

Cobertura de Solos em Pomares de Maracujazeiro





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1676-918X

Dezembro, 2002

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 55

Cobertura de Solos em Pomares de Maracujazeiro

Leide Rovênia Miranda de Andrade
Ivone Midori Icuma
Nilton Tadeu Vilela Junqueira
Cláudio Takao Karia
Arminda Moreira de Carvalho
Lúcio José Vivaldi

Planaltina, DF
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73301-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Supervisão editorial: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Jaime Arbués Carneiro

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Tratamento de ilustrações: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

Foto da capa: *Nilton Tadeu Vilela Junqueira*

1ª edição

1ª impressão (2002): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Cerrados.

-
- C655 Cobertura de solos em pomares de maracujazeiro / Leide Rovênia Miranda de Andrade ... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2002.
24 p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 55)

1. Maracujá. 2. Consorciação de cultura. I. Andrade, Leide Rovênia Miranda de. II. Série.

634.425 - CDD 21

© Embrapa 2002

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusão	21
Referências Bibliográficas	22

Cobertura de Solos em Pomares de Maracujazeiro

Leide Rovênia Miranda de Andrade ¹; Ivone Midori Icumã²; Nilton Tadeu Vilela Junqueira ³; Cláudio Takao Karia ⁴; Arminda Moreira de Carvalho ⁵; Lúcio Jose Vivaldi ⁶

Resumo - Este trabalho teve como objetivo avaliar a adequação das espécies leguminosas *Crotalaria spectabilis*, guandu-anão, feijão-de-porco e amendoim forrageiro ao sistema de plantio em consórcio com maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). À exceção do amendoim forrageiro, cujo crescimento inicial é lento, as espécies apresentaram boa taxa de cobertura do solo nos primeiros 30 dias do seu plantio. As leguminosas influenciaram a densidade da fauna de insetos visitantes, sendo os grupos *Diptera* e *Hymenoptera* os mais freqüentes. Nas plantas de maracujá, o nematóide-de-galha *Meloidogyne* ocorreu principalmente nas parcelas com feijão-de-porco, mas não foram observados efeitos negativos na produção dos frutos. A presença das leguminosas entre as linhas afetou a produção de frutos de maracujá e o teor de nutrientes (P, S e Cu) nas suas folhas. O P nas folhas foi correlacionado com P no solo entre as linhas, mas não com a atividade da enzima fosfatase ou com a colonização das raízes por fungos micorrízicos (MVA). O cultivo entre as linhas afetou os parâmetros químicos do solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade. Os resultados indicam que para uma espécie ser recomendada para consórcio em pomar de maracujazeiro, além da taxa de cobertura do solo outros parâmetros (susceptibilidade a pragas e doenças, ciclagem de nutrientes, competição com a cultura etc.) devem ser considerados.

Termos para indexação: nutrição; *Passiflora edulis*; leguminosas; qualidade do solo.

¹ Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, leide@cpac.embrapa.br

² Biól., Ph.D., Bolsista CNPq.

³ Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, junqueir@cpac.embrapa.br

⁴ Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados, karia@cpac.embrapa.br

⁵ Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados, arminda@cpac.embrapa.br

⁶ Estat., Ph.D., UnB

Effects of Cover Crops Species on *Passiflora edulis* Nutrition

Abstract - *This work was carried out to evaluate the impact of cover crops species in the nutrient cycling, soil quality, and passionfruit (*Passiflora edulis*) (PF) fruit productivity. The treatments consisted of four leguminous species: forage *Arachis pintoi*, *Crotalaria spectabilis*, *Canavalia ensiformis*, *Cajanus cajan*, cultivated in the interrow area, plus a control treatment (spontaneous species). In the first year, there was a significant effect of the cover crop on PF fruit production and on P, S and Cu concentration in leaves. The highest fruit productions were observed in the *A. pintoi* and the control treatments. The highest concentration of P was found in PF plants cultivated with *C. ensiformis*. Nevertheless, neither colonization of plant roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi nor soil phosphatase activity, nor soil P content could explain the differences in P concentration in tissue. The cover crop and PF plants increased the number of VAM spores in the soil. *C. spectabilis* negatively affected the S content in PF plants tissue. The fruit production was significantly correlated with the content of S in tissue, but not with the soil sulfatase activity. In the control treatment, PF plants accumulated less Cu than with cover crops species. Biochemical parameters such as soil phosphatase and arylsulfatase activities were not significantly different among treatments, which possibly is related with the soil fertility levels. In PF rows, the root-knot *Meloidogyne* nematode was found mainly associated with *C. spectabilis* treatment. However, no negative effects on PF fruit production were associated with the presence of this plant-parasite.*

Index terms: Passiflora edulis, nutrition, leguminous, soil quality.

Introdução

A Região do Cerrado, com localização geográfica mais próxima aos países que compõem o Mercosul em relação as áreas produtoras do Nordeste, torna-se bastante atrativa para o cultivo do maracujazeiro. A temperatura é adequada à cultura durante todo ano, sem o problema de geadas e uma média de 1500 mm de chuva/ano. Os rendimentos ainda são considerados baixos, atribuídos ao manejo inadequado do solo e da água, a ataques epidêmicos de doenças e pragas que têm contribuído para depreciar a qualidade dos frutos ([Junqueira, 1998](#)).

Os corredores entre as linhas de plantio do maracujá são mantidos limpos de planta pela capina ou aplicação de herbicidas, para evitar a invasão de plantas daninhas competindo por nutrientes e água com a cultura. Essa prática pode levar à degradação física, química e biológica do solo por erosão e lixiviação de nutrientes, agravados por chuvas de alta intensidade; compactação por tráfego de máquinas; uso inadequado de pesticidas; e, degradação da matéria orgânica. Como resultado, tem-se queda de rendimentos e da qualidade dos frutos. Uma maneira de evitar esses problemas é cultivar, entre as linhas de maracujá, espécies capazes de proteger o solo, diminuir a incidência de plantas daninhas e de pragas, atenuar as perdas de nutrientes por lixiviação e diminuir a oscilação térmica do solo.

No processo de seleção de espécies protetoras de solo [Bulisani et al. \(1993\)](#) recomendam observar os seguintes aspectos: (a) adaptabilidade da espécie às condições edafoclimáticas locais; (b) competição por água e nutrientes ou plantas com maior produção vegetativa que reprodutiva, e baixo índice de colheita (IC); (c) arquitetura, porte e hábito de crescimento adequados ao sistema de consórcio. [Firth & Wilson \(1995\)](#) levantaram os seguintes atributos desejáveis às espécies: perenidade ou com qualidade de persistir por ressemeadura natural; leguminosas e promiscuas em relação à associação com bactérias fixadoras de N; porte baixo (< 20 cm); baixa competitividade com as fruteiras por água e nutrientes; facilidade de estabelecimento, com o mínimo de cultivo; tolerância à seca; que não seja de hábito trepador; tolerância à maquinaria utilizada nos pomares; resistência à invasão por plantas daninhas; facilidade de erradicar; resistência às pragas e doenças das fruteiras, incluindo nematóides; florescimento não coincidente com a cultura para evitar competição com polinizadores.

A maioria dos trabalhos relacionados à seleção de plantas de cobertura para manejo do solo entre fileiras de plantas perenes tem sido conduzida em regiões

com características edafoclimáticas bastante distintas das do Cerrado. Nessa região, a informação baseia-se em sistemas que envolvem sucessão a cultivos com plantas anuais ([Carvalho et al., 1996](#)). Dentre as espécies de leguminosas para uso nesses sistemas têm-se destacado: *Crotalaria juncea*, quandu Kaki (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), mucuna (*Mucuna* sp.), *Crotalaria ochroleuca*. Outras espécies/variedades nem sempre apresentam o melhor desempenho para uso em sistemas de plantio anual em pós-colheita. Por sua vez, possuem algumas das características para uso em consórcio com fruteiras ([Firth & Wilson, 1995](#)).

A *Crotalaria spectabilis* é uma planta anual, subarbusciva, com crescimento inicial lento. Possui raízes do tipo pivotante, profundas, capazes de romper camadas compactadas. É uma espécie considerada efetiva no controle de população de nematóides ([Calegari, 1995](#)).

O quandu, variedade anão e o feijão-de-porco são herbáceas de ciclo anual ou semiperene, bastante rústicas, com alta resistência à seca e a temperaturas elevadas. Desenvolvem-se em solos ácidos a levemente ácidos e com baixa fertilidade, apresentando alta capacidade no aproveitamento e na reciclagem de nutrientes. O quandu-anão é uma planta capaz de fixar grande quantidade de N e de liberar ácidos orgânicos que torna disponível para as plantas o P complexante com Fe ([Ae et al., 1991](#); [Calegari, 1995](#)).

Arachis pintoi é uma leguminosa mais comumente usada na alimentação animal que tem sido utilizada em cultivos associados a café, banana, dendê, macadâmia e outras fruteiras ([Cruz et al., 1994](#); [Firth & Wilson, 1995](#)). Estudos preliminares indicam um potencial no controle de plantas daninhas e nematóides em café e tomateiro. Apresenta a vantagem de não ter hábito trepador mas apresenta lento estabelecimento e é estolonífero, com possibilidade de competir por nutrientes em determinadas situações.

De acordo com [Buliani et al. \(1993\)](#), como não existe uma espécie ideal para consórcio, o mais importante é o manejo que se dará à planta. Portanto, quando bem-adaptada ao sistema, a presença dessas plantas poderá apresentar reflexos positivos na produtividade da cultura do maracujá.

O objetivo deste trabalho foi selecionar espécies protetoras do solo e que sejam compatíveis com o cultivo intercalado com maracujá.

Material e Métodos

Mudas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg), produzidas em sacos plásticos, foram plantadas em janeiro de 1999, na Embrapa Cerrados, DF, no espaçamento de 3 m entre linhas x 2,5 m entre plantas. Os tratamentos constaram do cultivo de quatro espécies de leguminosas, *Crotalaria spectabilis*, guandu-anão, feijão-de-porco e amendoim forrageiro, cultivadas intercaladas com maracujá e de um tratamento de referência, constando de vegetação espontânea surgida na área e, periodicamente limpa por capinas ou aplicação de herbicidas. As espécies de cobertura foram semeadas, à exceção do amendoim forrageiro que foi plantado na forma de mudas (estolões) no espaçamento de 0,50 m entre linhas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em quatro repetições. Cada parcela foi constituída de duas linhas das espécies utilizadas como cobertura do solo, cultivadas em cada lado de uma linha com quatro plantas úteis de maracujá (Figura 1). No período de estabelecimento das plantas no sistema, foi realizada irrigação suplementar por aspersão. A correção da fertilidade do solo antes do plantio foi feita segundo recomendações de [Sanzonowicz et al. \(2000, a e b\)](#).



Figura 1. Espécies de cobertura verde cultivadas entre as linhas de maracujazeiro-amarelo.

Como parâmetros de adaptação das espécies de cobertura ao sistema de plantio do maracujá, foram observados os seguintes fatores: estabelecimento das plantas, cobertura do solo, biomassa, nutrientes absorvidos, incidência de pragas e doenças da parte aérea e do solo, associações com microrganismos (fungos micorrízicos). Para avaliar o efeito dessas plantas nas características químicas e biológicas do solo, foram determinados, ao longo do experimento, variações na fertilidade, na população de macro e microrganismos (nematóides, MVA) e atividades de enzimas.

No primeiro ano de plantio, foi estimada a taxa de cobertura do solo pelas espécies, empregando-se o método de análise de imagens digitais, obtidas com câmera de vídeo e posterior classificação utilizando o sistema ENVI (The Environment for Visualizing Images), conforme metodologia descrita por [Ferreira et al. \(2001\)](#). As imagens foram tomadas no período de fevereiro a outubro/1999. No início do florescimento, foram avaliados a produção de matéria seca e o teor de nutrientes acumulados na parte aérea. As plantas de feijão-de-porco, crotalária e guandu foram cortadas rentes ao solo, coletada as sementes (cerca de 180 dias depois do plantio), com os restos vegetais deixados sobre o solo como cobertura morta no período da seca (julho a outubro). O amendoim forrageiro permaneceu como cobertura viva.

Avaliou-se o rendimento de frutos de maracujá, por meio do peso de frutos/parcela, durante o período entre dezembro/1999 e março/2000. Dez meses depois do plantio, foram coletadas folhas para análise da concentração de macro e micronutrientes.

Em janeiro/2000, as leguminosas anuais foram novamente semeadas. Durante o período de florescimento (abril/maio), foi feita uma avaliação entomológica dos insetos visitantes naquelas espécies, utilizando-se uma rede entomológica (20 batidas de rede/amostragem) nas primeiras horas da tarde. Os insetos foram coletados nos blocos, em dias distintos, contados e classificados conforme a Ordem, com auxílio de lupa e posterior preservação em álcool 80%.

Imediatamente antes do corte das espécies de cobertura, o número de esporos e a taxa de colonização de raízes por fungos micorrízicos arbusculares (FMA), bem como a população de nematóides foram avaliados em amostras de solo e de raízes coletados na profundidade de 0 a 20 cm. Para a determinação das características químicas do solo ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, P, S, B, H+ Al e cátions trocáveis) e teor de matéria orgânica, de acordo com metodologia da Embrapa (1999), foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0 a 5 cm e de 5 a 20 cm entre as linhas (sob as plantas de cobertura) e de 0 a 20 cm, nas linhas de maracujá.

Subamostras de solo coletadas entre as linhas, na profundidade de 0 a 5 cm, foram usadas para determinação de enzimas do solo, fosfatase ácida e arilsulfatase, conforme [Tabatabai \(1994\)](#), relacionadas aos ciclos biogeoquímicos do P e S, respectivamente.

Foram usados: o pacote estatístico SAS ([SAS Institute, 1996](#), Cary, NC para análise dos dados, e o Teste de Duncan para comparar as médias dos tratamentos. Coeficiente de correlação de Pearson foi usado para medir a relação entre as variáveis.

Resultados e Discussão

As espécies, à exceção do amendoim forrageiro, apresentaram boa taxa de cobertura do solo no período de 130 dias depois da sementeira (Tabela 1) que correspondeu ao período de chuvas intensas (janeiro a maio). O feijão-de-porco apresentou crescimento rápido nos primeiros 30 dias, cobrindo cerca de 36% da área de solo avaliada. No segundo mês depois do plantio, a cobertura do solo nas áreas sob guandu e feijão-de-porco foram semelhantes, enquanto a crotalária cobriu cerca de 50% da área. No quarto mês, essas espécies apresentaram cobertura do solo igual ou superior a 90%. O amendoim forrageiro teve taxa de crescimento muito lenta no primeiro ano de cultivo, mantendo somente 11% do solo coberto.

Tabela 1. Cobertura do solo por leguminosas cultivadas entre fileiras de maracujazeiro.

Dias depois do plantio	Cobertura do solo (%)*			
	Amendoim forrageiro	<i>C. spectabilis</i>	Feijão-de-porco	Guandu
29	1	17	36	15
64	1	50	81	83
99	11	87	90	99
128	8	94	91	90

*área amostrada = 1,2 m²

Devido à alta produção de matéria seca da crotalária (13 t/ha) e feijão-de-porco (18 t/ha), os restos culturais (hastes) que não se decomuseram, proporcionaram mais de 70% de cobertura do solo no período da seca ([Tabela 2; Figura 2](#)). Com o início das chuvas (final de setembro/início de outubro), sementes de crotalária e feijão-de-porco germinaram, proporcionando cobertura verde adicional de 18% e

11%, respectivamente. Quanto ao guandu, além da menor produção de matéria seca (6,8 t/ha), nos resíduos deixados sobre o solo observou-se decomposição relativamente rápida. A cobertura verde dessa espécie esteve associada praticamente à rebrotação. O amendoim forrageiro, com crescimento lento, durante o período de seca apresentou queda de folhas e reiniciou seu desenvolvimento com o aumento de umidade no solo.

Tabela 2. Cobertura do solo ao final do período de seca por leguminosas cultivadas entre fileiras de maracujazeiro.

Parâmetro avaliado	Cobertura do solo (%)			
	Amendoim forrageiro	<i>C. spectabilis</i>	Feijão-de-porco	Guandu-anão
a) Solo coberto	40,9 c	88,1 a	89,7 a	51,9 b
- Cobertura verde	29,5 a	18,3 b	10,8 b	20,5 ab
- Cobertura morta	10,4 c	69,8 a	78,9 a	31,4 b
b) Solo descoberto	59,1 a	11,9 c	10,3 c	48,1 b

Médias seguidas de letras iguais dentro de uma mesma linha não são diferentes pelo teste de Duncan, probabilidade de 5%.



Figura 2. Cobertura de solo proporcionada pela *C. spectabilis* entre as linhas de maracujazeiro, no final do período de seca (setembro/1999).

Um dos principais parâmetros utilizados na avaliação de adubos verdes é a produção de biomassa aérea, pois reflete o potencial de extração e ciclagem de nutrientes, sendo a floração o estágio de desenvolvimento mais adequado para efetuar o manejo dessa biomassa (Carvalho et al., 1999). Geralmente, as leguminosas possuem alta relação C/N que indica uma taxa de mineralização elevada quando o material vegetal é deixado sobre o solo ou incorporado nele, sendo assim consideradas boas opções como adubos verdes. Devido às produções relativamente altas de massa seca e aos teores de nutrientes acumulados na parte aérea (Tabela 3), essas espécies apresentam potencial para serem utilizadas como adubos verdes na renovação do plantio de maracujazeiro. Dentre elas, o feijão-de-porco destacou-se pela quantidade elevada de biomassa (14 t/ha) e pelos altos teores de N, K e Ca acumulados na parte aérea, ou seja, 370 kg/ha, 134 kg/ha e de 220 kg/ha, respectivamente. Esses e os demais nutrientes, depois da mineralização do material deixado na superfície, podem contribuir para aumentar a fertilidade do solo.

Os benefícios de uma espécie utilizada como adubo verde dependem, em parte, da transferência de nutrientes de seu próprio tecido para o do cultivo principal. Os mecanismos envolvidos nessa transferência incluem decomposição dos restos culturais, liberação dos nutrientes do tecido vegetal para o solo, decomposição e exudação de substâncias orgânicas das raízes e transferência direta via associação simbiótica com fungos micorrízicos. Por ocasião da instalação do experimento, os adubos químicos e o calcário foram distribuídos na superfície e depois incorporados com grade aradora. Dois anos depois da instalação do experimento, análises de solo coletado entre as linhas indicaram que as leguminosas induziram mudanças na fertilidade (Tabela 5), com tendência para concentrar nutrientes na camada de 0 a 5 cm de profundidade. Isso pode ser atribuído, em parte, à ciclagem de nutrientes contidos no material vegetal deixado sobre o solo, depois de sua mineralização pelos microrganismos.

Houve efeito cumulativo significativo ($P < 0,05$) da planta de cobertura, cultivada entre as linhas, na produção de frutos de maracujá durante os 15 meses de avaliação (janeiro/1999 a abril/2000) (Tabela 4). As maiores produções foram obtidas no tratamento-controle (vegetação espontânea) e nas parcelas com amendoim forrageiro, com baixas taxas de cobertura do solo (Tabela 1). Havia disponibilidade de água e nutrientes para todas as espécies do sistema, sugerindo que a menor produção de frutos nas parcelas com leguminosas que tiveram crescimento vigoroso, provavelmente, deveu-se à competição por luz entre aquelas espécies e as plantas do maracujazeiro ainda em desenvolvimento vegetativo.

Tabela 3. Produção de matéria seca de parte aérea e acumulação de nutrientes em folhas de espécies de cobertura do solo cultivadas entre as linhas de maracujazeiro.

Planta de cobertura	MS	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	t ha ⁻¹	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
*Amendoim forrageiro	3,9	18,4	1,74	9,5	22,5	7,90	2,20	28,5	-	-	-	
<i>C. spectabilis</i>	6,5	25,1	2,00	13,4	9,3	2,42	1,39	22,6	11,1	457	39,9	22,6
Feijão-de-porco	14,0	26,0	1,45	9,6	15,7	3,51	1,02	20,2	4,7	465	35,7	15,1
Guandu	5,2	30,3	1,16	16,1	16,5	3,19	1,25	32,8	7,8	151	27,1	32,2

*Amostragem em 06/2000.

Tabela 4. Matéria orgânica (M.O.), pH e nutrientes no solo entre as linhas de maracujazeiro em duas profundidades (Pr).

Tratamento	Prof.	M.O.	pH	H+Al	Al	Ca+Mg	S	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn
	cm	g.dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³									
Amendoim forrageiro	0-5	23,6	5,6	3,90	0,03	4,52	23	5,6	56	0,96	48	14,3	1,79
	5-20	22,6	5,4	4,85	0,17	3,23	25	2,4	15	0,66	48	13,5	1,49
<i>C. spectabilis</i>	0-5	23,1	5,7	3,42	0,02	4,66	29	4,4	55	1,50	45	14,9	1,64
	5-20	21,7	5,4	4,72	0,14	3,11	27	2,5	19	0,66	40	13,3	1,43
Feijão-de-porco	0-5	23,4	5,6	3,58	0,02	4,99	21	4,7	61	1,66	50	15,9	1,95
	5-20	20,8	5,4	4,82	0,06	3,66	42	2,5	18	0,94	48	14,5	1,73
Guandu	0-5	23,0	5,5	4,15	0,04	4,04	25	5,1	67	1,60	49	14,9	1,93
	5-20	21,8	5,3	5,13	0,15	3,41	31	2,3	16	0,94	51	13,9	1,91
Vegetação espontânea	0-5	22,1	5,6	4,10	0,03	4,20	33	5,1	75	1,34	49	16,4	1,96
	5-20	22,0	5,5	4,71	0,06	3,57	24	2,4	16	0,85	47	14,3	1,53

Tabela 5. Efeito das espécies de cobertura do solo na produção de frutos e na concentração de nutrientes nas folhas do maracujazeiro.

Planta de cobertura	Produção de frutos	Concentração de nutrientes nas folhas										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	t ha ⁻¹	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
Amendoim forrageiro	17,6 a	39,5	2,4 cb	16,3	14,1	2,97	3,6 a	23,9	5,5 a	128	54	33
<i>C. spectabilis</i>	13,0 b	38,3	2,6 ba	19,0	13,8	2,97	3,1 b	22,0	5,3 a	155	49	33
Feijã-de-porco	14,3 b	38,7	2,7 a	18,5	14,0	3,25	3,4 a	22,9	5,7 a	124	43	35
Guandu	14,4 b	38,4	2,6 ba	19,3	13,1	2,80	3,5 a	23,5	5,7 a	118	45	36
Vegetação espontânea	16,1 ba	39,4	2,3 c	20,7	14,7	3,10	3,7 a	24,0	4,3 b	122	49	32
CV (%)	10,3	7,6	5,0	17,2	13,5	10,3	7,4	8,0	9,9	17	18	6,3

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não são diferentes pelo teste de Duncan (probabilidade de 5%).

Houve uma influência ($P < 0,05$) das plantas de cobertura na concentração de P, Cu e S nas folhas do maracujazeiro ([Tabela 4](#)). As maiores concentrações de P foram observadas nas parcelas com feijão-de-porco e as menores, nas parcelas com vegetação espontânea. Nestas, as plantas do maracujazeiro acumularam menos Cu que nas demais leguminosas. Nas parcelas com *C. spectabilis*, as plantas do maracujazeiro apresentaram os teores mais baixos de S na folha e isto foi significativamente correlacionado com a produção de frutos ($P = 0,0167$).

Outro aspecto importante a ser observado é que o aumento da diversidade de espécies de plantas, em uma área, influencia a diversidade de agentes naturais de solo e de plantas, como os microrganismos presentes em grande número próximo às raízes das plantas que melhoram a qualidade do solo, patógenos, parasitas (principalmente nematóides), predadores naturais de pragas, polinizadores da cultura principal.

A ciclagem de nutrientes no solo envolve reações bioquímicas, químicas e fisicoquímicas. Os processos bioquímicos são intermediados por microrganismos, raízes de plantas e animais do solo ([Tabatabai, 1994](#)). As reações bioquímicas são catalizadas por enzimas que, entre muitos fatores ambientais, são afetadas pelo sistema de cultivo, espécies de plantas, níveis de correção de acidez e da fertilidade e distribuição da matéria orgânica no perfil do solo. As enzimas arilsulfatase e fosfatase ácida exercem importante papel nos processos em que o S e o P orgânicos do solo, respectivamente, são mineralizados e tornados disponíveis para o crescimento das plantas. Segundo [Loneragan \(1995\)](#) a atividade dessas enzimas, em parte, é regulada pela qualidade do substrato, isto é, pela disponibilidade do elemento envolvido no ciclo biogeoquímico em que elas atuam. Assim, os teores de S, verificados no solo, foram negativamente correlacionados com a atividade da enzima arilsulfatase ($P < 0,05$). Não houve relação entre a atividade da enzima fosfatase e o nível de P. Além dos níveis de fertilidade do solo, o tipo de vegetação, a quantidade e qualidade de seu resíduo orgânico também podem influir na atividade enzimática ([Dick et al., 1988](#); [Deng & Tabatabai, 1997](#)). Na [Tabela 6](#), verifica-se que não houve efeito significativo das espécies vegetais de cobertura sobre a atividade da fosfatase ácida e da arilsulfatase, o que pode estar relacionado ao curto período de instalação do experimento. De maneira geral, a média das atividades daquelas enzimas estivera abaixo das observadas em solos com vegetação nativa de Cerrado, com níveis de atividade $62,3 \mu \text{ p-NP g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ e $1360 \mu \text{ p-NP g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$ de arilsulfatase e fosfatase ácida, respectivamente ([Mendes et. al., 1999](#)). Os valores obtidos neste estudo

foram semelhantes aos de solos de Cerrado sob plantio convencional e inferiores aos obtidos em áreas sob plantio direto conforme reportado por [Mendes et al. \(2003\)](#). Nas condições deste estudo, a acidez e a fertilidade do solo foram corrigidas, antes do plantio, com a aplicação de calcário dolomítico e adubos potássico (KCI) e fosfatado (superfosfato triplo) solúveis. Os micronutrientes foram supridos na forma de sulfatos no sulco de plantio. Até o final do primeiro ano de cultivo, não foi feita adubação complementar de S. O manejo de adubação da área também pode ter afetado o padrão de atividade das enzimas avaliadas.

A aquisição de P pelas plantas pode ser aumentada pelo maior contato da superfície das raízes com o solo ou através da simbiose com fungos micorrízicos. A colonização com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (MVA) aumenta a eficiência da absorção de P pelas plantas em solos com baixo P devido ao aumento da área de absorção das raízes, por meio do micélio externo que passa a explorar maior volume de solo. Segundo [Miranda \(1993\)](#), o estabelecimento e o funcionamento da MVA podem ser afetados por diferentes fatores químicos do solo (acidez, nível de P disponível), biológicos, como a natureza da planta hospedeira, manejo como utilização de espécies de adubos verdes, entre outros. [Smith et al. \(1992\)](#), citados por [Loneragan \(1995\)](#), consideram que a colonização imediata e a rápida distribuição são também muito importantes na eficiência da MVA na absorção de P pelas plantas. Em relação à condição original do solo, o número de esporos de MVA aumentou mais de oito vezes, depois de dois anos de cultivo na área ([Tabela 6](#)). A taxa de colonização por MVA nas raízes foi, em média, 57% nas plantas de cobertura e 70% de plantas de maracujazeiro. Por sua vez, a produção de frutos e o teor de P nas folhas de maracujazeiro foram pouco influenciados por essas associações ou pelo teor de P no solo na linha de plantio (~ 3 mg P/ml de solo), considerado como médio para aquele tipo de solo.

Mais de onze gêneros de nematóides foram encontrados nas amostras de solos e nas raízes, incluindo espécies fitoparasitas e saprófitas. O modelo de distribuição daqueles com alta incidência no pomar pode ser observado na [Figura 3](#). O gênero *Meloidogyne*, nematóide causador de galhas, é um dos que mais prejudicam a cultura de maracujazeiro no Brasil ([Sharma et al., 1999](#)). Nas linhas de maracujazeiro, esse nematóide foi encontrado associado principalmente com a *C. spectabilis* (45,7% de incidência, com 14 indivíduos/50 g de solo). Entretanto, efeitos negativos desse parasita, na produção de frutos, não foram observados até o momento. Nas leguminosas, a incidência mais alta pôde ser comprovada no feijão-de-porco (91,5%, com 54 indivíduos/50 g de solo).

Tabela 6. Parâmetros biológicos e bioquímicos avaliados nos tratamentos.

Tratamento	Micorriza (MVA)					Atividade enzimática	
	Número de esporos*			Colonização de raízes		*Fosfatase	*Arilsulfatase
	Antes do cultivo	MR	PC	MR	PC	μ p-NP	g^{-1} solo h^{-1} **
Amendoim forrageiro	5,5	71,0	70,3	73,9	52,5	284,81	10,36
<i>C. spectabilis</i>	8,0	67,8	70,3	73,5	56,5	253,57	16,82
Feijão-de-porco	7,3	75,3	72,3	69,3	59,0	229,74	16,91
Guandu	10,8	69,8	69,3	69,6	56,5	287,55	12,11
Vegetação espontânea	9,8	72,0	65,0	70,3	63,7	317,50	13,46
CV (%)		8,5	16,4	5,7	12,3	29,69	29,96

MR = maracujá; PC = plantas de cobertura; *Número de esporos por 50 g⁻¹ de solo. **A mostras coletadas na profundidade de 0 a 5 cm.

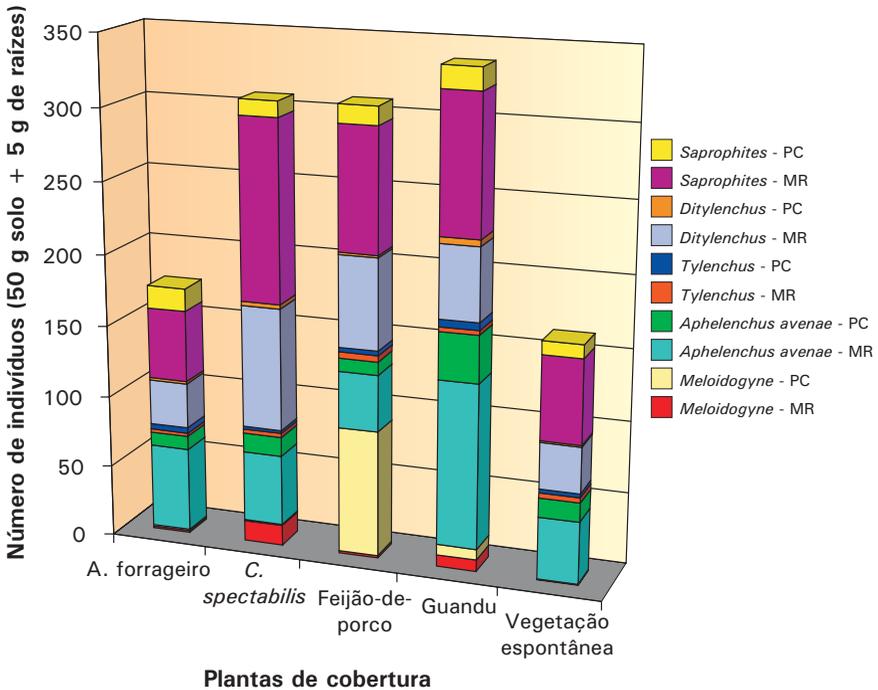


Figura 3. Diversidade de populações de nematoides nas linhas de plantio de maracujazeiro (MR) e espécies de leguminosas (PC).

Na área estudada, as plantas de cobertura influenciaram a densidade da fauna de insetos visitantes ([Figura 4](#)). Os grupos mais freqüentes para todas as plantas de cobertura foram Diptera e Hymenoptera. O amendoim forrageiro foi mais visitado pelos grupos de Coleoptera, Hemiptera, Lepdoptera, Hymenoptera e Orthoptera.

De acordo com [Hoffmann \(1997\)](#), o maracujazeiro-amarelo é considerado uma planta com alto grau de auto-incompatibilidade, portanto, dependente da polinização cruzada, com pólen de outras flores de outras plantas da mesma espécie para a formação de frutos. As flores se abrem uma única vez, por volta das 12 horas e fecham-se à noite. Se não forem fecundadas, murcham e caem. As abelhas são consideradas agentes polinizadores, mas as do gênero *Xylocopa*, conhecidas como mamangavas, são as que realmente realizam eficientemente a polinização. As abelhas *Apis*, na maioria das vezes, visitam as flores do maracujazeiro para coleta de pólen, enquanto as *Xylocopa* têm como objetivo a coleta de néctar. As abelhas melíferas retiram o pólen das anteras e quando

pólen das anteras e quando ocorrem em alta concentração no pomar são prejudiciais, pois, quando as mamangavas chegam para a coleta de néctar e a conseqüente polinização da flor feminina, já não há mais pólen suficiente para ser carregado pelas abelhas de uma flor para a outra (Hoffmann,1997). Na área experimental, entre os insetos da origem Hymenoptera, as abelhas do gênero *Xylocopa* foram observadas, com maior freqüência, visitando as flores de feijão-de-porco, em especial, pela manhã enquanto as flores do maracujazeiro permaneciam fechadas. No início da tarde, eram vistas com maior freqüência nas flores do maracujazeiro. As abelhas da espécie *A. mellifera*, em maior número, eram encontradas visitando, sobretudo, as flores de *C. spectabilis*.

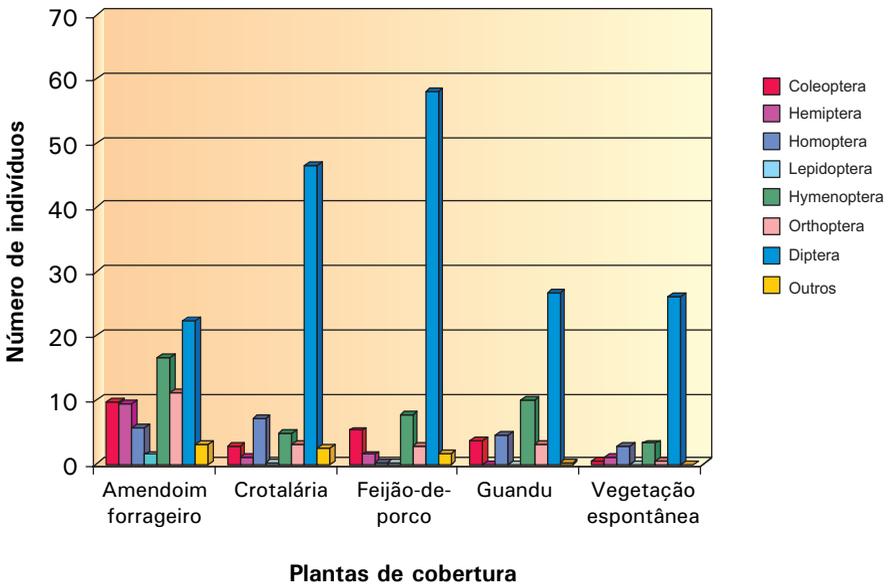


Figura 4. Distribuição, conforme a Ordem de insetos visitantes nas leguminosas cultivadas em associação com maracujazeiro.

Conclusão

- Embora não tenha refletido em ganhos de produtividade, dentro do período avaliado, o emprego de leguminosas em consórcio com a cultura de maracujazeiro contribui para ciclagem de nutrientes, aumento de microrganismos simbiotes (MVA) e da diversidade de insetos (incluindo polinizadores) e proteção do solo.

Referências Bibliográficas

AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K. Phosphorus uptake mechanisms of pigeonpea grown in Alfisols and Vertisols. In: JOHANSEN, C.; LEE, K. K.; SAHARWAT, K. L. (Ed.). **Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi-arid tropics**. Índia: ICRISAT, 1991. p. 91-98.

BULISANI, E. A.; Costa, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; CALEGARI, A.; WILDENER, L. do P.; AMADO, T. J. C.; MONDARDO, A. Adubação verde nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. In: BALTASAR, B. da Costa (Coord.). **Adubação verde no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p. 58-195.

CALEGARI, A. Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná. Londrina: IAPAR, 1995. 115 p. (IAPAR. Circular, 80).

CARVALHO, A. de M.; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. da. **Manejo de adubos verdes no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 28 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 4).

CARVALHO, A. de M.; CORREIA, J. R.; BLANCANEUX, P.; FREITAS, L. R. das S.; MENEZES, H. A.; PEREIRA, J.; AMABILE, R. F. Caracterização de espécies de adubos verdes para o cultivo de milho em latossolo vermelho-escuro originalmente sob cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. **Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados**: anais. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. p. 384-388.

CRUZ, R. de la, SUAREZ, S.; FERGUSON, J. E. The contribution of *Arachis pintoi* as a ground cover in some farming systems of Tropical America. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage arachis**. Cali: CIAT, 1994. p.102-109.

DENG, S. P.; TABATABAI, M. A. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils: III. phosphatases and arysulfatases. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 24, p. 141-146, 1997.

DICK, R. P.; RASMUSSEN, P. E.; KERLE, E. A. Influence of long term residue management on soil enzyme activities in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 6, p. 159-164, 1988.

SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

FERREIRA, M. E.; ANDRADE, L. R. M. de; SANO, E. E.; CARVALHO, A. M. de; JUNQUEIRA, N. T. V. **Uso de imagens digitais na avaliação da cobertura do solo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 50 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

FIRTH, D. J.; WILSON, G. P. M. Preliminary evaluation of species for use as permanent ground cover in orchards on the north coast of New South Wales. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 29, p. 18-27, 1995.

HOFFMANN, M. Polinização do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. In: MANICA, I. (Ed.). **Maracujá: temas selecionados: melhoramento, morte prematura, plonização, taxionomia**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. p. 58-70.

JUNQUEIRA, N.T.V. Cultura do maracujazeiro. In: **INCENTIVO a fruticultura no Distrito Federal: manual de fruticultura**. Brasília: OCDF/COOLABORA, 1998. p. 22-32.

LONERAGAN, J. F. The role of rhizosphere microorganisms in influencing phosphorus uptake, and prospects for favorable manipulation. In: JOHANCE, C.; LEE, K. K.; SHARMA, K. K.; SUBBAARO, G. V.; KUENEMAN, E. A. (Ed.). **Genetic manipulation of crop plants to enhance integrated nutrient management in cropping systems** : phosphorus. Andhra Pradesh: ICRISAT, 1995. p. 75-86.

MIRANDA, J. C. C. de. **Utilização das micorrizas na agricultura**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1993. 13 p. (Embrapa-CPAC. Documentos, 20).

MENDES, I. de C.; CARNEIRO, R. G.; CARVALHO, A. M. de; VIVALDI, L. J.; VARGAS, M. A. T. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 5 p. (Embrapa Cerrados. Pesquisa em Andamento, 5).

MENDES, I. de C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um latossolo vermelho-escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 435-443, 2003.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT user's guide, version 6**. 12. ed. Cary, NC, 1996.

SANZONOWICZ, C.; ANDRADE, L. R. M. de; JUNQUEIRA, N. T. V. **Adubação de maracujazeiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000a. 1 p. (Embrapa Cerrados. Recomendações Técnicas, 4).

SANZONOWICZ, C.; ANDRADE, L. R. M. de; JUNQUEIRA, N. T. V. **O cultivo do maracujá**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2000b. 1 p. (Embrapa Cerrados. Recomendações Técnicas, 5).

SHARMA, R. D, JUNQUEIRA, N. T. V.; GOMES, A. C. **Nematóides nocivos ao maracujazeiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 4).

SMITH, S. E.; ROBSON, A. D.; ABBOTT, L. K. The involvement of mycorrhizas in assessment of genetically dependent efficiency of nutrient uptake and use. **Plant and Soil**, The Hague, v. 146, p. 169-179, 1992.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P. S.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. **Methods of soil analysis: part 2: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 778-833, 1994.