de macronutrientes e micronutrientes na parte aérea das cultivares de amendoim, IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, aos 90 dias após a emergência, cultivadas em diferentes manejos de solo, na renovação de pastagem sobre Latossolo, em Ribeirão Preto-SP, no ano agrícola 2004/05. Média de 4 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹					mg.kg ⁻¹			
Convencional	16	1,4	9,1	12,1	4,7	1,1	6,9	57	13
Cultivo Mínimo	17	1,4	9,4	11,7	4,5	0,9	6,7	58	15
Plantio Direto	18	1,1	10,0	11,5	4,8	1,0	7,0	57	16
Teste F	0,6 ns	1,3 ns	0,2 ns	0,14ns	0,12ns	3,7 ns	0,3 ns	0,1 ns	2,3 ns
d.m.s. (Tukey 5%)	5,2	0,7	4,3	3,5	1,5	0,3	1,2	18	4,9
Cultivares (C)									
IAC-Tatu ST	16	1,2	9,0	12,0	4,6	0,9	6,3	48 b	11 b
IAC-Caiapó	18	1,4	10,0	11,6	4,7	1,1	7,4	66 a	18 a
Teste F	2,6 ns	1,4 ns	0,5 ns	0,2 ns	0,4 ns	2,3 ns	3,5 ns	12,3 **	112 **
d.m.s. (Tukey 5%)	2,3	0,4	3,3	2,2	0,4	0,2	1,3	11	1,5
Interação M x C									
Teste F	0,6 ns	0,56ns	0,1 ns	0,1 ns	1,5 ns	0,7 ns	0,9 ns	0,2 ns	6,3 *
C.V. (%) Manejos	20,0	35,4	29,8	19,2	20,7	18,9	11,2	20,1	22,1
C.V. (%) Cultivares	14,0	34,7	37,5	19,9	10,8	25,1	20,3	21,0	11,2

* e ** significativo respectivamente a 5% e 1% de probabilidade; ns, não significativo, letras comparam médias dentro de cada ano de condução

Tabela 59. Desdobramento da interação manejo e cultivar de amendoim, para teor de zinco (mg.kg^{-1}) na parte aérea aos 90 dias após a semeadura, em condição de palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2004/05. Média de 4 repetições.

	Convencional	Cultivo Mínimo	Plantio Direto	Teste F
IAC-Tatu ST	10 Ab	13 Ab	11 Ab	1,4 ns
IAC-Caiapó	16 Ba	18 Aba	22 Aa	4,7 *
Teste F	25,9 **	18,5 **	80,6 **	

*significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1%, ns, não significativo

letras maiúsculas comparam médias na horizontal e minúsculas na vertical, teste Tukey a 5%

d.m.s. cultivar d. manejo = 2.6 ; d.m.s. manejo d. cultivar = 5.1

4.4. Nodulação do amendoim e atributos microbiológicos do solo

Em condição de palhada de cana crua, para as duas cultivares, aos 15 DAE (dias após a emergência) não foram verificadas diferenças entre os sistemas quanto ao número (Figuras 38 e 39) e massa de nódulos (Figuras 40 e 41). As diferenças entre os sistemas começaram a ser observadas a partir dos 30 DAE e 45 DAE, sobretudo para a cultivar IAC-Tatu ST. Nos três sistemas de manejo, o modelo quadrático foi o que melhor representou a variação no número de nódulos, permitindo estimar que a cada 15 dias, nos manejos convencional, cultivo mínimo e plantio direto, ocorreu um aumento de 17, 31 e 37 nódulos por planta, respectivamente. Os valores máximos foram atingidos aos 75 DAE no plantio direto (2352 nódulos) e aos 90 DAE nos tratamentos cultivo mínimo (1867 nódulos) e convencional (1227 nódulos). Todavia, o aumento da massa de nódulos é melhor explicado através de equações cúbicas, com valores máximos aos 75 DAE para plantio direto ($3,87 \text{ g.20 pl}^{-1}$), cultivo mínimo ($3,72 \text{ g.20 pl}^{-1}$) e convencional ($3,18 \text{ g.20 pl}^{-1}$). Entretanto, para IAC-Caiapó a equação cúbica é a que melhor explica o aumento do número de nódulos em função do tempo, atingindo valores máximos aos 90 DAE nos tratamentos PD (3341), CM (3274) e PC (2776).

OSMAN et al. (1983), informam que as diferenças no número, na massa dos nódulos e na atividade da nitrogenase, entre cultivares de amendoim, podem ser atribuídas às variações na área e massa foliar, fato que ajuda explicar a maior nodulação da IAC-Caiapó. Nesta cultivar, os maiores valores de massa de nódulos foram obtidos no sistema plantio direto ($5,15 \text{ g.20 pl}^{-1}$), enquanto nos tratamentos cultivo mínimo ($4,54 \text{ g.20 pl}^{-1}$) e convencional ($4,52 \text{ g.20 pl}^{-1}$), aos 90 DAE não houve diferença significativa. ELKAN et al. (1980), também observaram marcantes diferenças quanto à nodulação, quando compararam 48 genótipos pertencentes ao grupo *Virginia* e *Spanish*, com destaque para a cv. Florigiant que apresentou duas vezes a nodulação dos demais cultivares. NAMBIAR & DART (1983), concluíram que a nodulação e a atividade da nitrogenase foram significativamente maiores em cultivares do grupo Virgínia que do tipo Valência. Esclarecerem ainda que a atividade da nitrogenase e nodulação são influenciadas pela intensidade luminosa e conteúdo de umidade no solo.

Quanto a este aspecto, deve-se comentar, que entre os 30 e 60 DAE, ocorreram períodos de deficiência hídrica (4,5 e 6 mm), conforme pode ser observado na Figura 2., os quais certamente foram atenuados pela presença da palhada no sistema plantio direto. Pesquisas realizadas com soja e feijão, demonstram claramente os benefícios do plantio direto para nodulação (VOSS & SIDIRAS, 1985). HUNGRIA et al.(2000), salienta a importância da diversidade que o plantio direto proporciona. Citam que para feijoeiro, enquanto no convencional somente se encontra a espécie *Rhizobium tropici*, em plantio direto estão presentes pelo menos três; *R. tropici*, *R. japonicum* e *R. elkani*. De acordo com CAIRES & ROSOLEM (2000), deve-se destacar a dificuldade existente para este tipo de avaliação na cultura do amendoim, devido à grande quantidade de nódulos com pequeno diâmetro. Normalmente, nas pesquisas que incluem avaliação destas duas variáveis, número e massa seca de nódulos, as amostragens são realizadas entre 60 e 75 dias após a emergência.

Em condição de pastagem, verifica-se nas Figuras 42 e 43, que para as cultivares IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, as diferenças entre os preparos se destacam a partir dos 45 DAE, com valores significativamente maiores nos sistemas conservacionistas. Nos três sistemas de manejo, a equação quadrática é a que melhor responde a variação ocorrida, possibilitando estimar que a cada 15 dias, nos manejos convencional, cultivo mínimo e plantio direto, ocorreu aumento de 46, 48 e 50 nódulos por planta, respectivamente. Os números máximos de nódulos foram quantificados aos 75 DAE para os sistemas de manejo convencional (4303), cultivo mínimo (4361) e plantio direto (5015). Para IAC-Caiapó cada sistema apresentou variação diferente, sendo quadrática para cultivo mínimo e convencional, com valores máximos de 3575 (75 DAE) e 4439 (90 DAE) nódulos em 20 plantas, respectivamente. No sistema plantio direto a resposta foi linear com aumento de 65 nódulos por planta a cada 15 dias após a emergência das plantas. Contudo para massa de nódulos, nota-se nas Figuras 44 e 45, que a equação quadrática foi a de mais alto grau que apresentou significância, para todos os sistemas nas duas cultivares

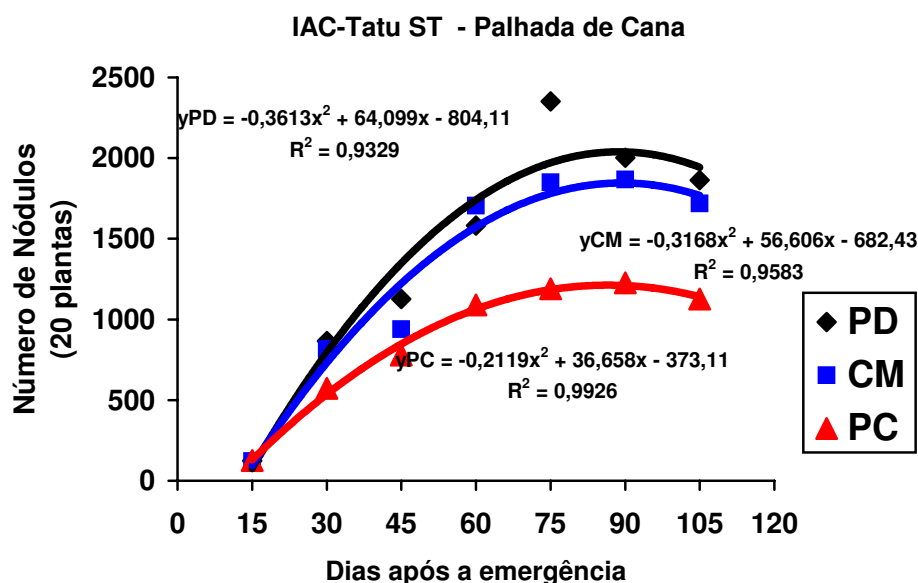


Figura 38 .Número de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, nos sistemas de manejo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre palhada de cana crua. Ribeirão Preto, SP, 2000/2001. Média de 4 repetições.

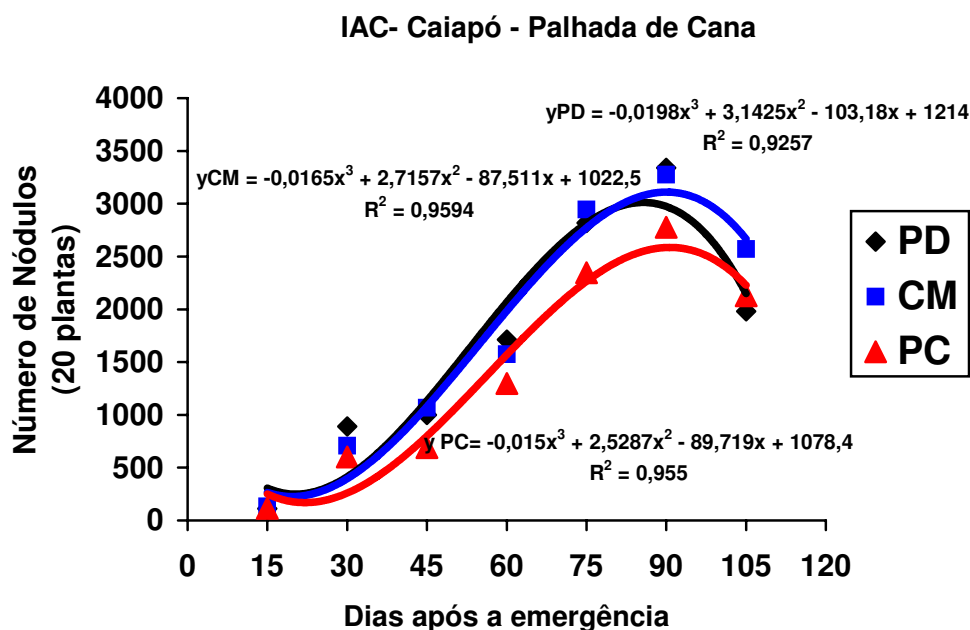


Figura 39. Número de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Caiapó, nos sistemas de manejo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre palhada de cana-de-açúcar. Ribeirão Preto, SP, 2000/2001.

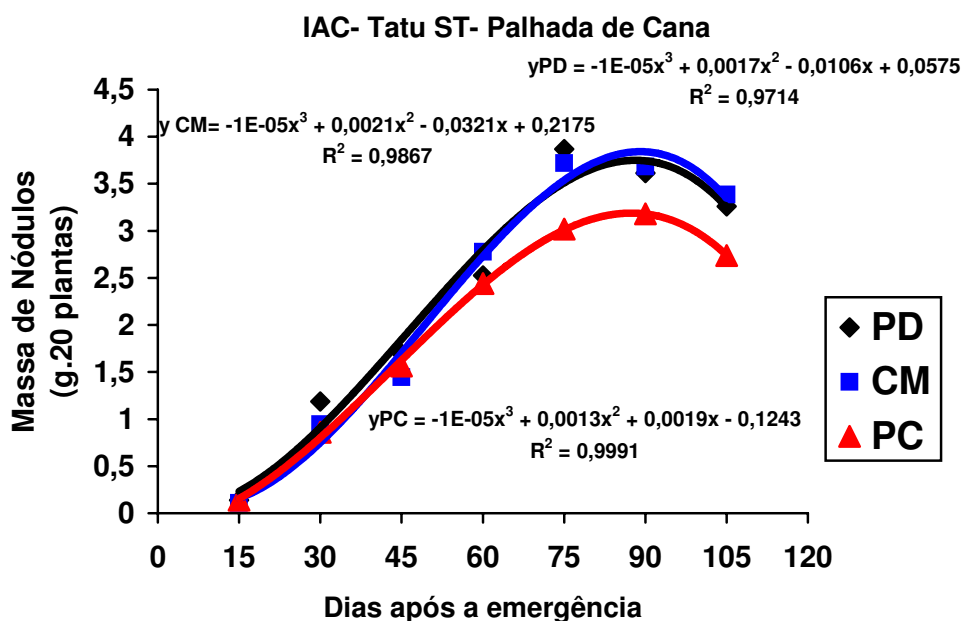


Figura 40. Massa de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, nos sistemas de manejo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre palhada de cana-de-açúcar. Ribeirão Preto, SP, 2000/2001. Média de 4 repetições.

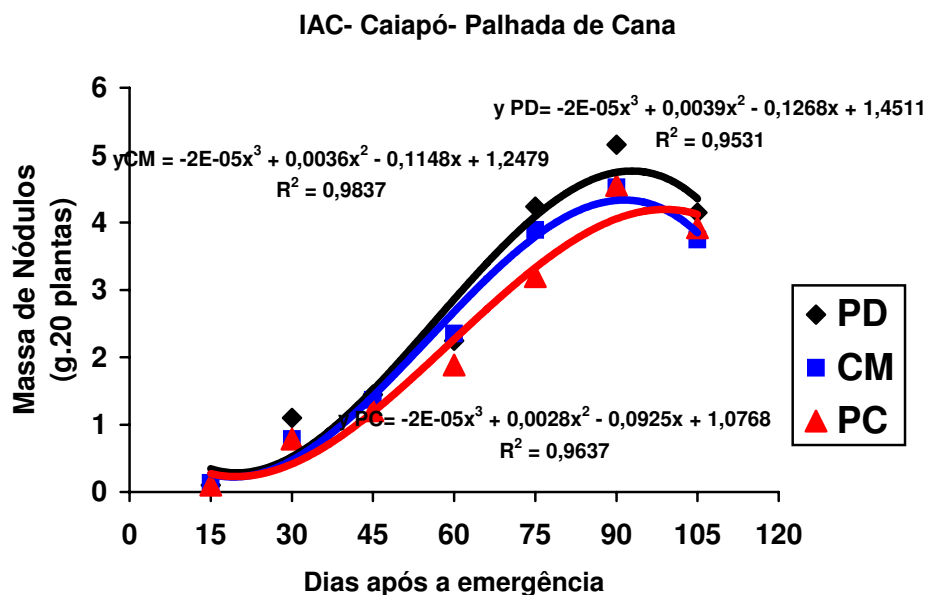


Figura 41. Massa de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Caiapó, nos sistemas de manejo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre palhada de cana-de-açúcar. Ribeirão Preto, SP, 2000/2001. Média de 4 repetições.

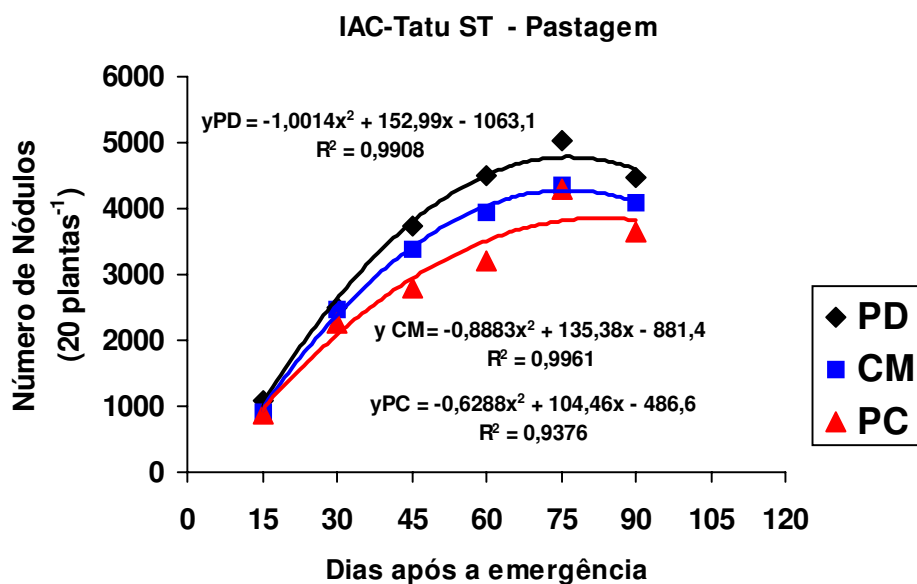


Figura 42. Número de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, nos sistemas convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre pastagem. Ribeirão Preto, SP, 2001/2002. Média de 4 repetições.

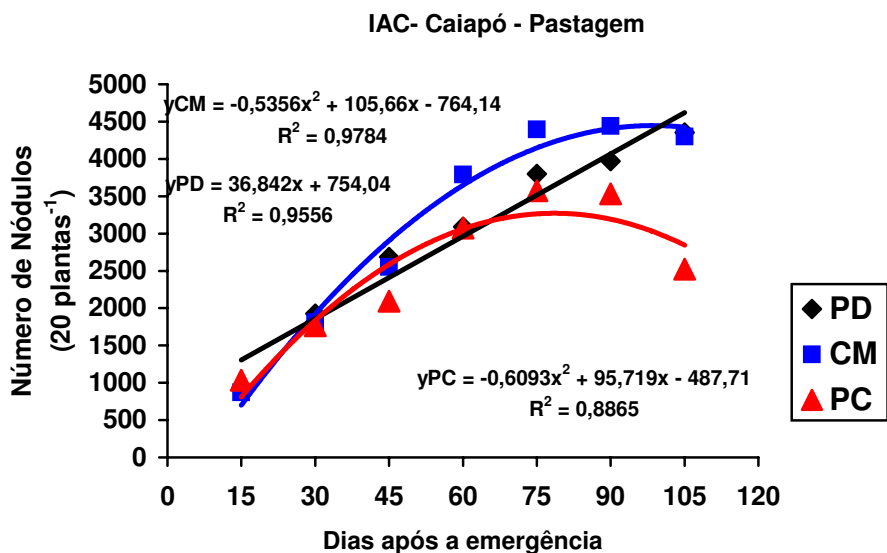


Figura 43. Número de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Caiapó, nos sistemas convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre pastagem. Ribeirão Preto, SP, 2001/2002.

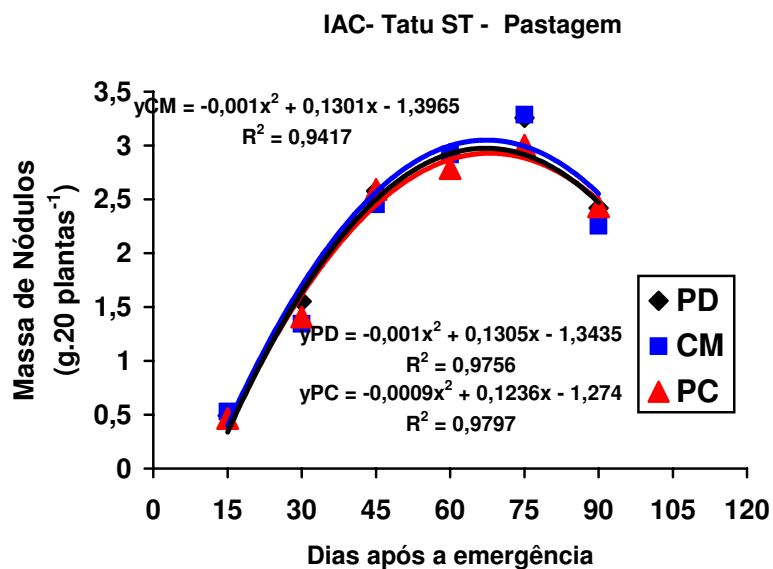


Figura 44 .Massa de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Tatu ST, nos sistemas de manejo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre pastagem. Ribeirão Preto, SP, 2001/2002.

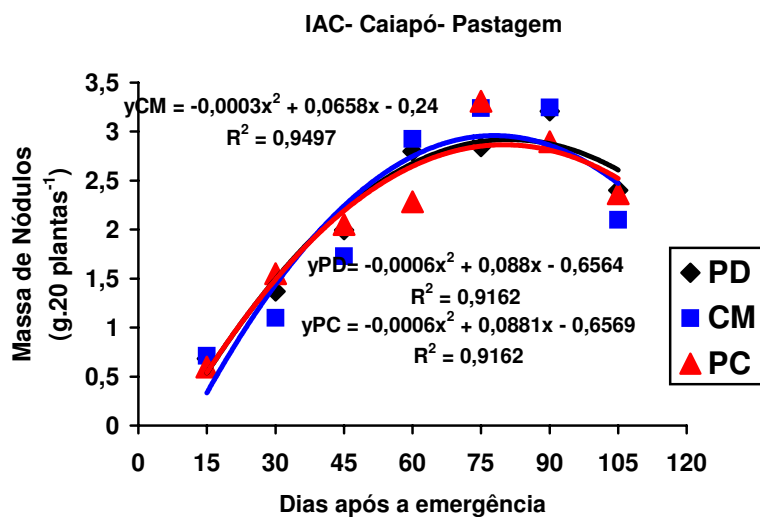
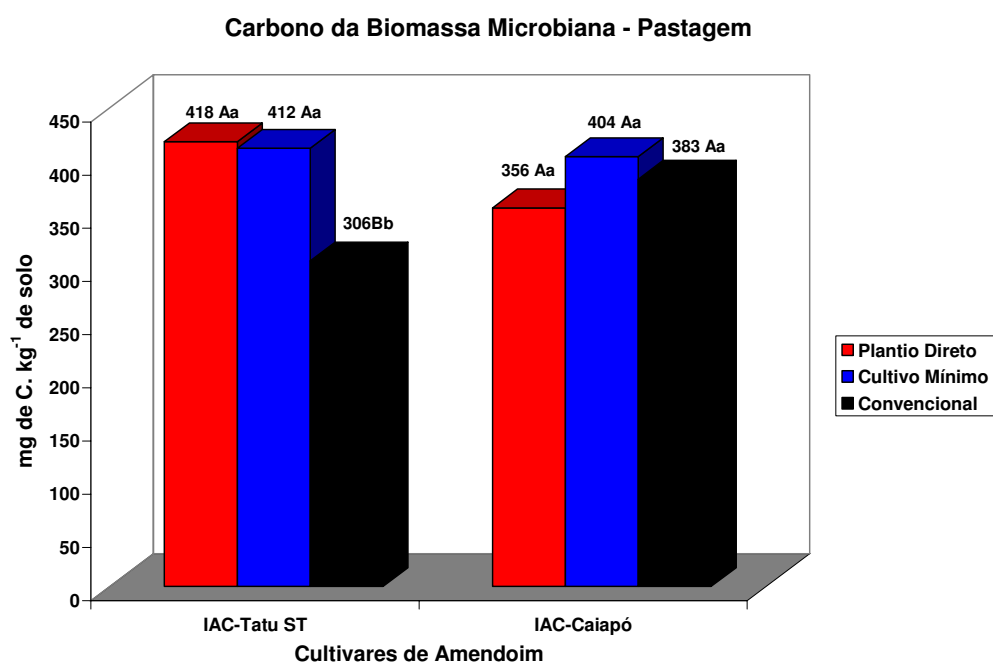


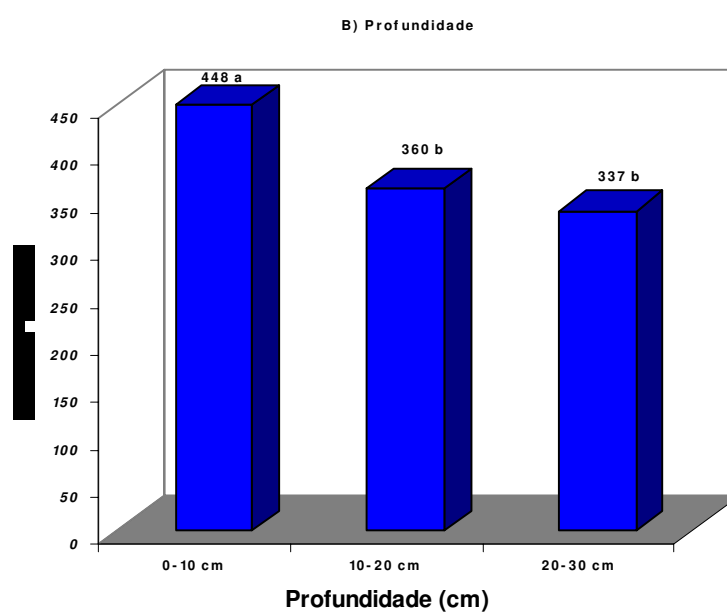
Figura 45. Massa de nódulos em 20 plantas da cultivar de amendoim IAC-Caiapó, nos sistemas manejo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) sobre pastagem. Ribeirão Preto, SP, 2001/2002.

Em linhas gerais, nos dois ambientes (cana crua e pastagem), para a IAC-Tatu o máximo de nodulação ocorre aos 75 DAE, correspondente ao estágio fenológico R6 (quando as sementes atingem tamanho máximo), passando para R7 (início da maturidade), de acordo com Boote & Ketring (1990) citados por NOGUEIRA & TAVORÁ (2005). Para a cultivar IAC-Caiapó a máxima nodulação foi atingida aos 90 DAE, que compreende a fase fenológica R5 (início da formação da semente).

Com relação à avaliação do CBM (carbono da biomassa microbiana) para condição de pastagem, houve interação significativa entre sistemas de manejo e cultivares. O desdobramento pode ser observado na Figura 46a. Estes resultados encontram concordância com diversas pesquisas conduzidas em solos argilosos (DORAN, 1980; BUCHANAN & KING, 1992). Convém salientar que por ocasião da amostragem (66 DAE), a cultivar IAC-Caiapó ainda se encontrava na metade de seu ciclo de desenvolvimento, portanto não havia atingido o maior volume do sistema radicular. Por outro lado, devido a cultivar IAC-Tatu ST ser mais precoce, nesta época já explorava maior volume de solo, resultando em maior quantidade de exsudados e conseqüente maior estímulo à atividade microbiana. Na camada de 0-10 cm os valores foram significativamente maiores (Figura 46b), fato esperado, uma vez que na superfície do solo é que ocorre normalmente a maior presença de microorganismos devido a maior aeração. DE-POLLI & GUERRA (1999), informam que os sistemas, cultivo mínimo e plantio direto promovem elevação no CBM, comparados com o convencional. Estes autores enfatizam ainda que a cobertura do solo com pastagem permanente, proporciona um nível intermediário entre a mata tropical e as lavouras manejadas convencionalmente. MATSUOKA et al. (2003), esclarece que o CBM tem sido apontado como um indicador de qualidade do solo, com sensibilidade para detectar modificações, antes mesmo que os teores de matéria orgânica sejam alterados significativamente. FRANCHINI et al. (2007), avaliando diversos parâmetros microbiológicos como indicadores da qualidade do solo e concluíram que no plantio direto ocorreu um aumento de 80% no CBM. Convém salientar, em futuras pesquisas, é conveniente a inclusão de outros indicadores da qualidade do solo, tais como; quociente microbiano e atividade enzimática.



a)



b)

Figura 46. a) Valores médios do carbono da biomassa microbiana (mg de C.kg⁻¹ de solo) quantificados (66 DAE) na linha de semeadura dos cultivares de amendoim IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó, cultivadas em renovação de pastagem de 25 anos. b) Carbono da biomassa microbiana nas três profundidades, para a média das cultivares e manejos. Ribeirão Preto, 2001/02. Médias com mesma letra não são diferentes estatisticamente (Tukey 5%).

Em condição de cana crua, é apresentada a quantificação do *pool* de microorganismos presentes em diferentes camadas, como um indicador de qualidade dos sistemas de manejo testados. Para a média das cultivares de amendoim, os valores de unidades formadoras de colônias (UFCs) nas três profundidades amostradas, estão apresentados na Figura 47. Observa-se que na camada de 0-10 cm, a população microbiana é significativamente maior no sistema plantio direto em relação ao convencional, ficando o cultivo mínimo em posição intermediária. Na camada de 10-20 cm, ocorre uma inversão dos resultados, decorrente do fornecimento de substrato (palhada) em profundidade, o qual serviu de energia para aumento da população microbiana, além do aumento na aeração nesta camada. Não houve diferença entre os sistemas abaixo de 20 cm. Não foram encontrados resultados que versem sobre este atributo microbiológico do solo em condição de cana crua, a fim de confrontar os resultados.

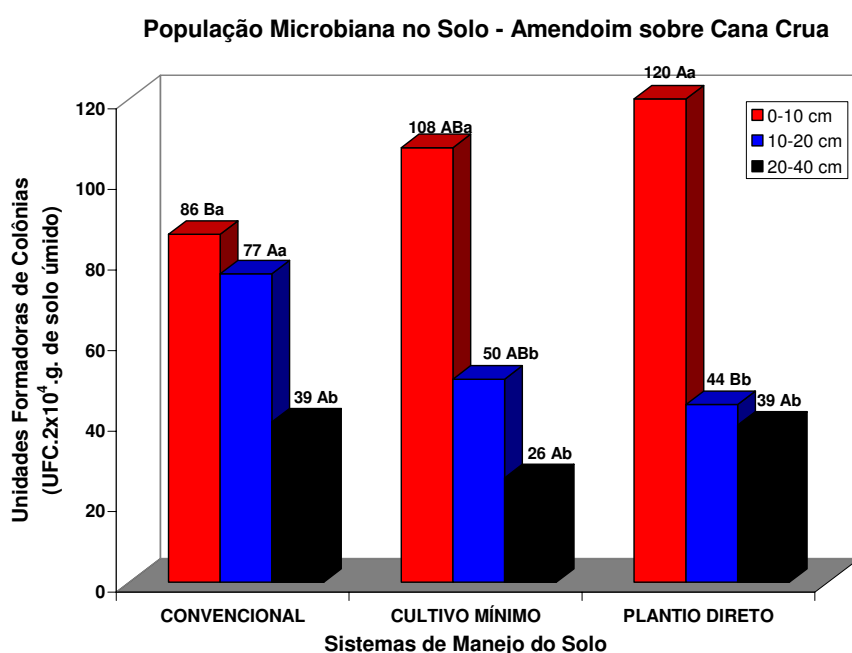


Figura 47. População microbiana no solo (UFC 2×10^4 g⁻¹ de solo úmido) nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de profundidade, em diferentes sistemas de manejo do solo para cultivares de amendoim cultivados sobre cana crua. Ribeirão Preto, 2003. Média de 8 repetições. Letras maiúsculas comparam médias entre sistemas, dentro de cada profundidade e minúsculas comparam médias das profundidades dentro de cada sistema de manejo. (Tukey, 5%).

4.5. Fluxo de CO₂ do solo

Os primeiros resultados gerados, concernentes ao fluxo de CO₂ do solo, foram obtidos em área contígua ao experimento conduzido sobre cana crua em Ribeirão Preto, no ano 2003/04. As variações diárias do fluxo encontram-se na Figura 48, através da qual nota-se que no primeiro dia de leitura, imediatamente após a passagem da grade niveladora e instalação dos colares de PVC, os maiores valores de fluxo foram observados no sistema de manejo cultivo mínimo. Este resultado se deve à liberação do CO₂ que se encontrava aprisionado nos poros e foram liberados pelo rompimento das hastes subsoladoras (35 cm profundidade). Em todas as demais leituras, os fluxos medidos no preparo convencional foram sempre superiores aos encontrados no plantio direto, ficando o cultivo mínimo em posição intermediária (Tabela 60 e Figura 48). Considerando a área abaixo da curva de cada manejo, pôde-se estimar a quantidade total acumulada de fluxo de CO₂ no período de 27 dias. A emissão no convencional foi 2,5 vezes maior que no plantio direto (Figura 48), relação semelhante a encontrada por LEE et al. (1996) em área de cereais. Estes resultados confirmam mais uma vez que a incorporação dos resíduos culturais, concorre sobremaneira para aumentar os fluxos de CO₂, todavia o diferencial desta pesquisa está na magnitude dos valores.

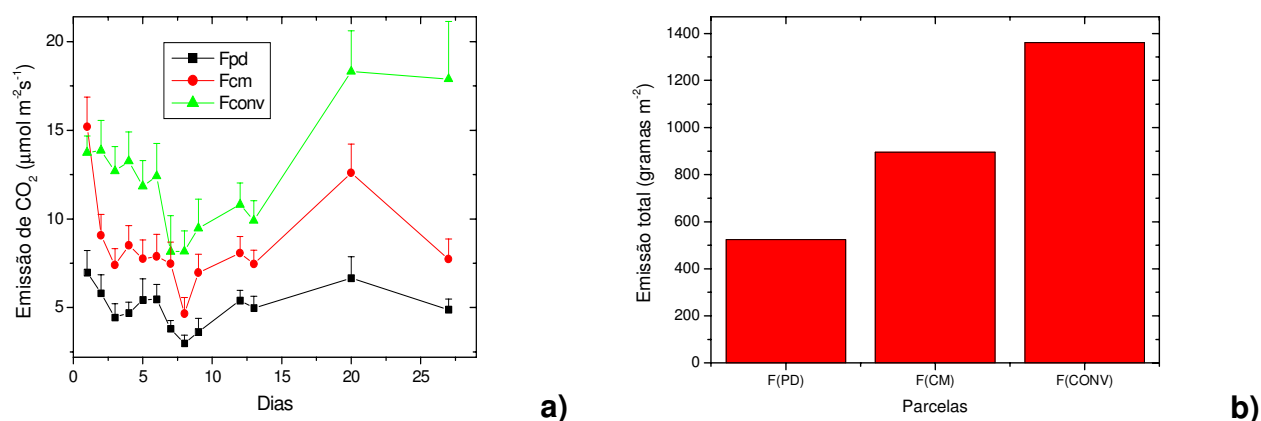


Figura 48. a) Média diária da emissão de CO₂ do solo ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em diferentes sistemas de cultivo sobre cana crua. Barras verticais correspondem à metade do erro padrão da média. b) Emissão total de CO₂ ($\text{g.CO}_2 \text{ m}^{-2}$) nos sistemas convencional (CONV), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) em condição de palhada de cana-de-açúcar. Período considerado de aproximadamente 27 dias após o preparo do solo.

Tabela 60 . Emissões de CO₂ e erros padrões da média em cada avaliação e sistemas de manejo do solo. PD (plantio direto), CM (cultivo mínimo) e PC (convencional).

Dias após a Incorporação dos Resíduos													
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	12°	13°	20°	27°
PD	6,9 ±	5,8 ±	4,4 ±	4,7 ±	5,4 ±	5,5 ±	3,8 ±	2,9 ±	3,6 ±	5,4 ±	4,9 ±	6,7 ±	4,9 ±
	1,23	1,05	0,77	0,61	1,2	0,84	0,47	0,45	0,76	0,58	0,66	1,20	0,59
CM	15,2 ±	9,1 ±	7,4 ±	8,5 ±	7,7 ±	7,9 ±	7,5 ±	4,6 ±	6,9 ±	8,1 ±	7,5 ±	12,6 ±	7,7±
	1,18	0,92	1,11	1,07	1,24	1,22	0,91	1,05	0,94	0,94	0,78	1,61	1,15
PC	13,7 ±	13,9 ±	12,7 ±	13,3 ±	11,8 ±	12,4 ±	8,2 ±	8,3±	9,5 ±	10,8 ±	9,9 ±	18,3 ±	17,9 ±
	0,95	1,69	1,39	1,64	1,45	1,83	2,01	1,15	1,65	1,21	1,13	2,29	3,26

A incorporação das 17 t.ha⁻¹ de palha de cana, proporcionou em 27 dias, 3,5 e 9,0 t.ha⁻¹ de CO₂ a mais que cultivo mínimo e plantio direto. Convém salientar, que das 17 t.ha⁻¹ de matéria seca de palhicho de cana incorporadas na presente pesquisa, cerca de 40% é representada pelo carbono (RIPOLI & RIPOLI, 2004). REICOSKY & LINDSTROM (1993), para as condições norte americanas, verificaram fluxos de 59, 31 e 1.4 g de CO₂.m⁻².h⁻¹, respectivamente no sistema de preparo convencional, reduzido e plantio direto. Para nossas condições, pesquisas conduzidas em períodos de baixa umidade no solo, os valores de fluxo também são inferiores aos encontrados no presente trabalho (LA SCALA et al., 2000_a; LA SCALA et al., 2000_b; LA SCALA et al., 2003). Em trabalho recente, FRANCHINI et al. (2007), verificaram que as perdas de CO₂ no convencional foi 57% maior que no plantio direto, no período de 18 dias após preparo para as condições do Paraná.

Os valores de umidade do solo e temperatura (Figura 49), apresentam estreita relação com a evolução das emissões. Deve-se esclarecer que a partir do dia 13/12/03, ocorreu um período de pelo menos 10 dias sem chuvas maiores que 5 mm, refletindo na elevação da temperatura e diminuição da umidade do solo. Conseqüentemente a respiração microbiana diminuiu sua atividade, evidenciada pelas menores taxas de CO₂ evoluído. Neste período, ocorreu um decréscimo das emissões nos três sistemas de manejo, entretanto após ocorrência de chuva, as marcantes diferenças entre os sistemas de manejo puderam ser novamente visualizadas. OLIVEIRA et al. (2001) verificaram que a palhada da cana crua proporciona uma diminuição de até 7 °C na

temperatura do solo, a qual apresenta boa correlação como conteúdo de água ($R^2 = 0.64$). SILVA & RESCK (1997) esclarecem que os resíduos orgânicos, tão logo adicionados ao solo, são desintegrados por meios físicos e mecânicos pela ação dos componentes da macro e mesofauna e a seguir, a microfauna completa este processo que depende das condições de pH, características do material vegetal e da umidade e temperatura. Mencionam ainda, que em condição de baixo potencial de água no solo (abaixo de - 0,5 bar) a atividade das bactérias é reduzida e mais influenciada que a dos fungos e actinomicetos.

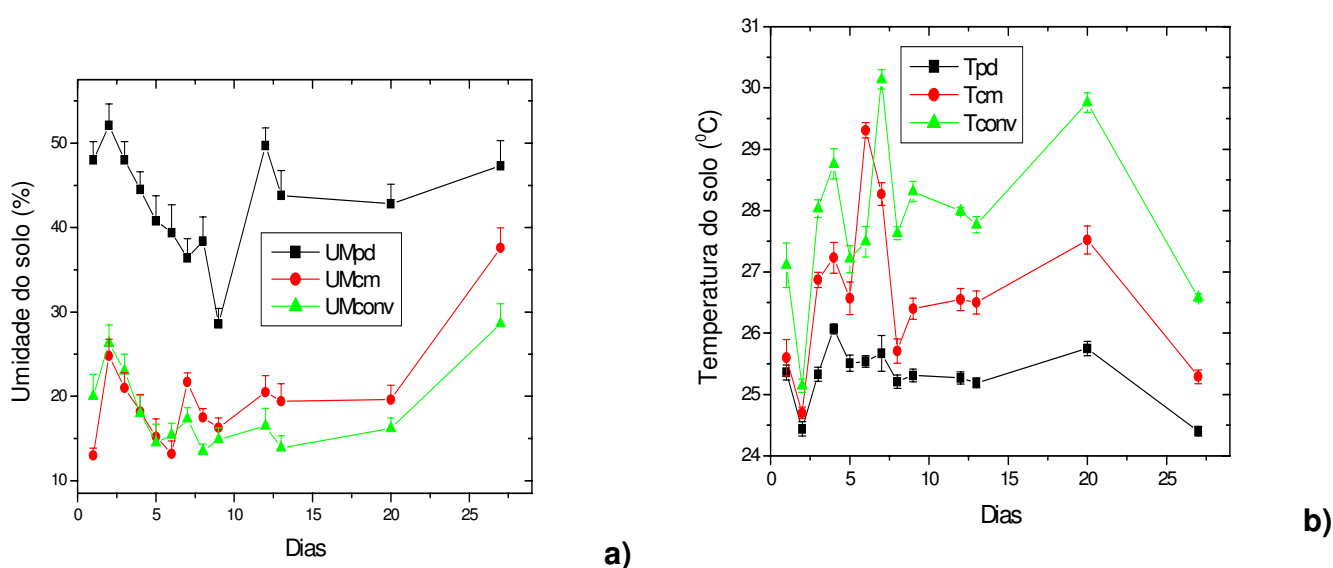


Figura 49. a) Conteúdo volumétrico (%) de água no solo. b) Variação da temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) do solo. Medidas efetuadas na camada de 0-12 cm de profundidade, em três sistemas de manejo do solo na renovação de cana crua. Ribeirão Preto, 2003/04. Período entre 11/12/2003 e 06/01/2004. Média de 10 pontos.

As avaliações que se seguiram foram realizadas nos experimentos sobre cana crua e pastagem, conduzidos em Ribeirão Preto e Pindorama, no ano agrícola 2003/04. Devido as avaliações terem sido feitas em área vegetada, optou-se em incluir outro fator na análise, a posição da leitura, se na linha de semeadura ou entrelinha. Observa-se na Tabela 61, que em todas as épocas (início e meio do ciclo) de avaliação, ocorreram interações significativas entre sistemas de manejo e cultivar ou manejo e posição de leitura.

Tabela 61. Fluxo de CO₂ em diferentes sistemas de manejo do solo, cultivares de amendoim e posição da leitura. Ribeirão Preto (SP) e Pindorama (SP), ano agrícola 2003-04.

Sistemas de Manejo do Solo (M)	Ribeirão Preto – Cana Crua		Ribeirão Preto - Pastagem		Pindorama
	30/12/2003	8/03/2004	5/01/2004	15/03/2004	17/03/2004
-----kg de CO ₂ .ha ⁻¹ .h ⁻¹ -----					
Convencional	19,1 a	29,2 b	22,5 a	28,7 a	55,0 a
Cultivo Mínimo	13,8 b	28,3 b	21,8 b	27,3 ab	57,8 a
Plantio Direto	16,0 ab	33,9 a	24,2 a	26,1 b	39,6 b
Teste F	7,6 *	10,8 *	12,7 **	5,7 *	19,8 **
d.m.s. (Tukey 5%)	4,1	3,9	1,5	2,3	9,6
Cultivares (C)					
IAC-Tatu ST	17,3 a	31,7 a	24,8 a	28,3 a	53,9 a
IAC-Caiapó	15,5 b	29,3 a	20,9 b	26,4 a	47,7 b
Teste F	10,9 **	1,3 ^{ns}	23,1 **	4,4 ^{ns}	8,8 *
d.m.s. (Tukey 5%)	1,3	3,8	1,9	2,1	4,7
Posição (P)					
Linha de Semeadura	19,7 a	42,7 a	26,2 a	36,6 a	60,6 a
Entrelinha	12,9 b	18,3 b	19,5 b	18,1 b	41,0 b
Teste F	44,0 **	408,1 **	69,3 **	498,5 **	149,4 **
d.m.s. (Tukey 5%)	2,1	2,5	1,7	1,7	3,4
Interações					
Teste F (M x C)	12,5 **	1,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}	6,4 *	1,58 ^{ns}
Teste F (M x P)	0,5 ^{ns}	13,0 **	3,9 *	1,3 ^{ns}	5,4 *
Teste F (C x P)	3,5 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,9 ^{ns}	1,9 ^{ns}	2,4 ^{ns}
Teste F (M x C x P)	1,1 ^{ns}	5,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	2,3 ^{ns}	3,0 ^{ns}
C.V. (%) Manejos	23,4	11,9	6,2	7,8	17,3
C.V. (%) Cultivares	12,3	19,5	12,4	11,6	14,4
C.V. (%) Posição	21,5	13,8	12,3	10,4	10,9

Através dos desdobramentos das interações apresentados nas Figuras 50a e 51a, nota-se que na fase inicial do desenvolvimento (25 DAE), tanto em condição de cana crua quanto em pastagem, as emissões de CO₂ na cultivar IAC-Tatu ST foram maiores que na IAC-Caiapó, principalmente nos sistemas convencional sobre cana crua e plantio direto sobre pastagem. Aos 85 DAE, verificaram-se diferenças estatísticas entre as medidas tomadas na linha e na entrelinha, denotando uma contribuição significativa da respiração das raízes e estruturas reprodutivas das cultivares de amendoim (Figura 50b e 51b). O mesmo pôde-se observar no experimento de Pindorama (Figura 52).

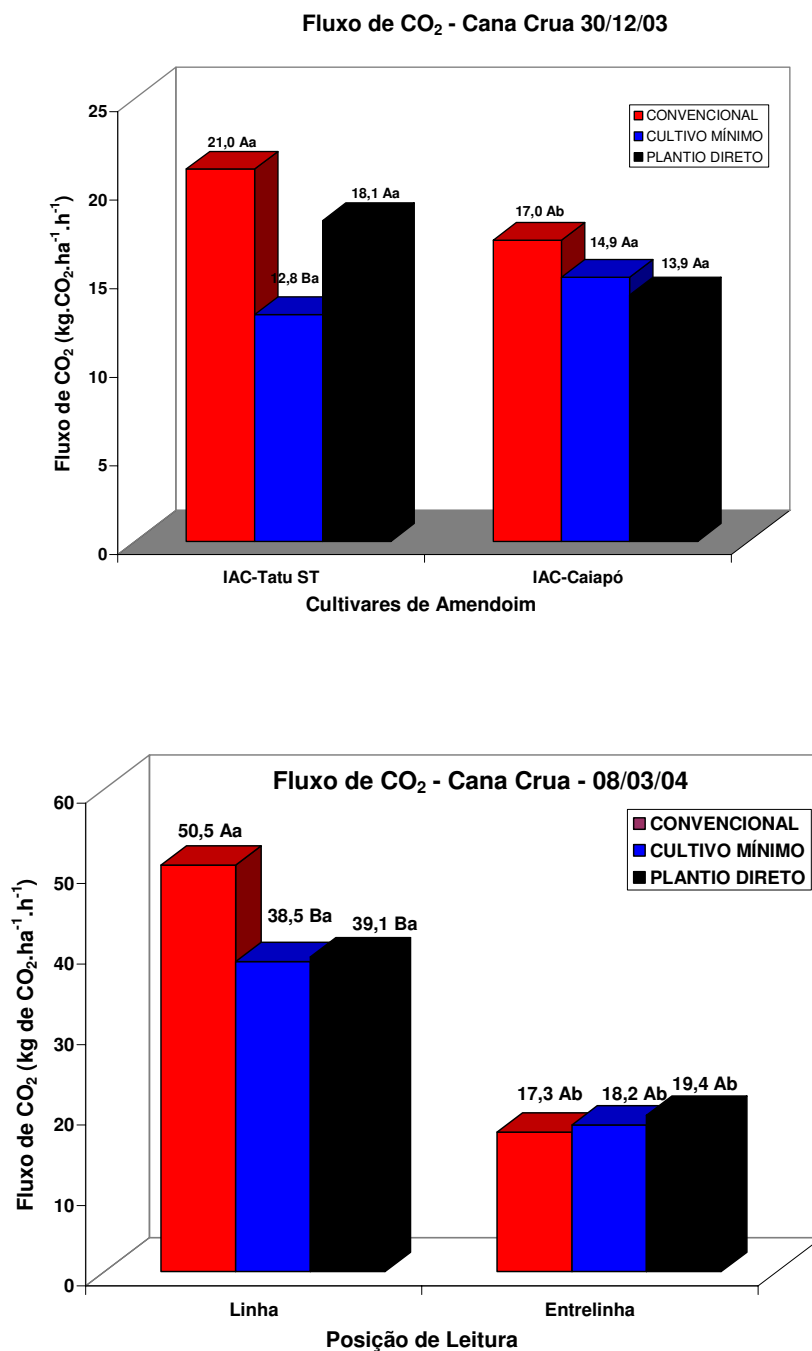


Figura 50. Desdobramento das interações entre manejos de solo x cultivares (a) e manejos x posição de leitura (b). Ribeirão Preto, 2003-04. Letras maiúsculas comparam médias entre manejos dentro de cada cultivar e posição. Letras minúsculas comparam médias entre cultivares e posição dentro de cada manejo, pelo Teste de Tukey (5%).

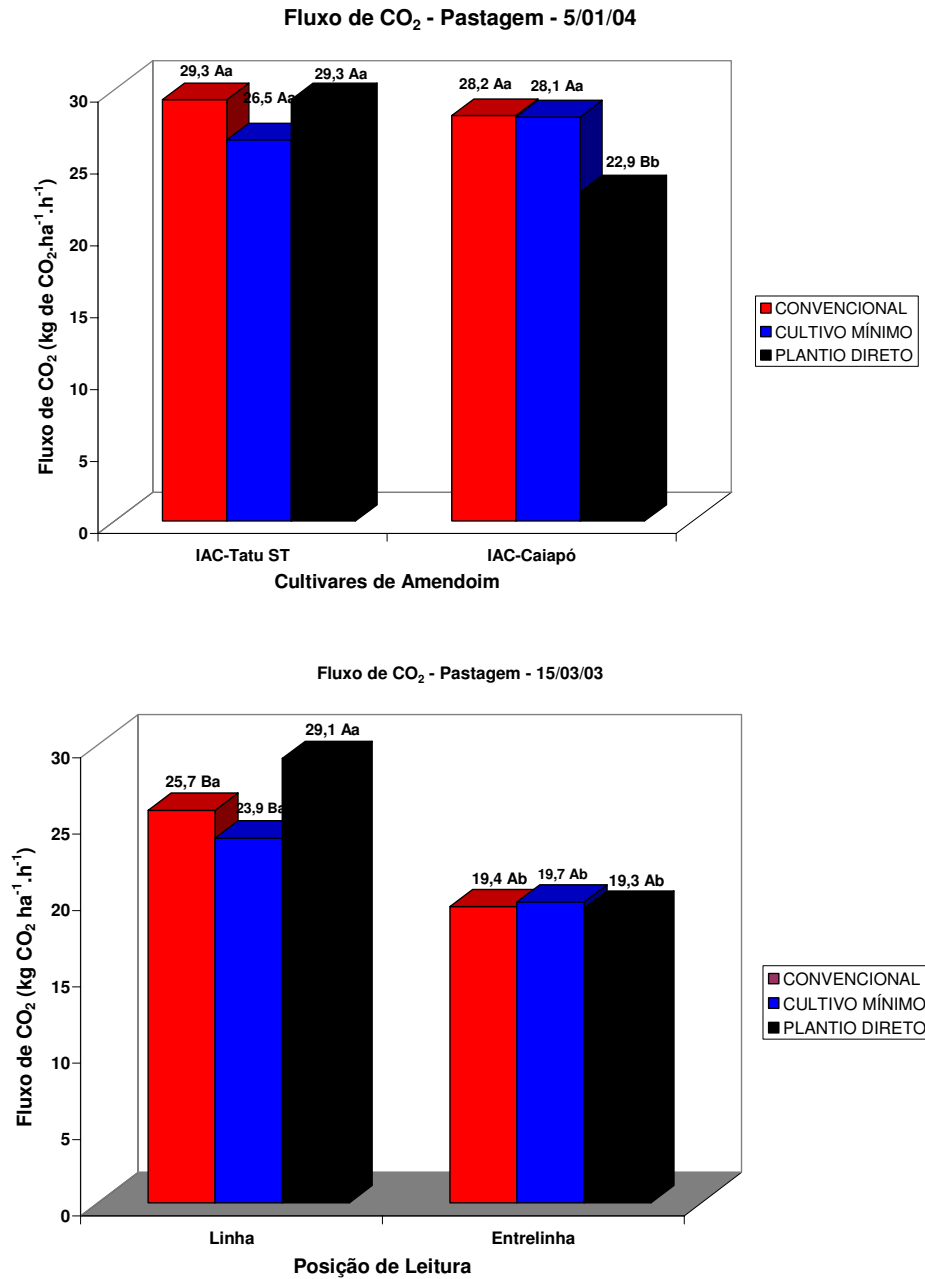


Figura 51. Desdobramento das interações entre manejos de solo x cultivares (a) e manejos x posição de leitura (b). Pastagem, Ribeirão Preto, 2003-04. Letras maiúsculas comparam médias entre manejos dentro de cada cultivar e posição. Letras minúsculas comparam médias entre cultivares e posição dentro de cada manejo, pelo Teste de Tukey (5%).

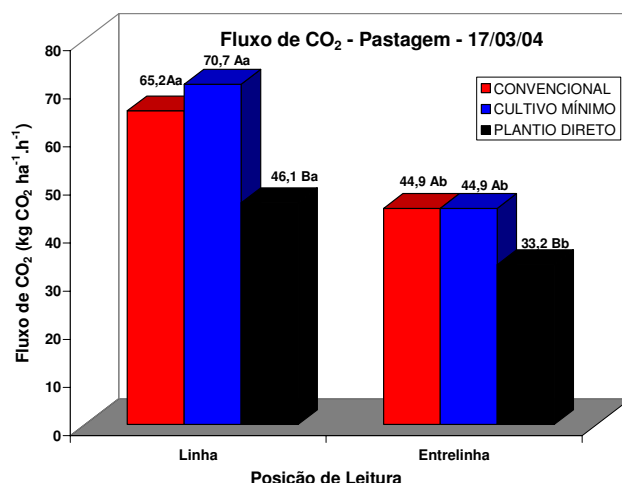


Figura 52. Desdobramento das interações entre manejos de solo x posição de leitura. Pastagem, Pindorama, 2003-04. Letras maiúsculas comparam médias entre manejos e dentro de cada posição e minúsculas entre posições dentro dos manejos (Teste de Tukey (5%).

O desenvolvimento inicial da cultivar IAC-Caiapó é mais lento que da IAC-Tatu ST, conseqüentemente as raízes também ocupam um menor volume de solo. Além disso, como apresentam ciclos contrastantes, o máximo de produção de vagens também ocorre em períodos diferentes. Por conseguinte, a contribuição da respiração das raízes e vagens para IAC-Caiapó foi menor que na IAC-Tatu ST, aos 25 DAE. SILVA & RESCK (1997), esclarecem que as raízes das plantas contribuem com $71,5 \times 10^9$ Mg.ano⁻¹ de CO₂ emitido para atmosfera, superior ao total da respiração oriunda dos microorganismos do solo, estimada em $13,5 \times 10^{10}$ Mg.ano⁻¹. É importante ressaltar que as taxas de fluxo quantificadas na linha de semeadura, foram o dobro da medidas na entrelinha, indicando que avaliações desta natureza não podem ser negligenciadas quando se analisa emissão de CO₂ paraO desenvolvimento inicial da cultivar IAC-Caiapó é mais lento que da IAC-Tatu ST, conseqüentemente as raízes também ocupam um menor volume de solo. Além disso, como apresentam ciclos contrastantes, o máximo de produção de vagens também ocorre em períodos diferentes. Por conseguinte, a contribuição da respiração das raízes e vagens para IAC-Caiapó foi menor que na IAC-Tatu ST, aos 25 DAE. SILVA & RESCK (1997),

esclarecem que as raízes das plantas contribuem com $71,5 \times 10^9 \text{ Mg.ano}^{-1}$ de CO_2 emitido para atmosfera, superior ao total da respiração oriunda dos microorganismos do solo, estimada em $13,5 \times 10^{10} \text{ Mg.ano}^{-1}$. É importante ressaltar que as taxas de fluxo quantificadas na linha de semeadura, foram o dobro das medidas na entrelinha, indicando que avaliações desta natureza não podem ser negligenciadas quando se analisa emissão de CO_2 para atmosfera em sistemas agrícolas. CHENG et al. (1994) verificaram através a técnica do ^{14}C , que do total de CO_2 evoluído na rizosfera de plantas de trigo, 40,6% é decorrente da respiração das raízes e 59,4% é derivada da respiração microbiana associada à rizosfera. Não foram encontrados na literatura resultados obtidos com amendoim. Em condição de pastagem em Mirassol (Tabela 62), também foram quantificados maiores fluxos de CO_2 do solo nos sistemas de manejo convencional e cultivo mínimo, os quais dependeram da posição de leitura. Neste experimento, em razão das leituras terem sido realizadas em três períodos (21, 35 e 70 DAE), foi possível verificar que a variação temporal do fluxo de CO_2 foi regulada pelo conteúdo de água no solo, concordando com trabalho de HOWARD & HOWARD (1993). Os desdobramentos das interações estão apresentadas na Figura 53, a 1ª avaliação foi realizada após um período com grande intensidade de chuva (210 mm desde o preparo), na qual as emissões foram altas no sistema convencional, pois a incorporação dos resíduos da pastagem que estava com 18 anos, forneceu substrato aos microorganismos decompositores e expôs a matéria orgânica. De acordo com SÁ et al. (2005), a constante fratura dos agregados, especialmente os macroagregados, provocada pelo preparo do solo, proporciona aumento da entrada de oxigênio nos poros, tornando o ambiente mais oxidativo e expondo a matéria orgânica à decomposição. A 2ª avaliação (35 DAP) foi realizada após um período seco (12 dias) associado às altas temperaturas (3,4 graus maior no sistema convencional) e demonstrou uma queda substancial nas taxas de fluxo de CO_2 . A 3ª avaliação foi efetuada após período de chuva, na qual os valores das emissões retornaram aos patamares anteriores, com exceção do plantio direto que apresentou pequeno aumento. Estes resultados concordam com BAUER et al. (2006), o qual avaliou ensaio de 25 anos sobre diferentes manejos de solo, no qual confirmam que o fluxo de CO_2 em sistemas conservacionistas é menos influenciado pelas variações no conteúdo de água no solo ou ocorrência de chuva que em condição de preparo convencional.

Fluxo de CO₂ do solo na Reforma de Pasto

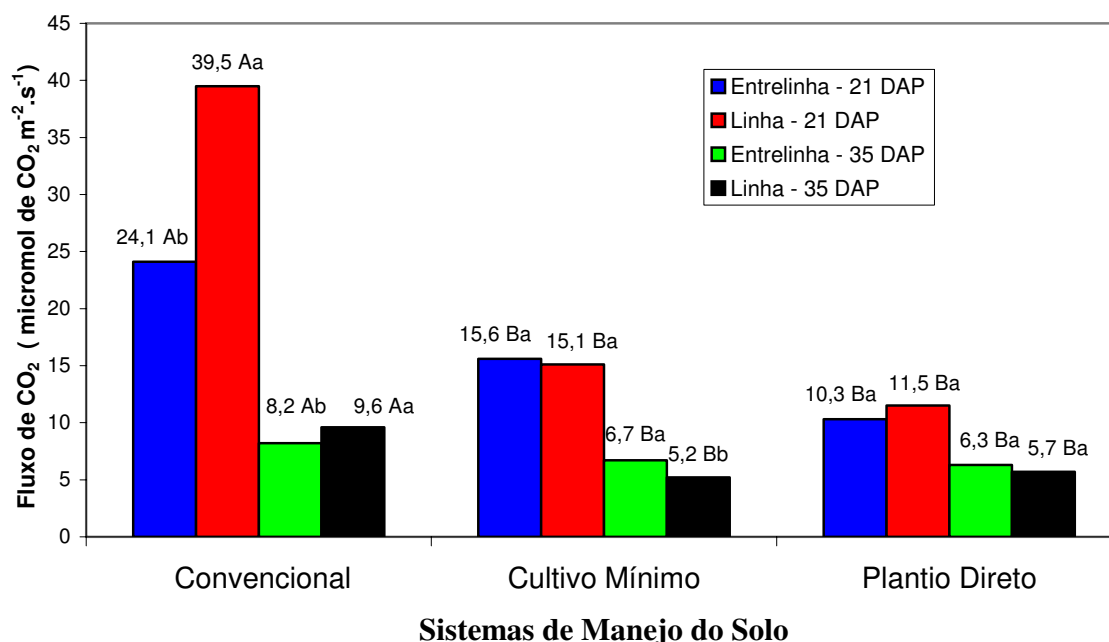


Figura 53. Desdobramentos da interações entre sistemas de cultivo e posição das medidas realizadas aos 21 e 35 DAP (dias após os preparos de solo). Letras maiúsculas comparam médias entre sistemas de cultivo e minúsculas entre posições, dentro de cada data de avaliação, conforme teste Tukey a 5%.

Com relação ao estudo da variabilidade espacial do fluxo de CO₂ em área de cana crua submetida a três sistemas de manejo, pode-se observar na Tabela 63, os resultados da estatística descritiva. Nota-se que o coeficiente de variação aumentou da primeira leitura, quando o solo estava com baixo conteúdo de água, para a segunda quando havia chovido 20 mm. O valor do alcance A (m) duplicou na 2^a avaliação (3/03/05), passando de 14 para 34 metros de distância.

Segundo instruções de VIEIRA (2000), medições localizadas a distâncias menores que o alcance são correlacionadas umas às outras, o que permite que se façam interpolações para espaçamentos menores do que os amostrados, justificando a utilização da geoestatística (Figura 54).

Tabela 62. Valores médios do fluxo de CO₂ (μmol de CO₂.m⁻².s⁻¹), umidade do solo, umidade do ar e temperatura do solo, em diferentes sistemas de manejo do solo, cultivares de amendoim e posição de leitura. Experimento sobre pastagem, Mirassol, ano 2004/05. Média de 8 repetições.

Sistemas de Manejo (M)	Fluxo de CO ₂						T (°C) - solo						U (%) - solo (0-12 cm)						U (%) - ar câmara					
	3/2/5	18/2/5	23/3/5	30,1 a	30,1 a	30,1 a	3/2/5	18/2/5	23/3/5	27,8 a	27,8 a	14 a	4,4 a	12,5 a	23/3/5	3/2/5	18/2/5	23/3/5	3/2/5	18/2/5	23/3/5	3/2/5	18/2/5	23/3/5
Convencional	31,8 a	8,9 a	30,1 a	30,1 a	30,1 a	30,1 a	36,3 a	36,3 a	27,8 a	27,8 a	27,8 a	14 a	4,4 a	12,5 a	23/3/5	80,6 a	43,1 a	43,1 a	80,6 a	43,1 a	43,1 a	80,6 a	43,1 a	75,7 a
Cultivo Mínimo	15,4 a	5,9 b	13,7 b	28,6 b	28,6 b	28,6 b	34,9 b	34,9 b	27,7 a	27,7 a	27,7 a	12 a	4,7 a	12,2 a	23/3/5	74,1 b	43,9 a	43,9 a	74,1 b	43,9 a	43,9 a	74,1 b	43,9 a	73,9 a
Plantio Direto	10,9 b	5,9 b	12,6 b	28,5 b	28,5 b	28,5 b	33,7 b	33,7 b	27,6 a	27,6 a	27,6 a	16 a	5,3 a	12,5 a	23/3/5	72,2 b	41,2 a	41,2 a	72,2 b	41,2 a	41,2 a	72,2 b	41,2 a	72,8 a
Teste F	3,7ns	14,7**	12,9**	36,1**	36,1**	36,1**	12,5**	12,5**	1,5 ns	1,5 ns	1,5 ns	2,8 ns	0,7 ns	0,1 ns	23/3/5	16,8**	0,56ns	0,56ns	16,8**	0,56ns	0,56ns	16,8**	0,56ns	0,9 ns
d.m.s.Tukey	28,8	1,9	12,1	0,7	0,7	0,7	1,57	1,57	0,2	0,2	0,2	5,0	3,0	2,4	23/3/5	5,4	5,9	5,9	5,4	5,9	5,9	5,4	5,9	6,7
Cultivares(C)																								
IAC-Tatu ST	20,5 a	6,2 b	18,4 a	29 a	29 a	29 a	35,4 a	35,4 a	27,7 a	27,7 a	27,7 a	13 a	4,2 b	12,3 a	23/3/5	75,7 a	42,5 a	42,5 a	75,7 a	42,5 a	42,5 a	75,7 a	42,5 a	73,8 a
IAC-Caiapó	18,2 a	7,7 a	18,8 a	28 a	28 a	28 a	34,5 b	34,5 b	27,8 b	27,8 b	27,8 b	15 a	5,3 a	12,6 a	23/3/5	75,6 a	43,5 a	43,5 a	75,6 a	43,5 a	43,5 a	75,6 a	43,5 a	74,5 a
Teste F	0,3 ns	25,6**	0,1 ns	5,0 ns	5,0 ns	5,0 ns	24,3**	24,3**	1,5 ns	1,5 ns	1,5 ns	2,5 ns	14,8**	0,4 ns	23/3/5	0,01ns	1,6 ns	1,6 ns	0,01ns	1,6 ns	1,6 ns	0,01ns	1,6 ns	0,4ns
d.m.s.Tukey	9,6	0,68	3,6	0,25	0,25	0,25	0,39	0,39	0,19	0,19	0,19	2,4	0,6	1,2	23/3/5	3,14	1,77	1,77	3,14	1,77	1,77	3,14	1,77	2,77
Posição (P)																								
Entrelinha	16,7 b	6,8 a	18,2 a	29 a	29 a	29 a	35,1 a	35,1 a	27,9 a	27,9 a	27,9 a	15 a	4,6 a	12,2 a	23/3/5	77,0 a	43,2 a	43,2 a	77,0 a	43,2 a	43,2 a	77,0 a	43,2 a	74,4 a
Linha	22 a	7,0 a	19,0 a	29 b	29 b	29 b	34,8 a	34,8 a	27,5 b	27,5 b	27,5 b	12 b	4,9 a	12,6 a	23/3/5	74,3 b	42,8 a	42,8 a	74,3 b	42,8 a	42,8 a	74,3 b	42,8 a	73,9 a
Teste F	29,3**	0,5 ns	0,8 ns	20,6**	20,6**	20,6**	1,65ns	1,65ns	19,8**	19,8**	19,8**	24,7**	1,0 ns	1,5 ns	23/3/5	13,1**	2,7 ns	2,7 ns	13,1**	2,7 ns	2,7 ns	13,1**	2,7 ns	0,7ns
d.m.s.Tukey	1,9	0,47	1,98	0,2	0,2	0,2	0,37	0,37	0,17	0,17	0,17	1,2	0,5	0,6	23/3/5	1,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,9
Interações																								
M x C	0,5 ns	2,6ns	0,9 ns	11,4**	11,4**	11,4**	0,68ns	0,68ns	2,4 ns	2,4 ns	2,4 ns	0,2 ns	1,9 ns	0,3 ns	23/3/5	1,7 ns	0,8 ns	0,8 ns	1,7 ns	0,8 ns	0,8 ns	1,7 ns	0,8 ns	0,3ns
M x P	26,5**	12,7**	0,7 ns	2,4 ns	2,4 ns	2,4 ns	2,36	2,36	0,3 ns	0,3 ns	0,3 ns	2,7 ns	2,1 ns	0,28ns	23/3/5	0,06ns	1,6 ns	1,6 ns	0,06ns	1,6 ns	1,6 ns	0,06ns	1,6 ns	0,2 ns
C x P	0,6ns	0,2ns	0,9 ns	4,9 ns	4,9 ns	4,9 ns	0,52	0,52	0,1 ns	0,1 ns	0,1 ns	0,2 ns	1,0 ns	0,04ns	23/3/5	7,46ns	0,1 ns	0,1 ns	7,46ns	0,1 ns	0,1 ns	7,46ns	0,1 ns	0,1 ns
M x C x P	1,5ns	3,08ns	0,3 ns	5,2**	5,2**	5,2**	0,29	0,29	0,03ns	0,03ns	0,03ns	0,7 ns	0,6 ns	0,3ns	23/3/5	1,14ns	2,4 ns	2,4 ns	1,14ns	2,4 ns	2,4 ns	1,14ns	2,4 ns	0,1 ns
C.V. (%)	37,3	29,3	45,9	2,7	2,7	2,7	4,6	4,6	2,7	2,7	2,7	17,9	27,8	12,7	23/3/5	7,4	5,0	5,0	7,4	5,0	5,0	7,4	5,0	5,2

Para cada faixa de preparo, as análises de correlação realizadas entre as medidas de fluxo e de U% e T°C do solo, não apresentaram coeficientes de correlação altos. Somente no cultivo mínimo, para os dois primeiros períodos, observou-se correlação significativa e positiva ($r=0,54$), entre fluxo de CO₂ e temperatura do solo (0 a 12 cm). Entretanto, os conteúdos volumétricos (%) de água no solo, foram sempre maiores no plantio direto (27, 41 e 41%), intermediários no cultivo mínimo (14 ; 21 e 15 %) e mais baixos no convencional (12, 18 e 12 %). LA SCALA et al. (2000) observaram que durante três dias de avaliação em *grid* com 65 pontos, para as condições de solo argiloso em Jaboticabal-SP, ocorreram modificações no padrão das emissões, com valores médios de 1,46 1,72 e 2,80 $\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Os autores sugerem que as mudanças na variabilidade entre os dias, estão possivelmente relacionadas com o clima e com a complexa relação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Os mapas apresentados na Figura 55 demonstram claramente a diferença de emissão em função do nível de revolvimento do solo, sobretudo na segunda avaliação, quando foi possível verificar as áreas de maiores fluxos (5 e 6 $\mu\text{mol de CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) concentradas no sistema convencional, mais baixos no plantio direto (1 e 2 $\mu\text{mol de CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e no cultivo mínimo valores intermediários. Convém salientar, que as faixas de preparo apresentavam largura de 15 metros, sendo que da esquerda para direita, estão dispostos o manejo plantio direto, cultivo mínimo e convencional.

Considerando a extensão de cultivo da cana-de-açúcar atualmente no Brasil e em especial no estado de São Paulo, pesquisas que avaliem o impacto da incorporação dos resíduos de colheita sem queima sobre o fluxo de gases do efeito estufa, demandarão novas e mais detalhadas investigações. Dentre os poucos trabalhos realizados, que possam ser confrontados com a presente pesquisa, destaca-se o trabalho de GESCH et al. (2007), os quais verificaram que a incorporação do palhico de cana, para as condições da Florida (USA), resultou em um período de 24 horas após o preparo, perdas de CO₂ cerca de 33 vezes maior que no sistema plantio direto.

Tabela 63. Estatística descritiva e parâmetros do modelo de semivariograma dos fluxos de CO₂ expressos em $\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Variável	Num.	Média	Variância	D.P.	C.V.	Mínimo	Máximo	Assimetria
F2402	144	2.36	1.094	1.046	44.29	0.08	6.34	0.845
F0303	144	3.21	4.601	2.145	66.82	0.32	12.59	1.226
Variável	Modelo	C0	C1	A	R ²	GA	Curtose	
F2402	Esférico	0,47	0,68	14,08	0,465	40,82	1.412	
F0303	Esférico	1,99	3,22	39,83	0,659	38,18	2.141	

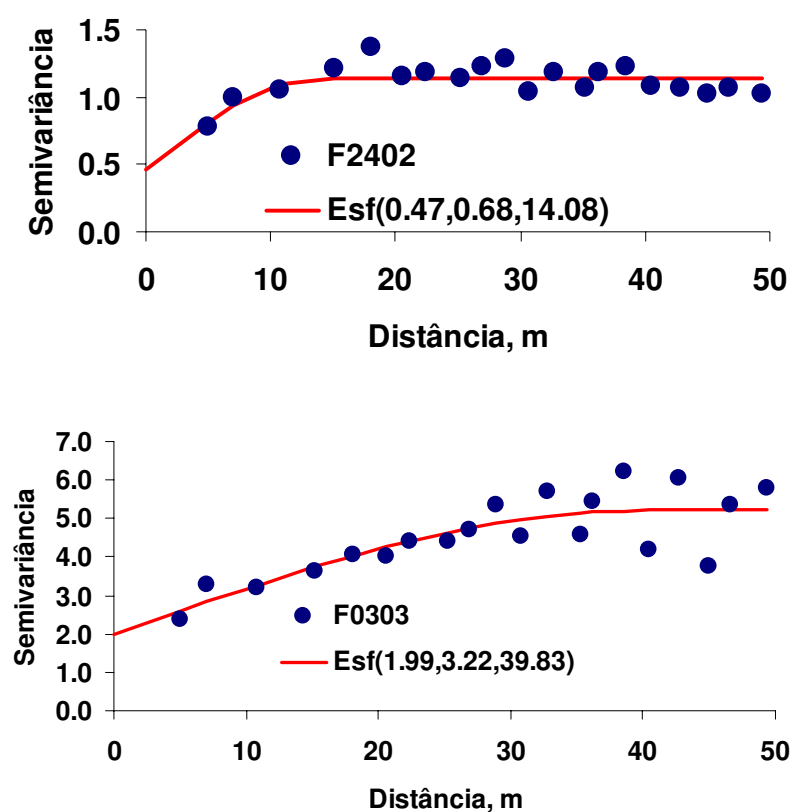
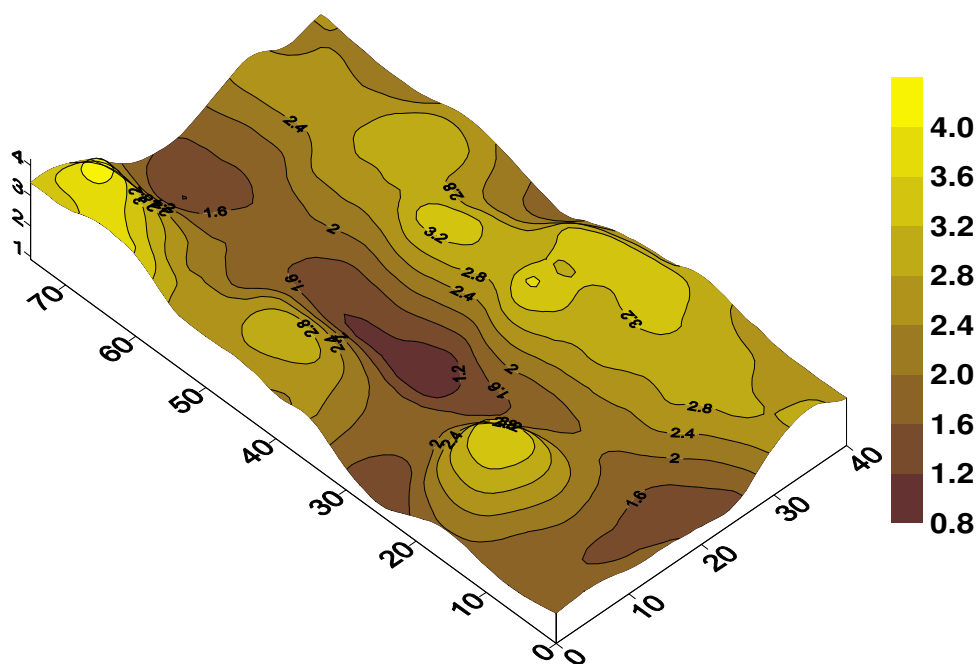
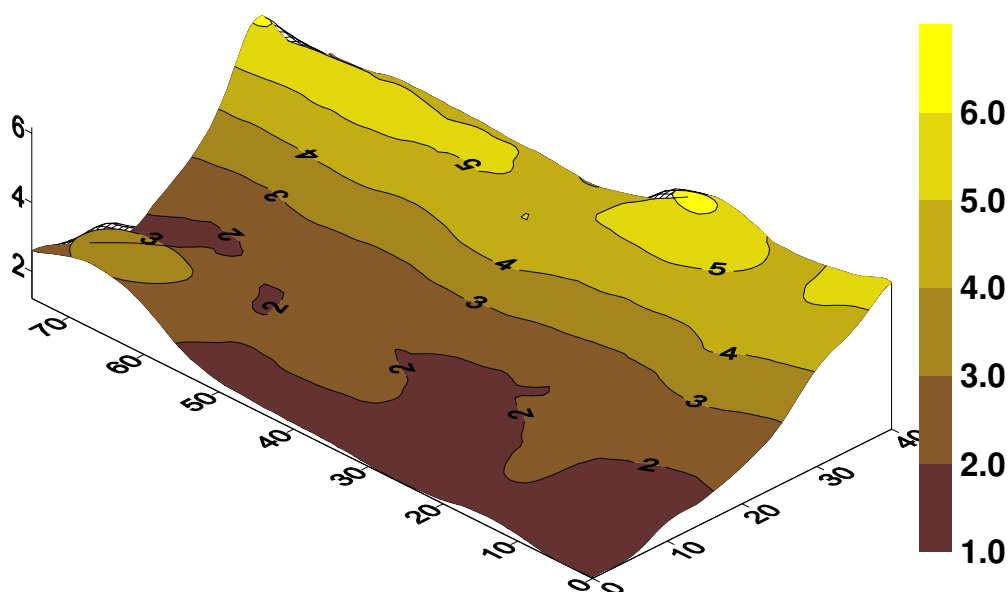


Figura 54. Semivariâncias para os fluxos de CO₂ medidos nos dias 24/02/2005 e 03/03/2005, em área de cana crua submetida a três diferentes sistemas de cultivo.



Fluxo CO2 em 24/02/2005



Fluxo CO2 em 03/03/2005

Figura 55. Mapas da variabilidade das emissões de dióxido de carbono em diferentes manejos. No eixo X, da esquerda para direita, a cada 15 m, inicia-se uma nova faixa de preparo, sendo plantio direto (0-15 m), cultivo mínimo (15 a 30 m) e convencional (30 a 45 m).

V. CONCLUSÕES

- a) Houve interação significativa entre sistemas de manejo do solo e cultivares de amendoim, para produção de vagens, em quatro dos 12 experimentos conduzidos. A resposta das cultivares dependeu do ambiente (sucessão cana crua ou pastagem), do ano e da classe do solo (Latossolo ou Argissolo).
- b) Em sucessão à cana crua e pastagem, sobre Latossolo, para a média das cultivares, não houve diferença estatística na produção de vagens e grãos entre os sistemas de manejo do solo. Porém, em condição de Argissolo, ocorreu diminuição significativa na produção.
- c) A palhada não impede a penetração dos ginóforos, proporciona maior conteúdo volumétrico de água e diminuição da temperatura na superfície do solo. Estas condições favorecem a atividade microbiana, sobretudo a nodulação, que atinge máximo aos 75 e 90 DAE, respectivamente para IAC-Tatu ST e IAC-Caiapó.
- d) A cultivar rasteira IAC-Caiapó extrai maiores quantidades de N, P, K, Cu e Zn, nas folhas e ramas aos 75 DAE, enquanto a IAC-Tatu ST extrai mais Ca, Mg e S, para as mesmas condições. A extração de Zn pelas cultivares de amendoim é significativamente maior nos sistemas conservacionistas.
- e) O sistema convencional de preparo solo emite cerca de 2,5 vezes mais CO₂ que o plantio direto sobre cana crua e pastagem. Na linha de semeadura as emissões são o dobro que na entrelinha, devido a respiração das raízes e vagens. O fluxo de CO₂ ao longo das avaliações dependeu da umidade do solo.

VI. IMPLICAÇÕES

De maneira geral, tanto em sucessão à cana crua quanto em áreas de pastagem, as razões que explicam as variações na produtividade não se limitam àquelas quantificadas e aferidas nesta pesquisa. Observações práticas, vivenciadas nestes 6 anos de experimentação, contribuíram para caracterizar as vantagens e limitações dos sistemas conservacionistas para amendoim. Em parceria com alguns agricultores, os tratamentos propostos nesta pesquisa foram validados em escala comercial, a fim de elucidar uma questão crucial e a qual não era possível concluir em parcelas experimentais, que se refere à viabilidade do arranquio e recolhimento mecanizado. Por três anos consecutivos (2003/04, 2004/05 e 2005/06) foram acompanhadas produções comerciais das cultivares Tégua e IAC-886, nos sistemas convencional e plantio direto, dispostos no campo em áreas contíguas, sobre palhada de cana crua, nos municípios de Sertãozinho (Latossolo) e Jaboticabal (Argissolo). Em todos os anos, as produtividades no sistema plantio direto situaram-se acima dos 4.000 kg.ha⁻¹, com arranquio e recolhimento mecanizado, conforme fotos apresentadas na Figura 56. No ano 2005/06, foram retiradas 120 amostras distribuídas em 1 ha de cada sistema, em condição de Argissolo altamente infestado por tiririca (Figura 57). Os resultados foram próximos aos relatados pelo produtor, sendo que a produção de vagens no plantio direto (5100 kg.ha⁻¹) foi superior ao convencional (4200 kg.ha⁻¹).

Vários aspectos ainda demandam pesquisas, com o objetivo de refinar o sistema, tais como; semeadoras adaptadas, adubação em condição de palhada, compactação do solo, incidência de aflatoxina em plantio direto, quantificação das perdas de vagens na colheita. Porém, o lastro de conhecimento derivado dos resultados experimentais, aliado às experiências práticas, permitem que os produtores adotem com segurança os sistemas de manejo conservacionista para a cultura do

amendoim. Além dos benefícios ambientais, a adoção destes sistemas, poderá contribuir expressivamente para diminuição dos custos de produção e permitirá inserir a cultura do amendoim em outros sistemas de produção, nos quais o manejo conservacionista já é utilizado na prática.



Figura 56. Foto da esquerda, refere-se amendoim em palhada cana. Foto direita, arranquio mecanizado em área de cana crua. Sertãozinho 2003/04. Fazenda São José, proprietário Luiz Balardin.



Figura 57. Área comercial de amendoim (IAC-886) no sistema convencional sobre Argissolo infestado por tiririca (foto da esquerda) no início de desenvolvimento. Amendoim (IAC-886) no sistema plantio direto (foto da direita). Propriedade Sr. José Agostinho. Jaboticabal, 2004/05.

VII. REFERÊNCIAS

ABRAMO FILHO, J.; MATSUOCA, S.; SPERANDIO, M. L.; ARCHETI, L. L.; RODRIGUES, R. C. D. Resíduo de colheita mecanizada de cana crua. **Açúcar & Álcool**, v.13, n.67, p.23-25, 1993.

ACCIOLY, A. M.A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ,V.H.; SCHAEFER, C. E., (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 2, p. 299-352.

ADAMS, F.; HARTZOG, D. L. The nature of yield responses of florunner peanuts to lime. **Peanut Science**, v.7, p.120-123, 1980.

ADAMS, F.; PEARSON, R. W. Differential response of cotton and peanuts to subsoil acidity. **Agronomy Journal**, v. 62, n. 1, p. 9-12, 1970.

ADAMSEN, F. J. & WRIGHT, F. S. Response of Virginia-type peanut under conservational tillage to gypsum. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v. 25, n.5-6, p. 637-650, 1994.

ALLEONI, L. R. F.; BEAUCLAIR, E. G. F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim, com diferentes doses de adubo. **Scientia Agricola**, v. 53, n. 3, p. 409-415, 1995.

ASAE. Americ. Soc. Agric. Engrs. 1990, St. Joseph. **Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships**. EP 291, v.2.

ARF, O.; ATHAYDE, M. L. F.; MALHEIROS, E. B. Comportamento do amendoim (*Arachis hypogaeae* L.) com diferentes densidades de planta, em área de renovação de canavial. **Científica**, v.19, n.2, p.9-18, 1991.

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; INOUE, T. T.; COSTA, A. C. S. Efeitos da escarificação na qualidade física de um latossolo vermelho distroférrico após treze anos de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p.495-504, 2004.

AYALA, I. A. C.; ORTIZ, M. E. L.; RUIZ, A. G.; GÓMEZ, D. P.; DELGADO, R. V.; AGUILAR, I. S. **Caña de Azúcar : Paradigma de sostenibilidad**. Cuba, INICA, Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar, 2003. 169 p.

BACCHI, O. O.; ROLIM, J. C. Dose letal de glifosate para fins de eliminação químicas de soqueiras. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2, 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** p. 13-20.

BALDWIN, J. A. Yield and grade of Florunner peanut following two years of Tifton 9 bahiagrass. In: AMERICAN PEANUT RESEARCH EDUCATION SOCIETY, 24, 1992,. **Proceedings...**Georgia, p. 32.

BALL-COELHO, B.; TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B.; SALCEDO, I. H; SAMPAIO, E. U. S. B. Residues management effects on sugarcane yield and soil properties in north-eastern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 85, p.1004-1008, 1993.

BARBIERI, J. L.; ALLEONI, L. R. F.; DOZELLI, J. L. Avaliação agronômica e econômica de sistemas de preparo de solo para cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p. 89-98 , 1997.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, M. A. C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).

BAUER, P.J.; FREDERICK, J.R.; NOVAK, J.M.; HUNT, P.G. Soil CO₂ flux from a norfolk loamy sand after 25 years of conventional and conservation tillage. **Soil and Tillage Research**, v. 90, p. 205-211, 2006.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. & Camargo, F. A., ed. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas Tropicais & Subtropicais**. Porto Alegre: RS, Editora Gênese, 1999. p.9-23.

BELLINASSO, I. F. A compactação e o preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7, 1997, Piracicaba, **Anais...** p.206-210.

BELLINAZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE CONTROLE DE EROSÃO RURAL NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IBGE, 1981. p. 117-137.

BERTONI, J.; PASTANA, F.I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo, no Instituto Agronômico**. Instituto Agronômico, Campinas, 1986. 57 p. (Circular Técnica IAC, 20).

BOLONHEZI, D.; TANIMOTO, O.S. Plantio direto de culturas de sucessão sobre palhada de cana crua. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 4, Ribeirão Preto, 2001. Os...Campinas, Instituto Biológico, 2001, p.87-94.

BOLONHEZI, D.; SANTOS, R. C. dos; GODOY, I. J. de. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R.C.dos (ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2005. p.193-244.

BOLONHEZI, D.; CANTARELLA, H.; PEREIRA, J. C. V. N. A. & LANDELL, M.G.A. Produção de soja com diferentes doses de calcário no sistema convencional e plantio direto sobre palhada de cana-de-açúcar. In: FERTBIO 2000, 2. CD-ROM, 2000, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria :UFSM, 2000.

BONO, J. A. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; SILVA, M. L. N. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas. **Past. Trop.**, v. 18, p. 2-8, 1996.

BRANDENBURG, R. L.; HERBERT Jr., D. A.; SULLIVAN, G. A.; NADERMAN, G. C.; WRIGHT, S. F. The impact of tillage practices on thrips injury of peanut in North Carolina and Virginia. **Peanut Science**, v.25, p.27-31, 1998.

BRAUNACK, M.V.; ARVIDSSON, J.; HAKANSSON, I. Effect of harvest traffic position on soil conditions and sugarcane (*Saccharum officinarum*) response to environmental conditions in Queensland, Australia. **Soil and Tillage Research**, v.89, p.103-121, 2006.

BROCH, D.L. Plantio direto da soja sobre pastagem de *Brachiaria decumbens* rompe barreiras de fertilidade do solo no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Cruz das Almas, n.38, p.17-18, 1997.

BUCHANAN, M.; KING, L. D. Seasonal fluctuations in soil microbial biomass carbon, phosphorus and activity in no till and reduced chemical input agroecosystems. **Biol. Fert. Soils**, v.13, p.211-217. 1992.

BUZOLIN, P. R. S. **Efeitos da palha residual da colheita mecanizada associada a fontes de potássio e doses de nitrogênio, no solo e nas socas de cana-de-açúcar.** 1997. 89 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1997.

CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. Efeitos da calagem sobre o índice de área foliar e a acumulação de matéria seca em genótipos de amendoim. **Científica**, v.24, p.115-126, 1996.

CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. Correção da acidez do solo e desenvolvimento do sistema radicular do amendoim em função da calagem. **Bragantia**, Campinas, v.57, p. 175-184, 1998.

CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C. Nodulação e absorção de nitrogênio pelo amendoim em resposta à calagem, cobalto e molibdênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n.2, p. 337-341, 2000.

CAMARGO, O. A. de; MONIZ, A. C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas.** Campinas, Instituto Agronômico, 1986. 94 p. (Boletim Técnico, 106).

CAMPBELL, W. V.; SULLIVAN, G.A.; REGISTER, E. W. Comparison of pests and pest damage in no-till and conventionally-planted peanuts. In: PROC. AMERICAN PEANUT RESEARCH AND EDUCATION SOCIETY. **Proceedings...** v.17, p.61, 1985.

CANASAT. Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da terra. Disponível em: <<http://www.dsr.impe.br/mapdsr/data/artigos/pdf>. Acesso em: out. de 2006.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Disponível em : <<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/index.php>>. Acesso em: out. de 2006.

CASMGS. Consortium for agricultural soils mitigation of greenhouse gases. Disponível em: <<http://www.casmgs.colostate.edu> >. Acesso em : set. de 2004.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 263-266, 1985.

CERDEIRA, A.L.; DORNELAS DE SOUZA, M.; BOLONHEZI, D.; QUEIROZ, S.C.N.; FERRACINI, V. L.; LIGO, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; SMITH Jr., S. Effects of sugar cane mechanical harvesting followed by no-tillage crop systems on leaching of triazine herbicides in Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v.75, p. 805-812, 2005.

CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. E. P. Balanço de gases em sistemas de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19, 2003, CD-ROM, Ribeirão Preto. **Anais...** UNESP : Ribeirão Preto, 2003.

CHENG, W.; COLEMAN, D.C.; CARROL, C.R.; HOFFMAN, C. A. Investigating short-term carbon flows in the rhizospheres of different plant species, using isotopic trapping. **Agronomy Journal**, v.86, p. 782-788, 1994.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; GODOY, O. P.; FILHO, R.V. Controle de *Brachiaria decumbens* STAPF e de *Cyperus rotundus* (L.) em área de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) através da técnica de rotação com amendoim (*Arachis hypogea* L.). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 70, n.3, p. 325-340, 1995.

COELHO, F. A. S. & TELLA, R. Absorção de nutrientes por plantas de amendoim na cultura de outono. **Bragantia**, Campinas, v.26, p. 235-252, 1967_a.

COELHO, F. A. S. & TELLA, R. Absorção de nutrientes por plantas de amendoim na cultura de primavera. **Bragantia**, Campinas, v. 26, p. 393-408, 1967_b.

COGO, N.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p. 43-753, 2003.

COLVIN, D. L.; BRECKE, B. J. Peanut cultivar response to tillage systems. **Peanut Science**, v.15, p.21-24, 1988.

COLVIN, D. L.; BRECKE, B. J. & WHITTY, B. Tillage variables for peanut Production. **Peanut Science**, v. 15, p. 94-97, 1988.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p. 777-778, 2005.

CONDE, A.J.; DONZELLI, J. L. Manejo conservacionista do solo para áreas de colheita mecanizada de cana queimada e sem queimar. In: Seminário Copersucar de Tecnologia Agrônômica, 7, 1997. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, p.193-205.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.11-17, 2004.

CORSINI, P. C.; FERRAUDO, A. S. Efeito de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.2, p. 289-298, 1999.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um latossolo Bruno afetada pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p.527-535, 2003.

COX, F. R. A note on the effect of soil reaction on zinc concentration on peanut tissue zinc. **Peanut Science**, v.17, p.15-17, 1990.

COX, F.R.; SHOLAR, J.R. **Site selection, land preparation, and management of soil fertility**. In: HASSAN, A.M.; SHOKES, F.M. (Eds.). Peanut Health Management. St. Paul, Minnesota, USA: The American Phytopathological Society. 1995. p. 7-11.

DECHEN, A.R. **Análises químicas de solo e de folhas, e produção de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e milho (*Zea mays* L.) em função de sistemas de produção e doses de calcário. Resultados de sete anos em Latossolo Vermelho-Escuro de Campinas, SP**. Piracicaba, 1990. 153 f. Tese (Livre Docência) – ESALQ, Universidade de São Paulo.

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

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.703-709, 1999 b.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G.A.de.; CAMARGO, F.A.O.de, (ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre : UFRGS, 1999. p.389-496.

DERPSCH,R. & BENITES,J.R. Agricultura conservacionista no mundo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 56, n.2, p. 7-12, 2004.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N. ; KOPKE, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista. Eschborn : GTZ – IAPAR, 1991. 272 p.

DIAS, F. L. F. **Sistemas de preparo de solo em área de colheita mecanizada de cana crua. Jaboticabal**, 2001, 83f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

DIAS JUNIOR, M. S. de. Compactação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; SCHAEFER, C. E. G. R. (ed). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, SBCS, 2000, v.1., p.55-88, 2000.

DIEKOW, J.; BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. Preparo do solo e o ciclo do carbono: preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE : Seqüestro de carbono e qualidade da água, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu : FEBRAPD. p. 38-43.

DORAN, J. W. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. **Soil Science Society Americam Journal**, v. 44, p.765-771, 1980.

DUARTE Jr., J. B.; COELHO, F.C. Cana-de-açúcar em PD na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Direto no Cerrado – Jornal da Associação de Plantio Direto no Cerrado**, n.43, agosto / setembro, p. 10, 2005

DUNKER, R.E. Historic Morrow Plots produce their highest corn yield in 2003. **Better Crops**, v.88, n.1, p. 20, 2004.

DURIGAN, J. C.; TIMOSSI, P. C. ; LEITE, G. J. Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus*), com e sem cobertura do solo pela palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.1, p.127-135, 2004.

ELKAN, G. H. Biological nitrogen fixation in peanut. In: PATEE, H. E.; STALKER, H.T. (ed). **Advances in Peanut Science**, Stillwater : American Peanut Research and Education Society, 1995. p.286-300.

ELKAN, G. H.; WYNNE, J. C.; SCHNEEWEIS, T. J.; ISLEIB, T. G. Nodulation and nitrogenase activity of peanuts inoculated with single strain isolates of *Rhizobium*. **Peanut Science**, v.7, p. 95-97, 1980.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (Documentos, 1).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Serviço de Produção, 1999. 412 p.

FEITOSA, C.T.; NOGUEIRA, S. S. S.; GERIN, M. A. N. ; RODRIGUES FILHO, F.S.O. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50,n.3, p.427-437, 1993.

FUJIWARA et al. **A técnica de estudo de raízes pelo método do trado**.Campinas : Instituto Agrônômico, 1994. 9 p. (Boletim Técnico IAC, 153)

FURLANI NETO, V.L.; MONTEIRO, H.; RIPOLI, T.C.; NOGUEIRA, R. R. Comparative analyses between green cane and burned cane: raw matter quality, cane losses, crop

residue and chopper harvest performance. In: INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 20, 1989, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: ISSCT, 1989, v.2, p.1043-50.

FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 92, p.18-29, 2007.

FREITAS, S. M. de; MARTINS, S. S.; NOMI, A. K.; CAMPOS, A. F. Evolução do mercado brasileiro de amendoim. In: SANTOS, R.C. dos, (ed) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande : Embrapa Algodão, 2005. p. 15-45.

FRYE, W. W.; LINDWALL, C. W. Zero-tillage research priorities. **Soil and Tillage Research**, v.8, p. 311-316, 1986.

GASCHO, G . J. ; DAVIS, J. G. Mineral Nutrition. In: SMARTT , J., (ed.) **The Groundnut Crop** : a scientific basis, for improvement. London, UK, 1994, p. 214-254.

GASCHO,G . J. ; DAVIS, J. G. Soil fertility and plant nutrition. In: PATEE, H. E. ; STALKER, H.T. (ed.) **Advances in Peanut Science**. Stillwater : American Peanut Research and Education Society, 1995, p.383 - 419.

GESCH, R. W.; REICOSKY, D. C.; GILBERT, R. A.; MORRIS, D. R. Influence of tillage and plant residue management on respiration of Florida Everglades Histosol. **Soil and Tillage Research**, v. 92, n. 1-2, p.156-166, 2007.

GILLIER,P.;SILVESTRE, P. **El cacahuete o maní**. Madrid: Editorial Blume,1970. 281 p.

GIARDINI, A. R.; LOPES, E. S.; SAVY FILHO, A.; NEPTUNE, A. M. L. Inoculação com *Rhizobium* e a aplicação de nitrogênio em amendoim. **Bragantia**, v.44, n.1, p.27-34, 1985.

GLINSKI, J. ; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant roots**. Boca Raton : CRC Press., 1990. 247 p.

GODOY, O. P.; MARCOS FILHO, J.; CÂMARA, G. M. de S. Tecnologia da produção. In: CÂMARA, G.M. de S.; GODOY, O.P.; MARCOS FILHO, J.; FONSECA, H. (ed.) **Amendoim: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo : Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 44 p. (Série Extensão Agroindustrial, 3).

GRICHAR, W. J.; BOSWELL, T. E. Comparison of no-tillage, minimum, and full tillage cultural practices on peanuts. **Peanut Science**, v.4, p.101-103, 1987.

GRICHAR, W. J.; SMITH, O. D. Effects of tillage systems on Southern blight and pod yield of five runner peanut genotypes. **Peanut Science**, v.18, p.144-147, 1991.

GRICHAR, W.J.; SMITH, O. D. Interaction of tillage and cultivars in peanut production systems. **Peanut Science**, v.19, p.95-98, 1992.

GRICHAR, W.J. Long term effects of three tillage systems on peanut grade, yield, and stem rot development. **Peanut Science**, v.25, p. 59-62, 1998.

GUPTA, S. C.; SHARMA, P. P.; DEFRANCHI, S. A. Compaction effects on soil structure. **Advances in Agronomy**, v.42, p.311-338, 1989.

GUEDES, S. N. R.; SHIKIDA, P. F. A.; TERCI, E.T.; PERES, M. T. M.; PERES, A. P. Mercado de terra e de trabalho na (re)estruturação da categoria social dos fornecedores

de cana de Ribeirão Preto. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 53, n.1, p.107-122, 2006.

HADLOW, W.; MILLARD, E. W. Minimum tillage: A practice alternative to ploughing in the South African Sugar Industry. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGIST, 16, São Paulo, 1977. **Proceedings...**São Paulo, Impress, 1978, v.2, p. 891-896.

HARTZOG, D. L.; ADAMS, J. E. Reduced tillage for peanut production. **Soil Tillage Research** , v. 14, p. 85-90, 1989.

HILLEL, D. Soil compaction and consolidation. In: **Fundamentals of soil physics**. New York : Academic Press, 1980. p. 355-385.

HILLEL, D. Soil dynamics: stress, strain, and strength. In: **Environmental soil physics**. San Diego : Academic Press, 1998. p. 341-379.

HOWARD, D. M.; HOWARD, P. J. A. Relationships between CO₂ evolution, moisture content and temperature for a range of soil types. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 1537-1546, 1993.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio com a cultura da soja. In: MERCANTE, F. M.; SALTON, J.C.; PAIVA, F.A.; FABRÍCIO, A. C.; STAUT, L.A.; MACHADO, L. A. C.; FONTES, C. Z. (ed.). Dourados : Embrapa – Agropecuária Oeste, 2000. **WORKSHOP : Nitrogênio na sustentabilidade de sistemas intensivos de produção agropecuária**. p. 51-76.

IGGO, G. A. A new chemical (glyphosate) for killing sugarcane. In: ANNUAL CONGRESS OF THE SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGIST ASSOCIATION, 48, 1974, Durban. **Proceedings...** p. 1-3.

INFORZATO, R.; TELLA, R. Sistema radicular do amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.19, n.2, p. 129-132, 1960.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2001 : the scientific basis. Third Assesment Report. Disponível em: www.ipcc.ch/press/pr.htm. Acesso em: out de 2003.

JOHNSON, A. W.; MINTON, N. A.; BRENNEMAN, T. B.; BURTON, G. W.; CULBREATH, A. K.; GASCHO, G. J.; BAKER, S. H.; JOHNSON, W. C. Managing nematodes, fungal diseases, and thrips on peanut with pesticides and crop rotations of *bahiagrass*, corn and cotton. **Peanut Science**, v. 26, p. 32-39, 1999.

JORDAN, D. L.; BARNES, J. S.; BOGLE, C. R.; NADERMAN, G. C.; ROBERSON, G. T. ; JOHNSON, P. D. Peanut response to tillage and fertilization. **Agronomy Journal**, v.93, p. 1125-1130, 2001.

JOHNSON, W.C. III; PROSTKO, E. P.; MULLINIX Jr., B. G. Texas panicum (*Panicum texanum*) control in strip-tillage peanut (*Arachis hypogaea*) production. **Peanut Science**, v. 29, p.141-145, 2002.

KASAI, F.S.; PAULO, E.M. Altura e época de amontoa na cultura do amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.52, n.1, p.63-68, 1993.

KETRING, D. L.; REID, J. L. Peanut growth and Development. In: MELOUK, H. A.; SHOKES, F. M. (ed.). **Peanut health management**. St. Paul: The American Phytopatological Society, 1995. p. 11-18.

KHAN, A.R. Studies on tillage-induced physical edaphic properties in relation to peanut crop. **Soil and Tillage Research**, v.4, p. 225-236, 1984.

KIRCHHOF, G.; SO, H. B.; ADISARWANTO, T.; UTOMO, W.H.; PRIYONO, S.; PRASTOWO, B.; BASIR, M.; LANDO, T. M.; SUBANDI, E.V.; DACANAY, D.; TAN-ELICANO, W. B.; SANIDAD. Growth and yield response of grain legumes to different soil management practices after rainfed lowland rice. **Soil and Tillage Research**, v. 56, p.51-56, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás : EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

LAL, R. ; STEWART, B.A. Soil management : Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality. **Advances in Soil Science**, 1995, 555 p.

LAL, R. Soil processes and greenhouse effect. Methods for assessment of soil degradation. **Advances in Soil Science**. 1997. p.199-212.

LAL, R. No-till farming and environment quality. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE : Seqüestro de carbono e qualidade da água. Foz do Iguaçu, 2005. **ANAIS...** Foz do Iguaçu : FEBRAPD, p. 29-37.

LA SCALA, N. Jr.; PANOSSO, A. R.; PEREIRA, G.T. Modelling short-term temporal changes of bare soil CO₂ emissions in a tropical agrosystem by using meteorological data. **Applied Soil Ecology**, v.24, p.113-116, 2003.

LA SCALA, N. Jr.; MARQUES Jr., J.; PEREIRA, G.T.; CORA, J. E. Carbon dioxide emission related to chemical properties of tropical bare soil. **Soil Biology and Biochemistry**, 32, p.1469-1473, 2000_a.

LA SCALA, N. Jr.; MARQUES Jr., J.; PEREIRA, G.T.; CORÁ, J. E. Short-term temporal changes in the spatial variability model of CO₂ emissions from Brazilian bare soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.32, p.1459-1462, 2000_b.

LEE, W. J.; WOOD, C. W.; REEVES, D. W.; ENTRY, J. A.; RAPER, R.L. Interactive effects of wheel-traffic and tillage system on soil carbon and nitrogen. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 27, n-18-20, p. 3027-3043, 1996.

LEPSCH, I.; VALADARES, J. M. A. S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. **Bragantia**, Campinas, v.35, n.1, 1976, p.14-39.

LOMBARDI NETO, F.; DECHEN, S. C. F.; CONAGIN, A.; BERTONI, J. Rotação de culturas : análise estatística de um experimento de longa duração em Campinas. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p. 127-141, 2002.

LOPES, E. S.; TELLA, R.; ROCHA J. L. V.; IGUE, T. Inoculação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Bragantia**, v. 31, p.27-34, 1972.

LOPES, E. S.; LOVADINI, L.A.C.; MYASAKA, S.; IGUE, T.; GIARDINI, A. R. Seleção de estirpes de *Rhizobium* spp. para amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e galáxia (*Galactia striata* Jacq. Urban). **Bragantia**, Campinas, v.33, p.105-108, 1974.

LOPES, E. S.; SAVY FILHO, A; OLIVEIRA, M. L. C.; GIARDINI, A. R.; POMPEO, A. S. Observação da nodulação natural em cultivares de amendoim. **Bragantia**, v.35, n.1, p.11-13, 1976.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA COPERSUCAR, 1983, Piracicaba. **Anais...** Centro de Tecnologia Copersucar, p.59-73.

MACHADO, L. A. Z.; SALTON, J.C.; PRIMAVESI, O.; FABRÍCIO, A. C.; KICHEL, A. N.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; GUIMARÃES, C. M. Integração agricultura – pecuária. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (ed.). **Sistema plantio**

direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: EMBRAPA / SPI, 1998. p.217-232.

MAIA, J. L. T.; RIBEIRO, R. Cultivo contínuo da cana-de-açúcar e modificações químicas de um Argissolo Amarelo fragipânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1127-1132, 2004.

MARCONDES, D. A. S.; COLETI, J. T.; KASHIWAKURA, Y. Comparação de diferentes equipamentos e dosagens de glifosate na destruição da soqueira da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2, 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** p. 52-60.

MARQUES, J. Q. A.; BERTONI, J. Sistemas de preparo do solo em relação à produção e a erosão. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n.9, p. 403-459, 1961.

MARQUES, J. Q. A.; BERTONI, J.; BARRETO, G. B. Perdas por erosão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 47, p. 1143-1182, 1961.

MARUBAYASHI, O. M.; ROSOLEM, C. A.; ZANOTO, M. D. Sistema radicular de amendoim em função da adubação fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n.2, p. 1669-1673, 1994.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. Rotação de Culturas. In: WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MASCARENHAS, H. A. A. (ed.) **I Curso sobre Adubação Verde no Instituto Agrônomo**. Campinas : Instituto Agrônomo, Campinas, 1993. p. 71-86 (Documentos IAC, 35).

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; COSTA, A. A.; ROSA, F. V. & COSTA, V. F. **Efeito residual de leguminosas sobre rendimento físico e econômico da cana-planta**. Campinas : Instituto Agrônomo, 1994. 15 p. (Boletim Científico IAC, 32).

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solo sob vegetação nativa e sistemas agrícola anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 425-433, 2003.

MINTON, N. A.; CSINOS, A. S. & MORGAN, L. W. Relationship between tillage, nematicide, fungicide, and insecticide treatments on pests and yield of peanut double-cropped with wheat. **Plant Disease**, v.74, p.1025-1029, 1990.

MINTON, N. A.; CSINOS, A. S.; LYNCH, R.E. & BRENNEMAN, T. B. Effects of two cropping and two tillage systems and pesticides on peanut pest management. **Peanut Science**, v.18, p.41-46, 1991.

MUNNS, D. N.; FOX, R. L. Comparative lime requirements of tropical and temperate legume. **Plant and Soil**, v. 46, p. 533-548, 1977.

MUTTON, M.A. **Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp. var. Na 5679*)**.1983. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1983.

NAKAGAWA, J.; VILAS BOAS, R. L.; HELIODORO, B. Toxidez de manganês na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), cv. Tatu (identificação de um problema). **Revista de Agricultura**, v.62, p. 157-162, 1987.

NAMBIAR, P. T. C.; DART, P. J. Factors influencing nitrogenase activity (acetylene reduction) by root nodules of groundnut, *Arachis hypogaea* L. **Peanut Science**, v.10, p.26-29, 1983.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; TÁVORA, F. J. A. F. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SANTOS, R.C. DOS. (ed.) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO, 2005. p.71-123.

Ng KEE KWONG, K. F.; DEVILLE, J.; CAVALOT, P. C.; RIVIERE, V. Value of trash in nitrogen nutrition of sugarcane. **Plant and Soil**, v. 102, p.79-83, 1987.

NORTCLIFF, S. Ciencia del suelo – la clave para combatir degradación de tierras y suelos y garantizar la producción de alimentos ¿ Palestra. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, XVI. Cartagena de Indias, Colômbia, 2004. **Anais...** (CD-Rom).

NOVO, M. C. S. S.; CRUZ, L. S. P.; PORTUGAL, E. P.; NAGAI, V.; ORTOLAN, M. C. A. Herbicidas na nodulação e na atividade da nitrogenase em cultura de amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.49, n.1, p.183-191, 1990.

NOVO, M. C. S. S.; CRUZ, L. S. P.; MARTINS, A. L. M.; NAGAI, V.; LOMBARDI, M. L. C. O.; LOPES, E. S.; AMBRÓSIO, L. A. Efeito de diferentes herbicidas na nodulação e na atividade da nitrogenase no amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.50, n.1, p. 139-151, 1991.

NOVO, M. C. S. S.; CRUZ, L. S. P.; PEREIRA, J. C. V. N. S.; NAGAI, V. Influência de herbicidas aplicados em condições de pós-emergência no crescimento da planta e fixação simbiótica do nitrogênio na cultura do amendoim. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p. 276-284, 1998.

OLIVEIRA, J. B. & MONIZ, A. C. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP. **Bragantia**, v.34, n.2, p. 59-114, 1975.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P.C.O.; PENATTI, C. P.; PICCOLO, M. C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2359-2362, 1999.

OLIVEIRA, J. C. M.; TIMM, L. C.; TOMINAGA, T. T.; CÁSSARO, F. A. M.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; DOURADO-NETO, D.; CÂMARA, G. M.de S. Soil temperature in sugar-cane crop as a function of management system. **Plant and Soil**, 230, p. 61-66, 2001.

ORTOLAN, M.C.A. Rotação de culturas: amendoim/cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIOS STAB-SUL: cana-de-açúcar e aguardente. Sertãozinho: STAB, 1979. **Anais...** p. 9-16

ORTOLAN, M. C. A.. Cultura do amendoim em rotação com a cana-de-açúcar. In: PAINEL DE DEBATES 'CANAD-DE-AÇÚCAR E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E FIBRAS", I, 1980, Piracicaba. **ANALIS...** Piracicaba, Instituto do Açúcar e do Álcool, p. 83-93.

OSMAN, A. K.; WYNNE, J.C.; ELKAN, G.H.; SCHNEEWEIS, T. J. Effects of leaf removal on symbiotic nitrogen fixation in peanut. **Peanut Science**, v. 10, p.107-110, 1983.

PAGE, R.E.; GLANVILLE, .J.; TRUONG, P.N. The significance of trash retention trials in the lisis and Maryborough mill areas. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 8, 1986, Townsville. **Proceedings...**Brisbane: Watson Ferguson, 1986. p.95-101.

PANKHURST, C. E.;BLAIR, B. L.; MAGAREY, R. C.; STIRLING, G. R.; GARSIDE, A. L. Effects of biocides and rotation breaks on soil organisms associated with the poor early growth of sugarcane in continuous monoculture. **Plant and Soil**, v. 268, p. 255-269, 2005.

PAUSTIAN, K.; SIX, J.; ELLIOTT, E. T.; HUNT, H. W. Management options for reducing CO₂ emissions from agricultural soils. **Biogeochemistry**, v. 48, p.147-163, 2000.

PEDELINI, R.; CASINI, C. **Manual del maní**. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária –INTA, 1998, 77 p.

PORTER, D. M.; WRIGHT, F. S. Early leafspot of peanuts: Effect of conservational tillage practices on disease development. **Peanut Science**, v.18, p. 76-79, 1991.

PROVE, B. G.; GOOGAN, V. J.; TRUONG, P. N. V. Nature and magnitude of soil erosion in sugarcane land on the wet tropical coast of north-eastern. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 35, p. 641-649, 1995.

QUAGGIO, J. A.; GODOY, I. J. Amendoim. In: RAIJ, van B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas : Instituto Agronômico, 1997, p. 192. (Boletim Técnico IAC, 100)

RAMAKRISHNA, A.; TAM, H.M.; WANI, S. P.; LONG, T. D. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research**, v.95, n. 2-3, p. 115-125, 2006.

RAHMIANNA, A. A.; ADISARWANTO, T.; KIRCHHOF, G.; SO, H. B. Crop establishment of legumes in rainfed lowland rice-based cropping systems. **Soil & Tillage Research**, v. 56, p. 67-82, 2000.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

REICOSKY, D.C.; LINDSTROM, M. J. Fall tillage method : effect on short-term carbon dioxide flux from soil. **Agronomy Journal**, v.85, p.1237-1243, 1993.

REICOSKY, D. C.; KEMPER, W. D.; LANGDALE, G. W.; DOUGLAS Jr., C. L.; RASMUSSEN, P. E. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 50, p. 253-261, 1995.

REICOSKY, D. C. Tillage-induced CO₂ emission from soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 49, p. 273-285, 1997.

REDDY, C. K.; MURTHY, P.K. Distribution of N, P, K, Ca, S, Zn, Fe, Mn and Cu in groundnut. **Plant and Soil**, v. 84, p. 269-273, 1985.

REEVES, D. W. Cover crops and rotations. In: HATFIELD, J.L. ; STEWART, B.A. (ed.) Crops residues management. **Advances in soil science**, 1994. p. 125-172

RESENDE, A. S.; XAVIER, R. P.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.; BODDEY, R. M. Long-term effects of pre-harvest burning and nitrogen and vinasse applications on yield of sugar cane and soil carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco, N.E. Brazil. **Plant and Soil**, v. 281, p.339-351, 2006.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba : Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2004. 302 p.

RICKERL, D.H.; CURL, E.A.; TOUCHTON, J.T. Tillage and rotation effects on Collembola populations and *Rhizoctonia* infestation. **Soil and Tillage Research**, v. 15, p. 41-49, 1989.

ROCHA, H. R. da. Funcionalidade ecológica e captação de carbono utilizando torres de fluxo no Brasil. Palestra. CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, IV. Ribeirão Preto, SP, USP. 2006. **Anais...** (CD-Rom).

RODRIGUES, R. Cultura da soja em rotação com a cana-de-açúcar. In: PAINEL DE DEBATES 'CANHA-DE-AÇÚCAR E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E FIBRAS", I, 1980, Piracicaba. **ANAIAS...** Piracicaba: Instituto do Açúcar e do Alcool, p. 83-93.

RODRIGUES FILHO, F. S. O.; GERIN, M. A. N.; IGUE, T.; FEITOSA, C. T.; SANTOS, R. R. Adubação verde e orgânica para o cultivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Scientia Agricola**, v. 53, n.1, p. 84-87, 1996.

RODRIGUES FILHO, F. S. O.; GODOY, I. J.; FEITOSA, C. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em plantas de amendoim cultivar Tatuí-76. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 61-66, 1980.

RODRIGUEZ-KABANA, R.; IVEY, R. H.; BACKMAN, P. A. Peanut-cotton rotations for the management of *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, v.19, p. 484-487, 1987.

RODRIGUEZ-KABANA, R.; ROBERTSON, D.G.; WEAVER, C.F.; WELLS, L. Rotations of bahiagrass and castorbean with peanut for the management of *Meloidogyne arenaria*. **Journal of Nematology**, v.23, p.658-661, 1991a.

RODRIGUEZ-KABANA, R.; ROBERTSON, D. G.; WELLS, L.; WEAVER, C. F.; KING, P. S. Cotton as a rotation crop for the management of *Meloidogyne arenaria* and *Sclerotium rolfsii* in peanut. **Journal of Nematology**, v.23, p. 652-657, 1991b.

ROTH, C. H.; MEYER, B.; FREDE, H. G.; DERPSCH, R. Effect of mulch rates and tillage systems on infiltrability and other soil physical properties of an oxisol in Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.11, p. 81-91, 1988.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; XAVIER, A. C.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. **Estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em municípios do Estado por meio de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento: ano safra 2003/04**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004. 47 p. (INPE-107191-RPQ/759).

RUSCHEL, P.A.; VOSE, P.B. Nitrogen cycling in sugarcane. **Plant and Soil**, v. 67, p.139-146, 1982.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; LAL, R.; DICK, W. A.; VENZKE FILHO, S. P.; PICOLO, M.; FEIGL, B. Organic matter dynamics and sequestration rates for tillage cronosequence in Brazilian Oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, v.64, p.1486-1499, 2001.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; PICOLO, M.; FEIGL, B.; BUCKNER, J.; FORNARI, A.; SÁ, F. M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE FILHO, S. P.; PAULLETI, V. A contribuição dos resíduos culturais nos compartimentos da matéria orgânica e os mecanismos de seqüestro de carbono em solos sob o sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE. Seqüestro de carbono e qualidade da água. 2005, Foz do Iguaçu. **ANAIS...**Foz do Iguaçu : FEBRAPD, p. 29-37.

SALTON, J. C.; OLIVEIRA, H.; FABRICIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z. Uso do SGI/INPE na avaliação de atributos físicos do solo no sistema de integração agricultura pecuária. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.51, 1999b. www.plantiodireto.com.br/publica/rev_51_outras_cult.htm. Acesso em: 30 mai 2001.

SAHRAWAT, K. L.; RAO, B. S.; NAMBIAR, P.T.C. Macro and micronutrient uptake by nodulating and non-nodulating peanut lines. **Plant and Soil**, v. 109, p. 291-293, 1988.

SCHENK, R. V. **Development of the peanut fruit**. Georgia : Agriculture Experimental Station, 1961. 53 p.(Bulletin, 22)

SHOLAR, J. R.; MOZINGO, R. W.; BEASLEY Jr., J.P. Peanut Cultural Practices. In: PATEE, H. E.; STALKER, H.T. (ed.). **Advances in Peanut Science**. Stillwater: American Peanut Research and Education Society, 1995. p.354-382.

SICHMANN, W.; NEPTUNE, A. M. L.; SABINO, N. P. Acumulação de macronutrientes pelo amendoim (*Arachis hypogea* L.) cultivado em outono na época da seca. **Anais da ESALQ**, v. 27, p. 393-409, 1970.

SILVA, A. P.; TORMENA, C.A.; MAZZA, J. A. Manejo físico de solos sob pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.25-37.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V.; LIMA, F. W. F. Efeito de sistemas de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um argissolo amarelo de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 833-842, 2005.

SILVA, J. E. da; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M. (ed.) **Biologia dos solos do cerrado**. Planaltina : EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 465-516

SILVA, M.A.; ROSSETO, R. Diferenças varietais na eliminação química de soqueiras de cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.20, p.24-27, 2002.

SILVA, M. A.; CARLIN, S. R.; CAPUTO, M. M. Tipos de colheita e épocas de aplicação de glifosato na erradicação de soqueiras de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p 43-49, 2006.

SOUNDARA RAJAN, M. S.; RAMAKUMAR REDDY, K.; VENKASTESWARIU, M. S.; SANKARA REDDI, G. H. Effect of zero tillage on weed control and yield of rainfed groundnut. **Pesticides**, v.15, p.17-18, 1981.

SOUSA, A. R.; SILVA, A. B.; RESENDE, M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCS, 1998. p.256-257.

SORENSEN, R. B.; BRENNEMAN, T. B.; LAMB, M. C. Conservation tillage, winter cover crop, peanut variety and fungicide rate on peanut yield. In: AMERICAN PEANUT RESEARCH AND EDUCATION SOCIETY, 2005, Portsmouth, Virginia. **Proceedings...** v.37, p.21-22.

STANSELL, J. R.; PALLAS Jr., J. E. Yield and quality response of Florunner peanut to applied drought at several growth stage. **Peanut Science**, v.12, p. 64-70, 1985.

STOLF, R. Cultivo mínimo para cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Planalsucar**, Piracicaba, v.6, n.1, p.5-42, 1985.

TANIMOTO, O.S.; BOLONHEZI, D. **Plantio direto de soja sobre palhada de cana-de-açúcar**. Campinas : CATI, 2002, 18 p.

TASSO JÚNIOR, L.C. **Cultura de soja, milho e amendoim sob diferentes sistemas de manejo do solo em área com palha residual de colheita mecanizada de cana crua**. 2003, 154 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

THIAGALINGAM, K.; McNAMARA, T.; GOULD, N. S. No-till technology and legume rotation for sustainable crop production in the Douglas Daily Region of the Northern Territory, Australia. **Soil and Tillage Research**, v.20, p.285-292, 1991.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. **Microorganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos**. In: NOVAIS, R.F., (ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa : SBCS, 2002. v. 2, p.196-264.

TORRES, J. S.; VILLEGAS, F. Labranza reducida para renovación de plantaciones de caña de azúcar. In: ENCUENTRO NACIONAL DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN, I, 1998, Villavicencio. **Anais...** Colômbia : CORPOICA/CIAT, 1998. p. 337-352.

UETA, J.; PEREIRA, N. L.; SHUHAMA, I. K.; CERDEIRA, A. L. Biodegradação de herbicidas e biorremediação. **Biotecnologia**, 1999. 10 p.

VANCE, E. D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-707. 1987.

VEIGA FILHO, A. A.; RAMOS, P. Proálcool e evidências de concentração na produção e processamento de cana-de-açúcar. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.7, p.48-61, 2006.

VIEIRA, C.P. et al. A análise da viabilidade econômica da cultura da soja no sistema plantio direto na região noroeste paulista. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA

REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998a. p.173. (Documentos, 121).

VIEIRA, C. P.; SALDANHA, O. A.; CAMBRAIA, L. A. Avaliação de cultivares de soja no sistema plantio direto sobre braquiária na região noroeste paulista. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998b. p.172. (Documentos, 121).

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: **Tópicos em ciência do solo**. NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; SCHAEFER, C. E. G. R. (ed.) Viçosa : SBCS, 2000. v. 1, p.1-54.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e sub-superfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p.763-774, 2004.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.775-782, 1985.

WILCUT, J. W.; WEHTJE, G. R.; COLVIN, D. L.; PATTERSON, M.G. Economic Assessment of herbicide systems for minimum-tillage peanuts. **Peanut Science**, v.14, p. 83-86, 1987.

WILCUT, J. W.; WEHTJE, G. R.; HICKS, T. V. Evaluation of herbicide systems in minimum and conventional tillage peanuts (*Arachis hypogaea*). **Weed Science**, v.38, p. 243-248, 1990.

WOOD, W. Management of crop residues following green harvesting of sugarcane in North Queensland. **Soil & Tillage Research**, v. 20, p.69-85, 1991.

WRIGHT, F.S. Alternative tillage practices for peanut production in Virginia. **Peanut Science**, v. 18, p. 9-11, 1991.

WRIGHT, F. S.; PORTER, D. M. Underrow ripping of peanuts in Virginia. **Peanut Science**, v. 9, p. 62-65, 1982.

WRIGHT, F. S.; PORTER, D. M.; POWEL, N. L.; ROSS, B. B. Irrigation and tillage effects on peanut yield in Virginia. **Peanut Science**, v. 13, p. 89-92, 1986.

WRIGHT, F.S.; PORTER, D.M. Digging date and conservational tillage influence on peanut production. **Peanut Science**, v. 18, p. 72-75, 1991.