

ANTÔNIO PASQUALETTO

**SUCESSÃO DE CULTURAS COMO ALTERNATIVA DE PRODUÇÃO
EM PLANTIO DIRETO NO CERRADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
1999

ANTÔNIO PASQUALETTO

**SUCESSÃO DE CULTURAS COMO ALTERNATIVA DE PRODUÇÃO EM
PLANTIO DIRETO NO CERRADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Fitotecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 18 de agosto de 1998

Prof. Carlos Sigueyuki Sedyama
(Conselheiro)

Prof. Antonio Alberto da Silva
(Conselheiro)

Prof. Valterley Soares Rocha

Prof. Francisco Affonso Ferreira

Prof. Liovando Marciano da Costa
(Orientador)

À
minha
esposa
Sueli.

HOMENAGEM AO CERRADO

“Nem tudo que é torto é errado,
vide as pernas do garrincha
e as árvores do cerrado”

Aos pioneiros do
plantio direto.

AGRADECIMENTO

A Deus, que concede força à vida, pelo dom de trabalhar em uma de suas maiores obras, que é a própria terra.

Aos meus pais, que compartilham da alegria que estou vivendo.

À minha esposa Sueli, que, de maneira simples, mostrou-me o caminho do amor.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo acolhimento dado a mais um de seus filhos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Ensino Superior de Rio Verde (FESURV), que brota do chão do cerrado para o Brasil.

Ao professor Liovando Marciano da Costa, pela capacidade de orientação e amizade que criamos, tornando-se meu segundo pai.

Aos professores conselheiros Carlos Sigueyuki Sedyama e Antonio Alberto da Silva, pelos esclarecimentos e pelas valiosas sugestões a este trabalho.

Aos membros componentes da banca examinadora, pelo prestígio de tê-los como avaliadores.

Ao professor Tocio Sedyama, que muito contribuiu para que eu atingisse o objetivo.

Ao professor Antônio Américo Cardoso, que compartilhou da intimidade de minha vida, amigo incansável para todas as ocasiões.

A todos os professores que comigo conviveram, por terem acrescentado coisas boas ao meu dia-a-dia.

Aos agrônomos Adilson Lima, Fábio M. Oliveira e Marcos P. Batista, pelas colaborações na conclusão deste estudo.

A Luiz Carlos da Silva, laboratorista fundamental nas análises químicas de solo deste trabalho.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos, que não deixam a distância e o tempo desgastarem os laços de família.

À família de minha esposa, que soube me acolher e ter-me como um de seus membros.

Ao casal Edgar e Sandra, que sabiamente se fizeram presentes nos momentos decisivos, um abraço latino.

Ao Watson, Adriano e Rildon, que compartilharam do convívio diário e souberam me aconselhar em muitas decisões.

Aos colegas de Pós-graduação (para não fazer distinção, assim prefiro englobá-los), que estiveram, cada qual com suas particularidades, influenciando a minha formação pessoal e profissional; fica a vontade de reencontrá-los.

Aos colegas da Universidade Federal de Goiás (UFG), que tornam minha convivência em Goiânia mais bela.

A todas as pessoas amigas que, de alguma forma, estiveram presentes ao meu lado e colaboraram na conclusão desta etapa de vida.

BIOGRAFIA

ANTÔNIO PASQUALETTO, filho de Faustino Pasqualetto e Maria Gasperini Pasqualetto, nasceu em Muçum, Rio Grande do Sul, em 21 de agosto de 1966.

Em 1984, concluiu o curso de Técnico em Agricultura pela Escola Estadual de 2^o Grau “Visconde de São Leopoldo”, em São Leopoldo - RS.

Foi contratado como Técnico em Agricultura pela Empresa Reichert Agropecuária Ltda., Fazenda Campo Bom, em Chapadão do Sul - MS, onde permaneceu entre 1985 e 1987.

Em 1992, diplomou-se Engenheiro-Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria - RS.

No ano de 1995, obteve o título de Mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG. Neste mesmo ano e local, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia.

CONTEÚDO

EXTRATO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Histórico do plantio direto no Brasil	3
2.2. Impactos gerais do sistema de sucessão de culturas	4
2.3. A sucessão de culturas e a formação de cobertura morta sobre o solo	9
2.4. Impactos da sucessão de culturas sobre a fertilidade do solo	11
2.5. Resistência à penetração do solo sob sucessão de culturas	12
2.6. A sucessão de culturas x dinâmica e distribuição das plantas daninhas	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização dos experimentos	18
3.2. Descrição da área experimental	18
3.3. As culturas de safrinha	20

3.4. Implantação dos experimentos	21
3.5. Características avaliadas na parcela	23
3.5.1. População final de plantas de milho e soja	23
3.5.2. Peso da matéria verde das plantas daninhas e da cultura	23
3.5.3. Peso da matéria seca da parte aérea da cultura e das plantas daninhas	24
3.5.4. Determinação do teor de umidade das plantas daninhas e da cultura	24
3.5.5. Altura da planta	25
3.5.6. Produtividade de grãos	25
3.5.7. Umidade dos grãos na colheita	25
3.5.8. Peso de 100 sementes	25
3.6. Características avaliadas na subparcela	26
3.6.1. Análise química do solo	26
3.6.1.1. Amostragem	26
3.6.1.2. Teores de nutrientes e valores de pH nas diferentes profundidades do solo	26
3.6.1.2.1. pH em água	26
3.6.1.2.2. Acidez extraível ($H^+ + Al^{+3}$)	26
3.6.1.2.3. Cálcio e magnésio	27
3.6.1.2.4. Fósforo e potássio disponíveis	27
3.6.2. Análise da resistência do solo à penetração	27
3.7. Análise estatística	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Características químicas do solo	29
4.1.1. Área com milho em sucessão de culturas no sistema plantio direto	29

4.1.1.1. Potencial hidrogeniônico	29
4.1.1.2. Fósforo	31
4.1.1.3. Potássio	32
4.1.1.4. Cálcio	34
4.1.1.5. Magnésio	35
4.1.1.6. Hidrogênio + alumínio	37
4.1.1.7. Soma de bases	37
4.1.1.8. Capacidade de troca catiônica	38
4.1.1.9. Saturação de bases	40
4.1.2. Área com soja em sucessão de culturas no sistema plantio direto	42
4.1.2.1. Potencial hidrogeniônico	42
4.1.2.2. Fósforo	42
4.1.2.3. Potássio	45
4.1.2.4. Cálcio	47
4.1.2.5. Magnésio	48
4.1.2.6. Hidrogênio + alumínio	48
4.1.2.7. Soma de bases	50
4.1.2.8. Capacidade de troca catiônica	51
4.1.2.9. Saturação de bases	53
4.2. Característica física do solo	53
4.2.1. Resistência à penetração do solo	53
4.3. Características biológicas	58
4.3.1. Peso da matéria seca das plantas daninhas aos 30 dias após semeadura da cultura do milho	58
4.3.1.1. Frequência das principais espécies de plantas daninhas	60
4.3.2. Peso da matéria seca das plantas daninhas aos 30 dias após	

semeadura da cultura da soja	65
4.3.2.1. Frequência das principais espécies de plantas daninhas	67
4.3.2. Ocorrência de plantas daninhas na colheita da cultura do milho .	69
4.3.2.1. Frequência das principais espécies de plantas daninhas	72
4.3.3. Ocorrência de plantas daninhas na colheita da cultura da soja	76
4.3.3.1. Frequência das principais espécies de plantas daninhas	78
4.3.3. Aspectos agronômicos das culturas de verão	82
4.3.3.1. Cultura do milho	82
4.3.3.1.1. Altura da planta (cm)	82
4.3.3.1.2. População final (plantas/m ²)	82
4.3.3.1.3. Produtividade de grãos (kg/ha)	84
4.3.3.1.4. Produtividade de grãos (g/planta)	85
4.3.3.1.5. Peso de 100 grãos (g)	85
4.3.3.1.6. Umidade dos grãos na colheita (%)	86
4.3.3.1.7. Peso da matéria fresca e matéria seca (g/planta) e umidade (%) da parte aérea das plantas	86
4.3.3.2. Cultura da soja	87
4.3.3.2.1. Altura da planta (cm)	87
4.3.3.2.2. População final (plantas/m ²)	89
4.3.3.2.3. Produtividade de grãos (kg/ha)	89
4.3.3.2.4. Produtividade de grãos (g/planta)	89
4.3.3.2.5. Peso de 100 grãos (g)	90
4.3.3.2.6. Umidade dos grãos na colheita (%)	90
4.3.3.2.7. Peso da matéria fresca e matéria seca (g/planta) e umidade (%) da parte aérea das plantas	90
4.4. Correlações de Pearson	91
5. RESUMO E CONCLUSÕES	96

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
APÊNDICE	110

EXTRATO

PASQUALETTO, Antônio, D.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 1999. **Sucessão de culturas como alternativa de produção em plantio direto no cerrado.** Orientador: Liovando Marciano da Costa. Conselheiros: Carlos Sigueyuki Sedyama e Antônio Alberto da Silva.

A preocupação com a expansão da monocultura e a carência de estudos a respeito têm suscitado muitas discussões na busca de cultivos alternativos, especialmente visando adequá-los ao sistema plantio direto. Apesar de fortes indícios das vantagens oferecidas pela sucessão de culturas, as pesquisas nesta área estão apenas começando. Nesse sentido, objetivou-se avaliar características agrônômicas nas culturas de soja e milho, bem como alterações na fertilidade e compactação do solo, e a dinâmica e distribuição das plantas daninhas em 13 esquemas de culturas no sistema plantio direto, conduzido durante três anos em Rio Verde-GO. O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, em parcelas independentes, com as culturas de safrinha: milho, soja, girassol, milheto, sorgo, guandu ou aveia e nabo. Utilizou-se o dessecante glyphosate na área, antes da semeadura das culturas de verão de soja e milho, as quais foram conduzidas de acordo com a recomendação técnica. Os resultados demonstraram que as culturas de sorgo e milheto reciclaram eficientemente os

nutrientes no solo, especialmente o potássio. Quanto à característica física do solo, observou-se que as sucessões de culturas interagem com profundidades no perfil do solo, alterando a resistência à penetração. As plantas daninhas, especialmente monocotiledôneas, emergiram em maior quantidade na sucessão soja-milho. Em toda a área experimental, as espécies *Commelina benghalensis* e *Digitaria horizontalis* foram predominantes. Quanto aos aspectos agronômicos, as sucessões que incluem uma leguminosa, a exemplo do guandu, tendem a proporcionar maior altura da planta de milho. Todavia, maiores produtividades de grãos de milho foram observadas quando soja, milheto ou sorgo o antecedem. O milheto cultivado em safrinha reduziu a altura da planta de soja, com tendência a diminuir a produtividade de grãos. Deve ser dado destaque a estudos com as sucessões em que participam milheto e sorgo, antecedendo a cultura da soja ou milho, dado o melhor desempenho dessas culturas na produção de cobertura morta, visando seqüência ao plantio direto e conseqüente estabilidade no ecossistema.

ABSTRACT

PASQUALETTO, Antônio, D.S. Universidade Federal de Viçosa, February 1999. **Crop succession as an alternative production in direct planting on “cerrado”**. Adviser: Liovando Marciano da Costa. Committee members: Carlos Sigueyuki Sedyama and Antônio Alberto da Silva.

The concern with the expansion of monoculture and the need for studies in this subject has brought up a series of discussions in the search for alternative crops, specially with the objective of adjusting these to the minimum tillage system. Despite severe signs of the advantages offered by crop succession, researches in this matter are only beginning. Therefore, the objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics in soybean and corn crops, as well as the alterations on fertility and soil compacture, and the weed dynamic and distribution in 13 crop schemes on the minimum tillage system, conducted during three years in Rio Verde - GO. The experiment was built in Dark-red dystrophic Latosol, in independent portions, with off-season cultivar: corn, soybean, sunflower, millet, sorghum, guandu or oats and turnip. The glyphosate desiccant was used in the area, before the sowing of soybean and corn summer crops, which were conducted according to technical recommendation. The results demonstrated that sorghum and millet efficiently recycled soil nutrients, potassium in special. Regarding the physical characteristic of the soil, it was

observed that succession of crops interacts deeply on the soil's profile, altering the resistance to penetration. Weeds, specially monocots, emerged in larger quantity on the soybean-corn succession. *Commelina benghalensis* and *Digitaria horizontalis* were predominant in all experimental area. In respect to the agronomic aspects, successions which include one legume crop (i.e. guandu), tend to provide an increase on corn plant's height. However, when soybean, millet or sorghum were used prior to corn, a larger productivity in corn grains was observed. millet growth in off-season cultivar decreased the height of soybean plants, with a tendency to reduce grain productivity. Studies with the successions of millet and sorghum must be given a special attention, preceding soybean or corn crops, given the best performance of these cultures on the production of mulching, aiming a sequence to minimum tillage and, therefore, steadiness on the ecosystem.

1. INTRODUÇÃO

O ritmo acelerado de ocupação agrícola do cerrado brasileiro determinou grandes acréscimos na produção brasileira de grãos. Todavia, aliado ao incremento agrícola, as preocupações com a expansão das monoculturas e a carência de estudos a respeito têm sido foco de muitas discussões na busca de cultivos alternativos adaptados às condições da região.

Desde meados do século XVIII, quando Carl Lineu lançou o conceito de "balanço da natureza", vários pesquisadores vêm se dedicando a esse tema (EGERTON, 1973). Hoje sabe-se que o número de interações tróficas entre os componentes de um ecossistema é maior quanto maior também for o número de espécies presentes, e, conseqüentemente, a estabilidade tenderá a aumentar, ou seja, a "estabilidade é função direta da diversidade". A diversidade dos agroecossistemas permite que os impactos oriundos de perturbações externas possam ser mais facilmente dissipados entre seus componentes. Desse modo, esses agroecossistemas tendem a ser mais duradouros (PASCHOAL, 1979).

A sucessão de culturas é um excelente meio de manter a diversidade e, portanto, a estabilidade de um ecossistema, pois, além de reduzir drasticamente o risco de infestação de pragas e doenças, reduz a infestação de plantas daninhas. Nos sistemas rotacionais, os recursos disponíveis, como água, nutrientes, luz, entre outros, são utilizados de forma mais eficiente. Associado ao retorno da matéria

orgânica ao solo, as rotações contribuem para manter a estrutura física, reduzir a erosão e melhorar a fertilidade dos solos. A combinação desses fatores resulta em aumento na produtividade das culturas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 1989; ROMEIRO, 1992).

Dessa forma, sistemas de lavoura com base em progressiva seqüência biológica e estruturação integrada das propriedades podem levar a uma agricultura mais sustentável e com redução dos impactos negativos no meio rural.

No caso da soja, a sucessão de culturas caracteriza-se por promover melhor controle dos fatores negativos, como pragas, doenças e nematóides, e estimular os fatores positivos, como aumento na fertilidade do solo (REN e BARBER, 1988), com conseqüências diretas na produtividade da cultura.

Apesar dos fortes indícios das vantagens proporcionadas pelo sistema de sucessão de culturas, as pesquisas nesta área estão apenas começando. O avanço do conhecimento científico neste século deu-se quase que exclusivamente direcionado ao padrão tecnológico convencional, caracterizado pelas monoculturas e pelo uso intensivo de insumos industriais. Nesse sentido, torna-se necessário desenvolver estudos que permitam potencializar certas "leis" da natureza, como a relação entre a diversidade, a estabilidade e a durabilidade dos agroecossistemas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, em um único ano agrícola, as características agronômicas nas culturas de soja e milho, bem como as alterações na fertilidade e compactação do solo, e a dinâmica e o controle das plantas daninhas em 13 sucessões de culturas no sistema plantio direto, conduzidas durante três anos, em Rio Verde, Goiás.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico do plantio direto no Brasil

O início deste sistema no Brasil parece coincidir com o registro de importação da primeira semeadora de plantio direto, em 1969, feita pela Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sendo utilizada em área experimental de 1 ha, onde foi semeado sorgo sobre resteva de inverno, em Não-Me-Toque, RS (BORGES, 1993).

Em 1971, em Londrina-PR, foram realizadas as primeiras experiências com plantio direto em trigo. Associada a essas pesquisas iniciais, ocorria a expansão da cultura da soja no sul do País, tendo como uma das conseqüências já conhecidas o manejo inadequado de solos suscetíveis à erosão. Contudo, BORGES (1993) relata que as perspectivas econômicas da nova cultura não permitiram o aproveitamento dos conhecimentos iniciais da pesquisa do sistema de cultivo emergente, vindo somente a se afirmar definitivamente a partir da segunda metade da década de 80.

Paralelamente ao avanço da nova fronteira agrícola, o plantio direto adentra o cerrado brasileiro. Conforme apurado pela APDC (Associação de Plantio Direto no Cerrado), até agora, nas áreas de sua influência, foi o Sr. Euripes Penha, em Rio Verde - GO, quem iniciou as primeiras experiências com plantio direto no cerrado,

em 1981, com uma área de 200 ha de soja em palha de soja, testando depois várias metodologias (LANDERS, 1994). Segundo a FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (1996), de toda a área cultivada no município de Rio Verde, na safra 95/96 (175.000 ha), com as culturas de algodão, arroz, milho e soja, em 70.000 ha foi adotado o sistema plantio direto.

Hoje, podem ser consideradas pelo menos quatro variações de plantio direto praticadas pelos produtores nas regiões dos cerrados, cada qual adaptando-se às diferentes condições de clima, solo e grau de tecnificação do agricultor. De acordo com SCALÉA (1994), esses tipos classificam-se em: plantio direto no mato, plantio direto com semipreparo (cultivo mínimo), plantio direto com safrinha e plantio direto com safrinha e cobertura. Este último destaca-se, tendo em vista a maior produção de massa vegetal, garantindo a cobertura morta indispensável ao final do período de seca, para poder ingressar com a cultura de verão neste sistema.

2.2. Impactos gerais do sistema de sucessão de culturas

Entende-se por sucessão de culturas uma alternância regular e ordenada no cultivo de diferentes espécies vegetais, em seqüência temporal numa determinada área (MAROCHI e SCHMIDT, 1996). Monocultura, ao contrário, é a repetição, ano após ano, de uma mesma espécie de cultura comercial, anual, sobre a mesma área.

Um dos alicerces do processo de fusão entre as práticas agrícolas e a pecuária foi a implantação de sistemas de sucessão de culturas com plantas forrageiras leguminosas. Essas mudanças intensificaram o uso de terra e levaram ao desaparecimento lento e desuniforme dos sistemas de pousio, a começar pela Europa Ocidental (BOSERUP, 1987).

Estudos de sistemas de manejo de solos e sucessão de culturas têm sido conduzidos por décadas em várias partes do mundo. Contudo, mais recentemente, a preocupação ambiental fez com que rendimentos sustentáveis assumissem maior

importância do que no passado (CADY, 1991). Nos sistemas agrícolas muito simplificados, sobretudo nas monoculturas de grãos, os fatores desestabilizadores dos agroecossistemas são amplificados, obrigando os agricultores a recorrer a técnicas intensivas para manter as condições necessárias ao desenvolvimento das culturas. Grande parte dessas práticas foi desenvolvida para combater os efeitos e não propriamente as causas do desequilíbrio causado pela excessiva simplificação dos agroecossistemas (EHLERS, 1994).

Nesse sentido, preconiza-se a reversão do panorama de degradação do meio ambiente e dos recursos naturais pela aplicação de tecnologias adequadas, poupadoras de insumos agrícolas e de divisas, promovendo o planejamento e a utilização racional dos espaços. Uma adequada sucessão de culturas costuma ser solução viável, tanto no plano econômico como no ecológico, para os principais problemas patogênicos das culturas e, também, para impedir a compactação de certos tipos de solos. Além disso, são as sucessões que incluem um ou mais anos de cultivos de forragens as que permitem o uso de solos sujeitos à erosão; o uso mais eficiente de água disponível; o melhor aproveitamento de nutrientes; a redução das pragas; e a minimização dos riscos.

Sistemas de manejo que incluem sucessões de culturas com alta capacidade de produção de resíduos resultam em incremento do nitrogênio e do carbono orgânico do solo (HAVLIN et al., 1990). Todavia, além dos benefícios de várias culturas e dos efeitos inibitórios de uma mesma cultura, ao longo do tempo, no rendimento, há vários efeitos ainda desconhecidos (WELCH, 1984).

Um impacto recente da monocultura está no aparecimento do nematóide-do-cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe), cujo surgimento foi detectado, primeiramente, em solos nos estados de Minas Gerais, na safra de 1991/92 (LIMA et al., 1992), Goiás (Mendes e Dickson, 1992, citados por MENDES, 1994), Mato Grosso (LORDELLO et al., 1992) e Mato Grosso do Sul (MONTEIRO e MORAIS, 1992), tendo preocupado produtores e pesquisadores na busca de alternativas viáveis.

O debate atual sobre a susceptibilidade da soja ao cancro-da-haste na situação de plantio direto parece encontrar solução com o surgimento de

variedades resistentes. Todavia, o nematóide-do-cisto da soja encontra limitação à sua expansão no sistema plantio direto, pelo fato de não haver revolvimento do solo e por impedir a maior parte da erosão eólica que poderia transportar os ovos da praga. Por outro lado, a rotação com gramíneas e outras culturas não-leguminosas, recomendada para essas situações, representa o fim da monocultura de soja, que vinha empobrecendo muitas regiões no cerrado, por falta de manutenção do nível de matéria orgânica (LANDERS, 1994).

No cerrado, onde o inverno é menos rigoroso e seco, as culturas tradicionais de regiões mais frias não se adaptam, passando o seu papel de produtoras de matéria seca a ser desempenhado pelas safrinhas. A “safrinha” pode ser considerada uma agricultura alternativa, e sua implantação é efetuada em sistema plantio direto, como forma de reduzir o risco crescente da semeadura tardia, uma vez que o desenvolvimento das plantas ocorrerá em períodos de baixas e decrescentes precipitações; portanto, o atraso na época de semeadura remete a maiores riscos na rentabilidade dessas culturas (ALVARENGA, 1996).

A correta escolha da cultura que desempenhará o papel de safrinha também é uma opção, não apenas para viabilizar o processo produtivo desta, mas para permitir o prosseguimento harmônico da sucessão de cultura e do sistema plantio direto. A seleção deverá ser feita visando o tipo de exploração, levando em consideração os seguintes fatores: a) quantidade e qualidade de massa produzida; b) agressividade de desenvolvimento do sistema radicular; c) rápido desenvolvimento inicial; d) ter boa sanidade; e) não ser hospedeira de pragas; f) facilidade para produção de sementes; g) aptidão para ser incluída num esquema de sucessão ou rotação com as culturas econômicas principais; h) permitir fácil implantação da cultura subsequente; e i) possibilidade de incluí-la no plano de trabalho da propriedade, sem necessidade de onerar com aquisição de novas máquinas (LOSS, 1995). A safrinha pode ter três finalidades principais: produção de grãos, pasto ou forragem de inverno e geração de palha para cobrir o solo.

O impacto da safrinha no cerrado, associado ao plantio direto, pode ser melhor caracterizado pelas vantagens apresentadas no II Encontro sobre “Safrinha”,

realizado em Jataí-GO, em 1992: a) aproveitamento racional de máquinas, equipamentos e mão-de-obra; b) proteção ao solo, devido à sua cobertura por maior período do ano; c) antecipação de receitas, com uso de cultivares precoces, antes da safrinha, num período em que os preços dos produtos agrícolas estão mais compensadores; d) melhoramento das condições biofísicas do solo; e) sucessão de culturas dentro de um mesmo período agrícola; f) melhor controle das plantas invasoras para a cultura subsequente;

g) possibilidade de emprego no pastoreio, forragem verde ou silagem adicional da cultura da safrinha (em área de lavoura), aliviando a falta de pasto no inverno;

h) reciclagem de nutrientes; e i) geração de receitas ao agricultor, com reflexos socioeconômicos positivos, por resultar em maior arrecadação dos municípios e do estado.

Uma das maiores preocupações reside em encontrar uma espécie possível de ser cultivada no período de inverno, em que as precipitações são reduzidas e o acúmulo de matéria seca fica comprometido, tornando-se o principal entrave na adoção do sistema plantio direto. Boa tendência volta-se para a cultura do milheto, com grandes perspectivas de atender às exigências mínimas para adoção deste sistema de cultivo (LANDERS, 1994). As vantagens do uso desta cultura estão ligadas às seguintes características:

a) *Alta resistência à seca*: para BONAMIGO (1995), é uma grande opção de aproveitamento no período seco do cerrado, quando a disponibilidade de alimento para os animais é muito baixa, com as pastagens em geral secas, pelo fato de ser uma das plantas mais eficientes na transformação de água em matéria seca, 282-302 g de água/g de matéria seca, enquanto as culturas de sorgo, milho e trigo utilizam 321, 370 e 590 g de água /g de matéria seca, respectivamente. Por este motivo, suporta lotação de até três a quatro cabeças/ha em plena seca. Também pode ser utilizado como feno ou silagem de boa qualidade. Os grãos equivalem a aproximadamente 85% da energia do milho, mas com teor e qualidade superiores. Possui bom perfil de aminoácidos, com deficiência apenas em lisina. Na sua utilização para rações, para aves, pode servir de substituto em até 85% do milho.

- b) *Capacidade de produção de massa*: quando semeado em fevereiro atinge produções médias de 45 t/ha de matéria verde; caso a semeadura seja em março, a produção média atinge 35 t/ha de matéria verde, e, à medida que é atrasada a semeadura, alcança produções pouco acima de 20 t/ha de matéria verde (BONAMIGO, 1995). Resultados recentes de experimentos conduzidos em Maracaju-MS indicam que é possível produzir entre 3 e 6 t/ha de matéria seca em período inferior a 60 dias, quando semeado em setembro, que consiste na estratégia mais recente para a produção de palha (cultivo de primavera), antecedendo o cultivo de verão para esta região, onde há cultivo anterior de inverno (SALTON, 1993).
- c) *Cultura de fácil instalação e condução*: desde o plantio, passando pelos tratamentos culturais e pela utilização para diferentes propósitos.
- d) *Adaptação a solos de baixa fertilidade*: o que é decorrência da sua alta capacidade de extração de nutrientes e do sistema radicular profundo. No caso de uso em cobertura morta, os nutrientes extraídos permanecerão na palhada, sendo reciclados, ou seja, liberados gradativamente ao solo. Conforme Dalla Rosa (1992), citado por SCALÉA (1996), a quantidade de nutrientes reciclados pelo milho supera a de outras culturas, como soja, trigo ou aveia-branca, atingindo os seguintes valores em kg/ha: 206 (N), 60 (P₂O₅), 350 (K₂O), 53 (Ca) e 32 (Mg), para 12 t/ha de matéria seca produzida.

Além desses aspectos, a cultura do milho, como também a de sorgo, desempenha função similar à reciclagem de nutrientes existentes nas florestas, principalmente na Amazônia. Essas características conferiram-lhes a expressão “bomba biológica”, atribuída pelos Engenheiros-Agrônomos Serge Bouzinac e Lucien Séguy (TASCA, 1996). De acordo com estes pesquisadores, a chave essencial da gestão ecológica dos latossolos nas regiões quentes e úmidas do cerrado reside em produzir e reproduzir a menor custo, antes e depois de cada cultura, uma biomassa importante, com alto coeficiente de mineralização. As culturas da safrinha, em geral, e o milho, em especial, ressecam o solo em virtude da extração profunda de umidade. Isto é positivo, porque as fendas atuam como vias para distribuição de matéria orgânica, fósforo e calcário em

profundidade. As fendas tendem a ser mantidas como linhas de drenagem (LANDERS, 1994).

Conforme SÉGUY e BOUZINAC (1995), tendo-se o arroz ou milho como cultura principal, seguido do sorgo ou milheto como cultura de safrinha, em plantio direto, a soja alcançou mais de 4.000 kg/ha em plantio direto de 1989 a 1992. Esse resultado foi confirmado em nível de lavoura na Fazenda Progresso, onde se obteve média de 4.320 kg/ha ou 72 sacas/ha, numa área de 170 ha.

Os primeiros resultados de pesquisa sobre plantio direto em Uberlândia demonstraram que, após efetuado o plantio de seis culturas forrageiras: aveia-preta (*Avena strigosa*), milheto (*Pennisetum americanum*), sorgo-forrageiro (*Sorghum bicolor*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), tremoço-azul (*Lupinus angustifolius*) e lab-lab (*Dolichos lablab*), o melhor rendimento de milho foi obtido sobre coberturas de sorgo-forrageiro e milheto na alternativa de cobertura de inverno. O lab-lab apresentou-se como excelente espécie para cobertura do solo, sendo necessário procurar outras alternativas para a sua adaptação à região durante o período de inverno (LARA et al., 1995).

Em outro experimento conduzido para avaliar efeitos de coberturas verdes com potencial de utilização em sistema de plantio direto, na estrutura de solos degradados, em Goiás, constatou-se que, dentre as coberturas utilizadas, as que apresentaram maiores produções de matéria seca foram: crotalária, guandu e feijão-de-porco (LEANDRO et al., 1996).

2.3. A sucessão de culturas e a formação de cobertura morta sobre o solo

A manutenção de resíduos culturais na superfície do solo no plantio direto promove condições distintas às propriedades do solo, em relação à sua incorporação através do preparo convencional (HOLTZ e SÁ, 1995). MUZILLI (1983) cita que as principais mudanças ocorrem no regime de umidade, na temperatura e na distribuição de nutrientes.

Nesse contexto, a cobertura do solo propicia a interceptação da gota da chuva, evitando o seu impacto e o selamento superficial, melhorando as condições para que a água infiltre no solo e reduzindo o processo erosivo, nas perdas de solo e água, na poluição de recursos hídricos e na melhoria da disponibilidade hídrica às plantas (TORMENA, 1995). Para este mesmo pesquisador, os resíduos deixados na superfície do solo reduzem a incidência de raios solares diretamente e contribuem significativamente, evitando oscilações bruscas da temperatura do solo.

Sob condições tropicais em que as temperaturas do solo podem atingir valores bastante elevados, essa técnica é de fundamental importância para o crescimento do sistema radicular das culturas, a manutenção da microbiota do solo (ALMEIDA, 1985) e a absorção de água e nutrientes, sem considerar que, durante a estação chuvosa, nos cerrados, podem ocorrer períodos secos (veranicos), os quais, na maioria das vezes, coincidem com estádios críticos do desenvolvimento das culturas. Portanto, de forma generalizada, pode-se afirmar que a cobertura do solo, ao manter maior volume de água disponível no tempo, permite que o conteúdo de água no solo permaneça com maior frequência dentro da faixa menos limitante. O plantio direto cumpre, juntamente com as culturas de cobertura, esses objetivos, possibilitando condições físicas, químicas e biológicas no solo mais favoráveis para o crescimento das plantas e maximizando o seu potencial genético de produção.

A natureza dos resíduos vegetais é formada pelos componentes básicos C, N, P, S, K, sendo C o elemento predominante, com teores de até 60%; o N varia de 0,13 a 15% e P, S e K chegam no máximo a 1%. Os teores de C, N e P são parâmetros utilizados em estudos de decomposição (HOLTZ e SÁ, 1995). Conforme SCHOMBERG et al. (1994), em linhas gerais, a decomposição de resíduos vegetais libera 55 a 70% de carbono para a atmosfera na forma de CO₂; 5 a 15% do elemento é incorporado na biomassa microbiana e os 15 a 40% restantes são estabilizados na forma de húmus.

A quantidade de resíduo produzido varia com as culturas num sistema de rotação. De acordo com TORMENA (1995), no sul do Brasil estima-se que haja necessidade de cerca de 6 t/ha/ano de matéria seca de resíduos que mantenha

desejável cobertura do solo e reposição de carbono perdido durante o processo de decomposição. Considerando as condições tropicais do cerrado, especialmente do cerrado úmido, TASCÁ (1996) cita a comparação do produtor Munefume Matsubara, da cidade de Sorriso-MT, afirmando que “a agricultura da região subtropical temperada é como um automóvel, enquanto a agricultura praticada no cerrado úmido é comparável a um avião, em termos de rapidez”; necessariamente, a demanda é superior, porém há carência de estudos que demonstrem dados consistentes. O mesmo autor continua: “mas também o é quando se compara na proporção do desastre: as possibilidades de um acidente fatal são maiores com o avião, naturalmente”. Nota-se, portanto, a importância da cobertura morta no plantio direto.

2.4. Impactos da sucessão de culturas sobre a fertilidade do solo

LEIGHTY (1938) reconheceu como o mais importante objetivo da sucessão de culturas o de manter a fertilidade do solo. As culturas podem atuar de forma diferenciada, através da retirada de nutrientes pelas raízes (BARBER, 1974) ou por adição de outros nutrientes com a decomposição (PEEVY e NORMAN, 1948). O teor de nutrientes do solo é influenciado pelas diferenças de exigência nutricional, pela produtividade de raízes e pela quantidade de material vegetal que retorna ao solo (CASTRO e DE MARIA, 1993).

As espécies vegetais diferem entre si em relação à quantidade de resíduos fornecidos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de diferentes profundidades do solo (MENGEL e KIRBY, 1987). JUO e LAL (1979) obtiveram incremento de duas vezes no teor de potássio trocável com o cultivo de azevém durante três anos, quando comparado apenas com a condição original, indicando capacidade desta cultura em absorver potássio de formas menos trocáveis, depositando-o na superfície da área cultivada.

Os sistemas de culturas também podem afetar a disponibilidade do fósforo, através da utilização de plantas capazes de reciclá-lo de camadas inferiores

(SIDIRAS e PAVAN, 1985). Além disso, a redução do revolvimento e o aumento da adição de material orgânico ao solo aumentam a matéria orgânica e a CTC na camada superficial (CENTURION et al., 1985). A distribuição, o conteúdo e, conseqüentemente, a disponibilidade das bases trocáveis (cálcio, magnésio e potássio) sofrem alterações, principalmente em razão da CTC do solo, dos fluxos de água, da enxurrada, da localização da aplicação de fertilizantes e corretivos, bem como da variação na capacidade das plantas em reciclar nutrientes (BAYER, 1992).

Especificamente em relação à soja, BARBER (1974) evidenciou efeitos diretos, possibilitados pela maior absorção de ânions do que de cátions pelo sistema radicular e, indiretamente, pela modificação das condições do solo, como estrutura e outras características físico-químicas. Desse modo, é capaz de aumentar o pH e conteúdo de cálcio, em comparação com o nível inicial, possivelmente devido às diferenças entre o suprimento de nutrientes à raiz por fluxo de massa e a absorção pela mesma (RILEY e BARBER, 1969). LUND (1970) verificou que, para a soja, o cálcio é utilizado para reduzir a toxicidade do alumínio.

Quanto ao milho, comparado à soja, o cálcio parece inibir a absorção de magnésio mais pronunciadamente (MONIZ, 1975), mas estimula a absorção de fósforo (HODGES e HANSON, 1965).

2.5. Resistência à penetração do solo sob sucessão de culturas

A diminuição da vegetação característica do cerrado e a sua brusca substituição por outro tipo de cobertura vegetal, associada a freqüentes calagens, adubações e manejo do solo, provocam alterações nas suas características físicas. As alterações podem ser benéficas ou maléficas, modificando a sua capacidade produtiva.

REINERT (1993) cita que um dos principais aspectos que devem ser estudados é a escolha correta das espécies para estabelecer a sucessão de culturas, pois cada uma apresenta comportamento distinto em se tratando das propriedades

físicas do solo, contribuindo ou não para a conservação e restauração da estrutura desejada.

COSTA et al. (1984) observaram que o surgimento de camadas compactadas em profundidades de 10-25 cm nos solos de cerrado, intensivamente cultivados, tem sido atribuído à restrição ao aprofundamento radicular. Conforme ROSA JR. (1984), um dos fatores que contribuem para a compactação de solos do cerrado é a calagem excessiva, que age por efeito dispersante das argilas, através da substituição, no complexo de troca, do alumínio trocável pelo cálcio e magnésio trocáveis. Outros fatores, como conteúdo de umidade, matéria orgânica, textura e estrutura do solo, exercem influência na susceptibilidade à compactação (FERNANDES, 1982).

Com o aumento da compactação ou da densidade do solo, ocorre redução dos poros entre as partículas, influenciando a atividade biológica, pois há limitação dos espaços porosos, reduzindo a aeração, a atividade microbiana e a disponibilidade de água para as plantas (SOUZA, 1988). O maior ou menor grau de compactação oriundo das operações agrícolas depende da umidade do solo (BAVER et al., 1972), do sistema de preparo deste, da presença de resíduos culturais, da estrutura do solo, do peso da máquina e da área em que seu peso está distribuído (SIDIRAS e VIEIRA, 1984). Sua avaliação não é possível de ser obtida diretamente, mas por meio da magnitude da alteração de uma propriedade ou um conjunto destas, como: densidade do solo, porosidade, infiltração de água, estabilidade de agregados e resistência à penetração (BALASTREIRE, 1987). Esta última é freqüentemente usada para indicação comparativa da compactação do solo, dada a facilidade e rapidez com que são realizadas as medidas (MONTOVANI, 1987), além de relacionar-se diretamente com a densidade do solo e inversamente com a umidade do solo, pois o teor de água interfere, modificando a coesão entre as partículas do solo, sendo esta menor com acréscimo de umidade (BELTRAME et al., 1981).

A compactação afeta o desenvolvimento das plantas, por gerar impedimento físico ao desenvolvimento do sistema radicular, limitando o movimento da água e do ar no perfil do solo (REICHARDT, 1985). Estudos

conduzidos por TAYLOR et al. (1966), medindo a resistência à penetração de vários solos, consideraram como valores críticos os situados entre 1.960 e 3.038 Kpa para o desenvolvimento das culturas. Isto concorda com BARLEY (1962), o qual relata que cessa o alongamento das raízes de milho quando a resistência à penetração do solo supera 1.900 Kpa. Nesse sentido, assume importância o reconhecimento de espécies envolvidas na rotação ou sucessão de culturas que apresentam capacidade de se desenvolver em solos com propriedades físicas degradadas. CINTRA e MIELNICZUK (1983) encontraram na colza e no tremoço culturas aptas para a recuperação destes solos, por possuírem raízes pivotantes que ultrapassam as camadas compactadas.

2.6. A sucessão de culturas x dinâmica e distribuição das plantas daninhas

Outro aspecto associado à sucessão de culturas é o impacto sobre as plantas daninhas. A sucessão de culturas é um excelente meio de manter a diversidade dos cultivos econômicos e, portanto, a estabilidade de um ecossistema, pois, além de reduzir drasticamente o risco de infestação de pragas e doenças, reduz a infestação de outras espécies de plantas daninhas (ROMEIRO, 1992).

Conforme CHRISTOFFOLETTI (1988), a sucessão de culturas impede ou reduz a formação de altas populações de determinadas espécies de plantas daninhas que estão associadas a uma cultura continuamente num mesmo local.

Até 1945, o cultivo mecânico, o manual e a sucessão de culturas constituíam-se nos principais métodos de controle das plantas daninhas nos Estados Unidos da América (EUA). A possibilidade de alelopatia é relatada por RICE (1984) como outro fator determinante no controle de plantas daninhas.

Parker (1915), citado por WALKER e BUCHANAN (1982), demonstrava que as plantas daninhas tinham grande dificuldade para manter uma população em determinada área quando se empregava uma sucessão de culturas de gramíneas com outras plantas cultivadas.

No Brasil, um dos primeiros trabalhos sobre o efeito da sucessão de culturas na população de plantas daninhas foi realizado por NEME et al. (1954), que observaram a ação inibitória do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*, D.C.) sobre o desenvolvimento de plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em área cultivada com milho, sendo atribuído ao sombreamento exercido pelas plantas de feijão-de-porco o principal motivo da redução drástica da multiplicação de tubérculos da tiririca.

Mais recentemente, a sucessão de culturas combina as vantagens de sucessão de herbicidas, podendo-se utilizar os melhores produtos e as melhores técnicas culturais específicas para cada cultura, ou seja, plantas daninhas de difícil controle em determinada cultura passam a ser mais vulneráveis em outra, dada a possibilidade de alterar o herbicida empregado sem maiores riscos para a cultura.

Embora os efeitos da sucessão de culturas sobre as plantas daninhas sejam conhecidos, ZIMDAHL (1980) relatou a escassez de trabalhos que demonstram sua influência sobre determinadas espécies ou populações e geralmente tratam de aspectos qualitativos e não quantitativos. No que diz respeito às espécies infestantes, a palhada resultante da sucessão de culturas, além de alterar as características físicas, químicas e biológicas do solo, modifica a constituição qualitativa e quantitativa do complexo florístico que se desenvolve no terreno, por interferir no processo de quebra de dormência das sementes e pela sua ação alelopática sobre a germinação e o desenvolvimento das plântulas (ALMEIDA, 1991).

A alelopatia foi definida por RICE (1984) como qualquer efeito causado por uma planta, incluindo microrganismos que direta ou indiretamente sejam prejudiciais a outra planta, em razão do emprego de compostos químicos lançados no ambiente.

Nesse sentido, a quantidade de palha que forma a cobertura morta influencia a intensidade do efeito alelopático. Quanto maior, mais aleloquímicos ela contém, e maior quantidade é lixiviada para o solo (MAROCHI e SCHMIDT, 1996). Em trabalhos conduzidos durante seis anos, visando determinar a quantidade de resíduos com que algumas culturas de inverno podem contribuir para o

formação de cobertura morta, ALMEIDA (1988) concluiu que a aveia é a que produz maior quantidade de palha, cerca de 5.500 a 6.000 kg/ha, seguida por centeio (4.500 kg/ha), nabo-forrageiro e azevém (3.500 kg/ha).

Entre os fatores importantes para o sucesso do plantio direto na palha, além da cobertura morta antecedente, estão a identificação das plantas daninhas na propriedade e a escolha correta do método de controle a ser adotado.

De acordo com LANDERS (1994), as dez espécies de plantas daninhas que geram maiores problemas de controle em plantio direto, nas culturas com maior área cultivada no cerrado, são: joá-de-capote (*Nicandra physaloides*), fedegoso (*Senna obtusifolia*), desmódio (*Desmodium tortuosum*), guanxuma (*Sida* sp.) erva-palha (*Blainvillea* sp.) maria-pretinha (*Solanum americanum*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-braquiária (*Brachiaria* sp.) e capim-colonião (*Panicum maximum*), quando perenizado. De outro modo, plantas daninhas de fácil manejo são toleráveis como cobertura do solo no inverno, desde que não estejam competindo com a cultura.

Segundo RUEDELL (1995), no caso de serem empregados herbicidas, as aplicações podem se dar em pré-plantio (manejo ou dessecação) e em pós-plantio. A primeira é realizada com o herbicida aplicado em pós-emergência, não-seletivo, visando controlar toda a vegetação existente antes da semeadura, seja ela constituída por plantas daninhas que eventualmente venham reinfestar áreas cultivadas, ou concorrendo com a cultura e causando-lhe prejuízos. Nesta aplicação podem ser usados dois tipos de herbicidas: aplicados em pré-emergência e pós-emergência.

Além do controle das invasoras com herbicidas, é necessário lembrar que os métodos biológicos de diminuição da população de infestantes devem sempre fazer parte do sistema, como cobertura verde e morta, sucessão de culturas e utilização dos efeitos alelopáticos que uma planta exerce sobre outra.

Conforme SCALÉA (1994), não há recomendação genérica, pois as condições variam caso a caso. Todavia, para lavoura de soja semeada entre outubro e a terceira semana de novembro, via de regra, é recomendado o uso de herbicidas seletivos para o controle das plantas daninhas após a semeadura. Lavouras semeadas

após a terceira semana de novembro, muitas vezes, conseguem ser conduzidas até a colheita sem necessidade de outras aplicações. Isto ocorre porque a maior parte das invasoras tem condições de germinar e emergir até fins de novembro, sendo eliminada pela dessecação. Para o milho, caso não haja umidade do solo suficiente para aplicação de produto em pré-emergência, sugere-se aguardar uma chuva e aplicá-los em pós-emergência, desde que o milho não ultrapasse 8 a 10 cm e as plantas daninhas tenham no máximo duas a três folhas.

Informações adicionais, como período de intervalo entre a aplicação de produtos hormonais e a semeadura (sete a dez dias) ou conhecimento de herbicidas que usados na cultura de verão podem representar riscos de injúria a culturas subseqüentes, como é o caso de produtos aplicados em soja, os quais podem afetar milho, sorgo, aveia, milheto e girassol, tornam-se necessárias para o sucesso do plantio direto no cerrado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização dos experimentos

Os experimentos foram instalados na primeira quinzena de outubro de 1995 em área experimental do Campus Universitário da Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde - ESUCARV, em Rio Verde, Goiás. A ESUCARV pertence à Fundação de Ensino Superior de Rio Verde - FESURV, situada na Fazenda Fontes do Saber, a 17° 47' 53" S e 50° 55' 41" WGr, a uma altitude de 861 metros.

3.2. Descrição da área experimental

Os experimentos foram instalados sobre uma área de sucessão de culturas em sistema de plantio direto, em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, A moderado, textura argilosa, fase cerrado tropical subcaducifólio, com relevo suave ondulado. Este solo predomina amplamente na região sudoeste do Estado de Goiás e compreende a maior parcela da agricultura da região. Para caracterização física do solo foi realizada amostragem, sendo submetida à análise

no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Viçosa, descrita no Quadro 1. Os dados pluviométricos da safra de 1995/1996 estão no Quadro 2.

Quadro 1 - Caracterização física da amostra de solo do local do experimento em Rio Verde-GO

Profundidade (cm)	Composição granulométrica da terra fina (%)				Densidade de partículas (g/cm ³)	Densidade aparente (g/cm ³)	Equiv. Umid. (%)
	Areia grossa 2 - 0,20 mm	Areia fina 0,20-0,02 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
0-20	25	17	22	36	2,82	1,45	22,5

Quadro 2 - Médias de precipitação mensal (mm) ocorrida na safra 95/96 para as culturas de safrinha e culturas principais de verão, no sistema plantio direto, em Rio Verde-GO

SAFRA	Jan.	Fev.	Mar	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez	Jan.	Fev.	Mar
95/96	284	208	201	150	77	05	00	00	118	84	274	280	189	305	276

A área experimental foi constituída de 13 glebas, de tamanho variável entre 1.200 e 3.300 m², localizadas contiguamente. Cada gleba, durante três anos, recebeu uma sucessão de cultivos, onde as culturas de soja e de milho estiveram presentes, em diversas combinações, com safrinhas antecedendo-as, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de sucessões estabelecidas com cultivos de verão de safrinha em sistema de plantio direto. Rio Verde - GO, 1997

GLEBA	PLANTIO CONVENCIONAL	PLANTIO DIRETO		
	1992/93	1993/94	1994/95	1995/1996
		experimento A		
1	Milho	milho – milho	milho - milho	milho
2	Milho	milho – soja	milho - soja	milho
3	Milho	milho – girassol	milho - girassol	milho
4	Milho	milho – milheto	milho - milheto	milho
5	Milho	milho – sorgo	milho - sorgo	milho
6	Milho	milho – guandu	milho - guandu	milho
		experimento B		
7	Soja	soja – milho	soja - milho	soja
8	Soja	soja – soja	soja - soja	soja
9	Soja	soja – girassol	soja - girassol	soja
10	Soja	soja – milheto	soja - milheto	soja
11	Soja	soja – sorgo	soja - sorgo	soja
12	Soja	soja – aveia	soja - aveia	soja
13	Soja	soja - nabo forrageiro	soja - nabo forrageiro	soja

3.3. As culturas de safrinha

As culturas de safrinha foram instaladas num esquema de sucessão com as culturas do milho e da soja, a partir do começo do sistema plantio direto na área. Embora possam ser utilizadas para diferentes fins, como produção de grãos, forragem ou pasto, o maior interesse concentra-se na capacidade de produzir palha para cobrir o terreno e garantir o sucesso do plantio direto. Com esse propósito foram cultivados: milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill), girassol (*Helianthus annuus* L.), milheto (*Pennisetum americanum* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), guandu (*Cajanus cajan* Spreng), aveia (*Avena strigosa* Sereb) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.).

3.4. Implantação dos experimentos

Uma semana antes da semeadura das culturas de verão, realizou-se dessecação da vegetação da área com glyphosate na dosagem de 3 L/ha do produto comercial, com volume de calda de 300 L/ha, utilizando-se pulverizador de barras de 12 m e bicos tipo leque. O emprego deste produto justifica-se por ser um herbicida não-seletivo, sistêmico, com menores riscos para o meio ambiente.

O primeiro experimento foi constituído da semeadura de milho, com espaçamento entrelinhas de 1 m, em seis glebas, no dia 03/11/95, utilizando semeadeira-adubadeira Jumil exacta (air) 2.900 e sementes do híbrido Cargill-901, recomendado para semeadura em condições de intensivo uso de insumos agrícolas. Segundo FUNDAÇÃO CARGILL (1995), este é um híbrido de porte baixo, poucas folhas e eretas, capacitando-o para emprego com populações mais elevadas e colheita mecanizada. Além disso, apresenta média tolerância à acidez do solo, grão semidentado amarelo e inserção da espiga baixa, sendo tolerante a algumas moléstias, altamente resistente ao enfezamento-vermelho (*Corn stunt*), resistente à ferrugem (*Puccinia polysora*) e ao *Helminthosporium turcicum*, medianamente resistente ao *H. maydis* e suscetível à ferrugem tropical (*Physopella zae*) e à faosferia (*Phaeosphaeria maydis*). Sua adaptação preferencial está acima de 800 m de altitude, com ponto de colheita de 110 a 120 dias.

A adubação utilizada foi de 480 kg/ha de 4-16-8 (Fosmag 517), equivalente a 19,2 kg/ha de N, 76,8 kg/ha de P₂O₅ e 38,4 kg/ha de K₂O, com 13% de Ca, 2,5% de Mg, 8,5% de S e 0,1% de B, com posterior adubação de cobertura de 150 kg/ha de nitrato de amônio, seguindo as recomendações da 4ª aproximação (COMISSÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES DO ESTADO DE GOIÁS, 1988).

Para o controle de plantas daninhas, empregou-se a mistura dos herbicidas Alachlor 300g/L + Atrazine 180 g/L, em pré-emergência das plantas daninhas e do milho, na dosagem de 8 L/ha do produto comercial.

No segundo experimento, realizou-se a semeadura da soja, com espaçamento entrelinhas de 0,50 cm, de forma a ocupar sete glebas, sendo utilizada a variedade EMGOPA-309, que, conforme EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA (1995), é resistente ao cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum* f. sp. meridionalis), ao *Phomopsis phaseoli* f. sp. meridionalis e à mancha-olho-de-rã (*Cercospora sojina*) e uma das mais plantadas na região, dado o seu ciclo precoce, permitindo a implantação subsequente da safrinha. As sementes de ambas as espécies foram obtidas junto ao banco de sementes da Cooperativa Mista de Produtores de Grãos (COMIGO), em Rio Verde-GO.

A semeadura da soja ocorreu no dia 31/10/95, utilizando semeadeira-adubadeira Jumil PP 2850. As sementes receberam tratamento com fungicida Tecto + Rhodiuran (Thiabendazol + Thiram) na dosagem de 200 e 300 g/ 100 kg de sementes, respectivamente, sendo inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. Segundo EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA(1995), com a recente constatação da doença do cancro-da-haste causado pelo fungo *Diaporthe phaseolorum* f. sp. meridionalis, no Estado do Paraná, e a sua rápida disseminação para as principais regiões produtoras de soja, o tratamento de sementes é uma prática fundamental para evitar a disseminação deste e de outros patógenos.

As culturas receberam adubação conforme recomendação da 4ª Aproximação (COMISSÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES DO ESTADO DE GOIÁS, 1988), sendo complementada com outros nutrientes. Foram empregados 450 kg/ha de 0-16-16 (Fosmag 510), equivalente a 0 kg/ha de N, 72 kg/ha de P₂O₅ e 72 kg/ha de K₂O, com 8% de Ca, 2,4% de Mg, 5% de S, 0,15% de B, 0,5% de Zn e 0,05% de Co.

Quanto ao controle de plantas daninhas, foi empregado o herbicida lactofen na dosagem de 0,65 L/ha do produto comercial, 38 dias após a semeadura da cultura. Os demais tratamentos culturais, quando necessários, foram realizados obedecendo aos critérios técnicos recomendados.

Foram demarcadas cinco parcelas de 6 x 8 m aleatoriamente distribuídas, que constituíram as cinco repetições, dentro de cada uma das glebas, com os diferentes sistemas de sucessão de culturas. Em cada parcela, as subparcelas foram constituídas das amostragens do perfil do solo de 0 a 30 cm. Para a obtenção dos dados referentes à fertilidade do solo, o perfil foi amostrado em intervalos de 5 cm, sendo a última amostra retirada da camada de 20 a 30 cm de profundidade, resultando em cinco subparcelas. Nas determinações da resistência à penetração do solo nos diferentes sistemas utilizados, foram realizadas quatro amostragens no perfil do solo a intervalos de 7,5 cm, correspondendo a quatro subparcelas.

3.5. Características avaliadas na parcela

As determinações de campo realizadas nas parcelas foram as que seguem.

3.5.1. População final de plantas de milho e soja

Foram consideradas as plantas por ocasião da colheita, e os resultados foram expressos em número de plantas/m².

3.5.2. Peso da matéria verde das plantas daninhas e da cultura

As plantas daninhas foram avaliadas, aos 30 dias após a semeadura, por meio de quatro amostragens ao acaso na parcela, utilizando um retângulo de 0,45 m² (1,5 m x 0,3 m), colocado perpendicularmente às linhas de semeadura e recolhendo-se todo o material verde de plantas daninhas existente na amostra, classificando-o por espécie vegetal, sendo pesado em seguida. Convencionou-se, para proceder a análise estatística, adotar o critério de agrupar as principais

espécies de plantas daninhas monocotiledôneas (*Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica* e *Cenchrus echinatus*) e discriminá-las genericamente como monocotiledôneas. O mesmo procedimento foi adotado para as principais espécies dicotiledôneas (*Bidens pilosa*, *Amaranthus deflexus*, *Chamaesyce hirta*, *Euphorbia heterophylla*, *Altenanthera tenella*, *Hyptis suaveolens* e *Desmodium tortuosum*), referidas genericamente como dicotiledôneas. Outras espécies, menos freqüentes e mais esparsas que tanto podem ser monocotiledôneas como dicotiledôneas, foram agrupadas como outras plantas daninhas. A soma dessas três classificações representa o total de plantas daninhas.

As plantas das culturas, nesta mesma ocasião, foram avaliadas em quatro amostragens aleatórias de 1 metro linear da linha de semeadura, em cada parcela, coletando-se a parte aérea das plantas.

3.5.3. Peso da matéria seca da parte aérea da cultura e das plantas daninhas

Foi obtido após a matéria fresca permanecer em estufa por 72 horas a 70°C.

3.5.4. Determinação do teor de umidade das plantas daninhas e da cultura

O teor de umidade da parte aérea das plantas foi determinado utilizando-se os dados de peso da matéria fresca e peso da matéria seca, por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Umidade (\%)} = 100(\text{PMF} - \text{PMS})/\text{PMF}$$

em que

PMF = peso da matéria fresca (g); e

PMS = peso da matéria seca (g).

3.5.5. Altura da planta

Na cultura da soja, foi realizada por ocasião da colheita, medindo-se a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, conforme BATITUCCI (1990), por meio da avaliação de cinco plantas em cada repetição. No milho, os dados foram obtidos medindo-se a partir do nível do solo, até a inserção da última folha.

3.5.6. Produtividade de grãos

Foi calculada em quilogramas por hectare e em gramas por planta, com base na produção de cada repetição no campo, tendo umidade corrigida para 13%, na base úmida. A área útil da parcela, para determinação desta característica, constituiu-se de quatro linhas da cultura de três metros de comprimento.

3.5.7. Umidade dos grãos na colheita

Três amostras de grãos, pesando cerca de 50 g, foram submetidas à secagem em estufa a 105⁰C por 24 horas, ocasião em que foram retiradas, tampadas e colocadas em dessecador para esfriar por 10 a 15 minutos, para posterior pesagem. A percentagem de umidade foi calculada através da fórmula citada por BRASIL (1992).

3.5.8. Peso de 100 sementes

Esta característica foi determinada pela média de três amostras de 100 sementes, sem classificação, de cada repetição, pesadas após serem submetidas à estufa a 105⁰C por 24 horas. Por intermédio de cálculos, obteve-se o peso de 100 sementes, em gramas, a 13% de umidade, na base úmida.

3.6. Características avaliadas na subparcela

3.6.1. Análise química do solo

3.6.1.1. Amostragem

Foram coletadas amostras de solo com auxílio de um trado tubular (tipo meia-lua) nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30, tomando-se quatro pontos em cada parcela, para constituírem as amostras compostas das respectivas camadas.

3.6.1.2. Teores de nutrientes e valores de pH nas diferentes profundidades do solo

As determinações químicas foram efetuadas em amostras de terra fina seca ao ar (TFSA), sendo realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Viçosa.

3.6.1.2.1. pH em água

Para determinação do pH em água foi utilizada uma suspensão sólido-líquida, na relação de 1:2,5 (VETTORI, 1969).

3.6.1.2.2. Acidez extraível (H^+ + Al^{+3})

A acidez extraível foi obtida conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (1979).

3.6.1.2.3. Cálcio e magnésio

Utilizou-se o extrator KCl 1 mol/L, na proporção solo:extrator 1:10. A determinação do cálcio e magnésio foi por espectrofotometria de absorção atômica.

3.6.1.2.4. Fósforo e potássio disponíveis

Foi empregado o extrator Mehlich-1, sendo o fósforo determinado colorimetricamente, após a redução do complexo fosfomolibdico, pelo ácido ascórbico e o potássio, por fotometria de chama, segundo DEFELIPO e RIBEIRO (1981).

3.6.2. Análise da resistência do solo à penetração

Foi efetuada com auxílio de penetrógrafo da marca Soil Control, modelo SC-60, com mecanismo que registra em gráfico os resultados, da resistência à penetração no perfil do terreno. Foram realizadas cinco avaliações em cada repetição, a partir das quais foram feitas as médias das resistências à penetração da haste do instrumento no solo, a intervalos de 7,5 cm, até a profundidade de 30 cm. Na ocasião, foi determinada a umidade do solo das glebas, de acordo com EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA (1979). A média das leituras obtidas pelo penetrógrafo, transformadas em kg/cm^2 , é chamada de índice de cone, que representa a relação entre as forças aplicadas pela área da base do cone e mede simultaneamente a coesão e o ângulo de atrito interno do solo, bem como o atrito solo-metal. O índice foi obtido seguindo-se a recomendação da ASAE (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 1989), denominada ASAE R313, em que a força por unidade de área foi obtida a uma velocidade uniforme de 1.829 mm/minuto, utilizando um cone de $129,3 \text{ mm}^2$ de área de base (12,83 mm de

diâmetro) e 30 graus de ângulo de vértice e haste de suporte de 9,53 mm de diâmetro e 600 mm de comprimento.

3.7. Análise estatística

Os dados de cada característica avaliada foram submetidos à análise de variância, considerando-se as parcelas como amostras independentes dentro das diferentes sucessões de culturas e as profundidades como subparcelas. Quando os efeitos mostraram-se significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados de teor de fósforo no solo, peso de matéria fresca e matéria seca de plantas daninhas foram submetidos à transformação de $\log(x+1)$, conforme DEMÉTRIO (1978), sendo na apresentação dos resultados utilizadas as médias destransformadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características químicas do solo

4.1.1. Área com milho em sucessão de culturas no sistema plantio direto

No Experimento com milho como cultura principal de verão, houve interação significativa entre sucessões de culturas x profundidades no solo, para todas as características químicas analisadas.

4.1.1.1. Potencial hidrogeniônico

Quanto ao pH (Figura 1A), com exceção da camada de 5 cm e 30 cm, as demais não diferiram entre tipos de sucessões. A 5 cm as sucessões milho-milho e guandu-milho apresentaram menores valores, diferindo, no entanto, apenas da sucessão sorgo-milho, que por sua vez, a 30 cm diferiu das demais. Se observada a alteração do pH com a profundidade, em cada sucessão, nota-se que a 30 cm houve significativa diferença em relação às camadas superficiais do solo. Considerando que no sistema convencional de cultivo, a camada de solo

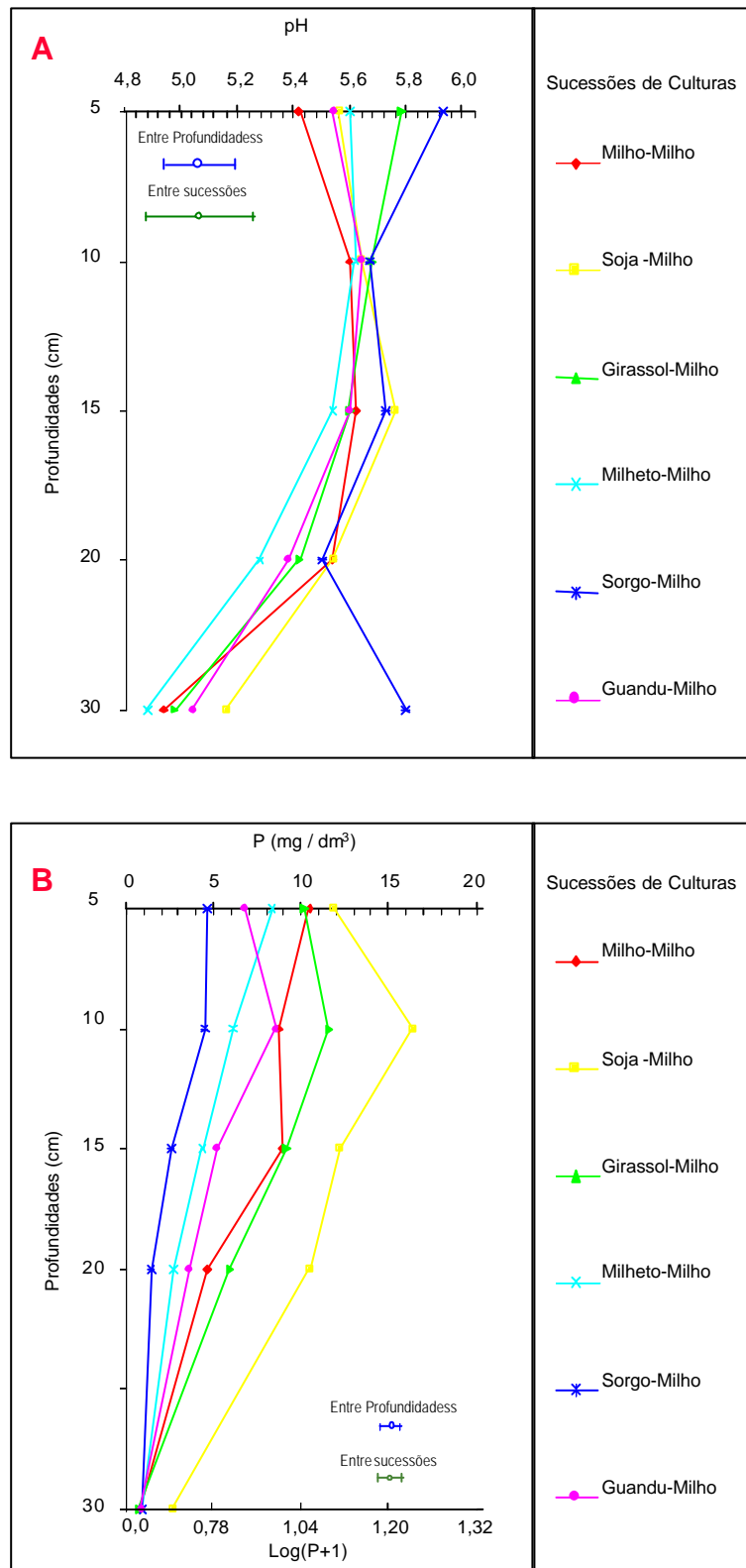


Figura 1 - Potencial hidrogeniônico (A) e teor de fósforo (B) do solo para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

habitualmente trabalhada situa-se até 20 cm, torna-se compreensível este comportamento, pois as operações executadas antes da instalação do sistema plantio direto, incluindo a calagem tiveram localização específica, não atingindo camadas mais profundas.

BAYER (1992) encontrou menores valores de pH na camada superficial do solo (0-2,5 cm) nos sistemas de sucessão que incluíam uma leguminosa (aveia+trevo/milho) enquanto os maiores valores foram encontrados no sistema aveia/milho. Isto confirma os dados obtidos neste experimento na área com sucessão guandu-milho.

4.1.1.2. Fósforo

No caso do fósforo, menor quantidade foi encontrada na área com sucessão sorgo-milho (Figura 1B), diferindo estatisticamente, a 5 cm, da sucessão soja-milho e, a 10 cm, das sucessão soja-milho, girassol-milho e, a 15 e 20 cm, destas, mais milho-milho. A menor presença deste nutriente em áreas cultivadas com sorgo-milho e milheto-milho pode ser indício de que as gramíneas cultivadas como safrinha conseguem extrair maiores quantidades de fósforo ou pode ter ocorrido privilégio do mesmo nas áreas com safrinhas de soja, girassol e milho, por haver interesse em se obter maiores produtividades comerciais de grãos, realizando-se para tal, adubações fosfatadas mais freqüentes. Conforme OLIVEIRA (1996), estas parcelas receberam 210 kg/ha de adubo da formulação 4-20-18. Outro aspecto diz respeito ao conteúdo de umidade do solo. Segundo PHILLIPS et al. (1980), a maior eficiência no aproveitamento do fósforo pelas culturas, pode estar relacionado à presença de resíduos na superfície do solo, possibilitando a manutenção de umidade logo abaixo, favorecendo a taxa de difusão do fósforo até as raízes. Como o contato entre o íon e a raiz se faz especialmente por difusão (VARGAS et al., 1983) o conteúdo de água do solo condiciona sua absorção. Analisando-se no perfil do solo, verifica-se

concentração do nutriente nas camadas superficiais do solo, decrescendo à medida que se aprofunda no perfil (Figura 1B). MUZILLI (1985) descreve que a não movimentação constante do solo sob plantio direto, concentra substâncias orgânicas e inorgânicas nas camadas superficiais, oriundas da deposição de restos culturais e adubação química, especialmente fósforo, potássio, cálcio e magnésio. O mesmo foi verificado por ELTZ et al. (1989) até 8 cm de profundidade em Latossolo Bruno álico. Isto pode significar maior disponibilidade do nutriente na camada superficial, para a cultura, desde que exista água para o fluxo do elemento (ALVES, 1992).

4.1.1.3. Potássio

Ao analisar o teor de potássio no solo (Figura 2A), apenas a 5 cm houve diferenças estatísticas entre sucessões de culturas. A menor quantidade foi obtida na área cultivada com soja-milho, sem diferir da sucessão milho-milho. Ambas são consideradas como culturas comerciais, com grande demanda de nutrientes para produção de grãos, e conseqüente exportação por meio destes. Entretanto, maiores teores são encontrados nas áreas cultivadas com milheto-milho, sorgo-milho e guandu-milho. O milheto e o sorgo, são consideradas culturas recicladoras de nutrientes, extraindo-os de locais mais profundos, trazendo-os à superfície do solo por ocasião da decomposição da palhada. Segundo TASCIA (1996), os Engenheiros Agrônomos Serge Bouzinac e Lucien Séguy atribuíram a estas culturas a expressão de “bomba biológica”, dado o fato de desempenharem papel semelhante à reciclagem de nutrientes existentes nas florestas, especialmente a Amazônia. Ficou evidente este comportamento quando se analisa a distribuição deste nutriente no perfil do solo. Houve reduções nos teores de potássio de 55 % na sucessão milheto-milho e de 40 % na sucessão sorgo-milho quando se muda da camada superficial de 5 cm para a de 10 cm, enquanto nas sucessões milho-milho e soja-milho, a redução foi de 28 e 18 % respectivamente,

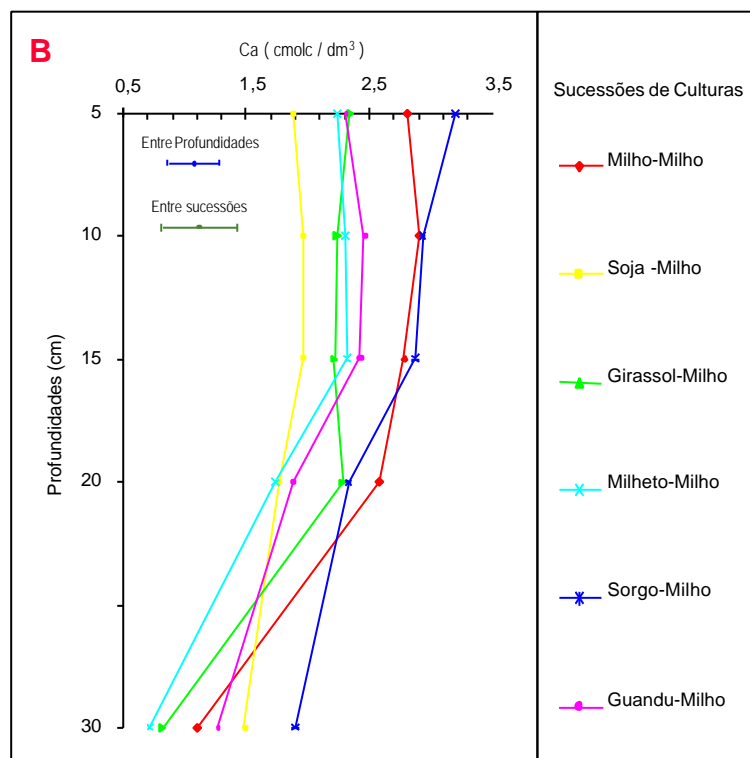
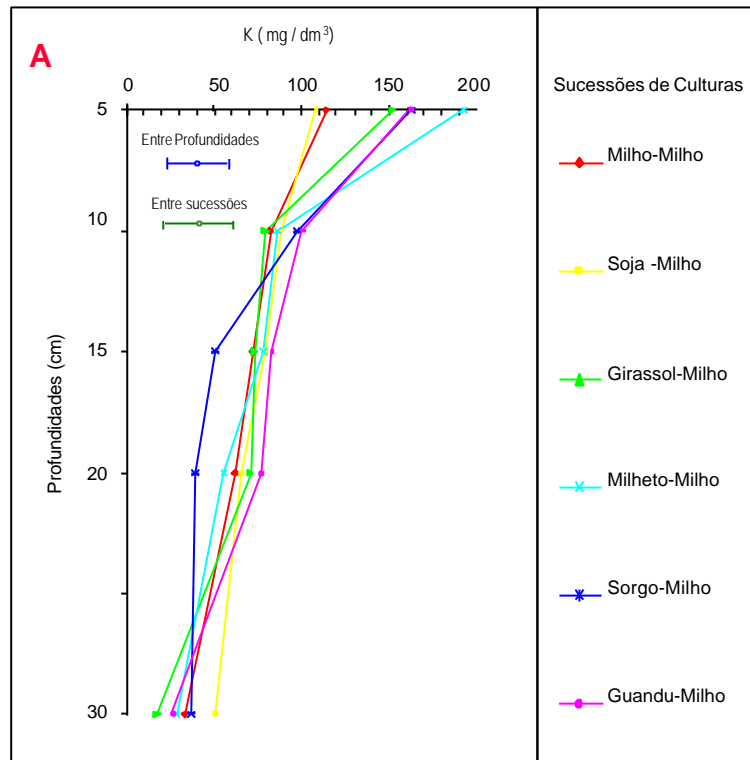


Figura 2 - Teor de potássio (A) e de cálcio (B) do solo para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

não havendo diferenças estatísticas entre os dados destas camadas de solo. Nas profundidades de 10 e 20 cm somente manifestou diferença a sucessão envolvendo a cultura do sorgo, reforçando o já exposto. Aos 30 cm, os valores decresceram na ordem de 53 %, para a sucessão soja-milho, até 85 e 88 % para as sucessões milheto-milho e girassol-milho, comparada à avaliação da camada superficial do solo. Conforme MUZILLI (1983), o potássio é um elemento facilmente lixiviado no solo, entretanto, não teve distribuição estratificada na camada arável, com maior concentração aos 5 e 10 cm, provavelmente pelas adubações minerais localizadas e a permanência de restos culturais, que ao serem decompostos por microorganismos, liberam nutrientes, inclusive o potássio.

4.1.1.4. Cálcio

Em relação ao cálcio no solo (Figura 2B), a maior quantidade foi verificada a 5 cm, na área com sucessão sorgo-milho, sem no entanto, diferir da sucessão milho-milho. Nota-se que o esquema de sucessões apenas envolve gramíneas. É possível que estas culturas tenham produzido maior quantidade de matéria seca, que acaba retornando ao solo, elevando os teores de cálcio na camada superficial. Outros pesquisadores têm encontrado similar comportamento (CENTURION et al., 1985; BAYER, 1992). O mesmo ocorreu na camada de 10 cm, acrescentando-se a sucessão guandu-milho e na camada de 15 cm, somando-se a estas, milheto-milho. Mesmo não estando muito claro, as leguminosas utilizadas em safrinha parecem necessitar de maiores requerimentos de cálcio, que podem estar sendo utilizados nos processos simbióticos. ALVARENGA (1996) relata, que o cálcio, para algumas leguminosas, é um elemento essencial para a fixação do nitrogênio e a nodulação por bactérias.

No estudo da distribuição de cálcio no perfil do solo, houve significativa redução dos teores deste nutriente na profundidade de 20 cm para as sucessões milheto-milho e sorgo-milho. Este comportamento não foi observado dentro das demais sucessões, as quais somente o manifestaram a 30 cm. Pode estar havendo mesma localização das raízes das culturas de safrinha, e do próprio milho, tendo

em vista, serem gramíneas e apresentarem comportamentos semelhantes quanto à distribuição do sistema radicular e a extração de nutrientes. Quando à concentração de cálcio se eleva na camada superficial, corre-se o risco de não haver aprofundamento do sistema radicular, pela maior disponibilidade de nutrientes nesta camada. Para as condições do cerrado, torna-se menos crítico, se houver baixa disponibilidade de água, nesta camada, durante todo o ciclo da cultura, originando zonas de depleção em torno das raízes, induzindo o seu desenvolvimento no sentido da profundidade no perfil do solo, que mesmo sem apresentar elevada concentração de nutrientes, os tem mais disponíveis, pela presença da umidade. Torna-se danoso, quando a cultura estiver se desenvolvendo sob boas condições de umidade e sofrer déficit hídrico circunstancial. Neste caso, os prejuízos serão irremediáveis. MUZZILI (1985), comparando sistemas de plantio e sucessões de culturas, observou que o cálcio e o magnésio trocáveis também se acumulam na camada arável do solo, com diminuição gradativa da disponibilidade, à medida que se aprofunda nesta camada.

4.1.1.5. Magnésio

Para teor de magnésio no solo, as sucessões pouco interferem, já que somente se manifestaram diferenças quando foi analisado solo a 20 e 30 cm de profundidade (Figura 3A). Entretanto, quando considerado a alteração dos níveis de magnésio entre as camadas no perfil do solo, constatou-se que a 5 cm houve diferença estatística para as demais profundidades, as quais não sofreram alterações tão pronunciadas no teor deste nutriente entre as mesmas, e quando isto ocorreu, não chegou a diferir de todos os valores obtidos para as análises de solo entre 10 e 30 cm. Este incremento do teor de magnésio na superfície possivelmente seja atribuído a manutenção do material vegetal das culturas em

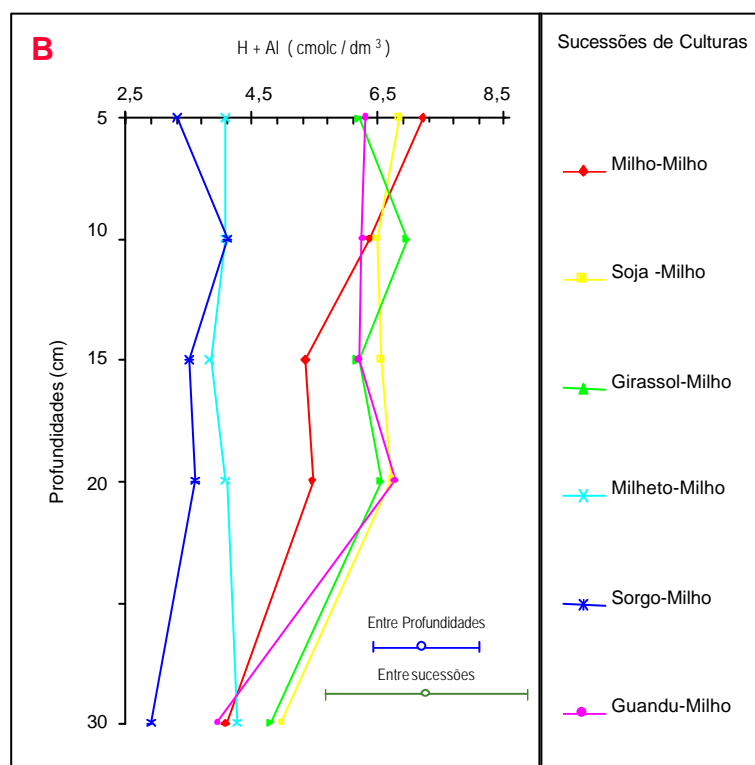
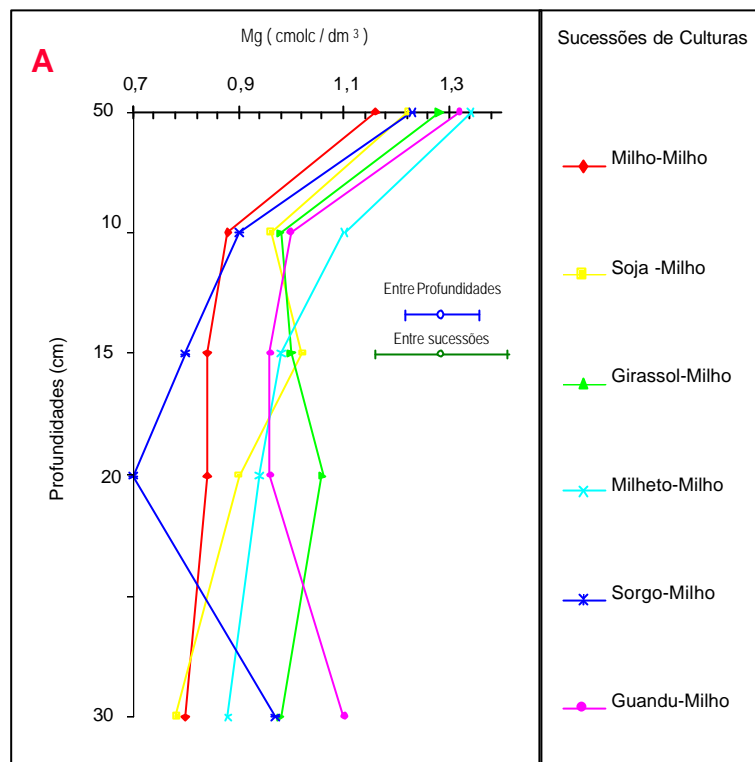


Figura 3 - Teor de magnésio (A) e de hidrogênio + alumínio do solo (B) para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

sucessão na superfície do terreno. De acordo com JUO e LAL (1979) os teores de magnésio foram relacionados com o retorno de resíduos culturais e matéria orgânica do solo.

4.1.1.6. Hidrogênio + Alumínio

Quando estudou-se a presença hidrogênio + alumínio no solo, foram verificadas baixas quantidades para as sucessões sorgo-milho e milheto-milho, nas camadas 5, 10, 15 e 20 cm (Figura 3B). A 5 cm não diferiram entre si. Entretanto, a 10 cm somente diferiram da sucessão girassol-milho e a 15 cm, da sucessão soja-milho. A 20 cm as sucessões sorgo-milho, milheto-milho e milho-milho não diferiram entre si, apresentando baixos teores desses elementos na área. A quantidade de H+Al depende muito da quantidade e qualidade de matéria orgânica.

4.1.1.7. Soma de bases

A maior soma de bases foi verificada na sucessão sorgo-milho, não diferindo da sucessão milho-milho a 5 cm, que recebeu adubação complementar na cultura de safrinha (OLIVEIRA, 1996). Na camada de 10 cm, a sucessão sorgo-milho somente difere da de soja-milho. Na avaliação realizada entre as profundidades dentro de cada sucessão, a sucessão sorgo-milho apresentou valores a 10 cm que diferem estatisticamente dos da camada de 5 cm, enquanto para todas as outras sucessões, só se verificaram diferenças em relação à camada superficial a partir de 20 a 30 cm (Figura 4A). Neste caso, pode ter havido maior acúmulo de nutrientes na superfície da área cultivada com sorgo, dada a matéria seca remanescente que ao ser decomposta por microorganismos, liberou bases, já que esta cultura é tida como excelente recicladora de nutrientes (TASCA, 1996).

Comparando-se os teores de cálcio na Figura 2A, observa-se tendência do mesmo comportamento obtido para soma de bases. Possivelmente porque o cálcio é o principal cátion trocável no solo, em termos de concentração, dos que compõem a soma de bases (cálcio, magnésio e potássio). Resultados semelhantes foram relatados por BAYER (1992).

4.1.1.8. Capacidade de Troca Catiônica

Elevada capacidade de troca catiônica do solo foi constatada no solo da área cultivada com milho-milho, que difere apenas das sucessões sorgo-milho e milheto-milho, para as camadas de 5 e 10 cm de profundidade (Figura 4B). A sucessão sorgo-milho apresentou baixa CTC total em todas as profundidades estudadas, sendo que a 15 e 20 cm não diferiu das sucessões milheto-milho e milho-milho. Nestas áreas, pode estar havendo menor presença de colóides orgânicos, e menor capacidade de reter cátions em forma trocável, possivelmente por não apresentarem grande mineralização dos resíduos culturais. TORMENA (1995) ao compilar dados de Pavan et al. (1985) sobre sete solos do Estado do Paraná, constatou que a maior parte da CTC, cerca de 70 %, é atribuída ao conteúdo de matéria orgânica do solo. A adição da matéria orgânica nos solos propicia a elevação na capacidade de troca catiônica, e a soma de bases, com posterior liberação de cátions e ânions que serão adsorvidos pelos colóides do solo (FONSECA, 1984). Neste caso, as adubações ou calagens devem ser realizadas de forma parcelada, a fim de se evitar perdas por lixiviação. Por outro lado, a sucessão milho-milho foi privilegiada com adubações complementares visando colheita de grãos, de tal forma que, a quantidade de cátions retidos à superfície de argilas ou de húmus, em estado permutável, seja maior. No perfil do solo, somente são verificadas diferenças estatísticas a 30 cm em relação as camadas de 5 e 10 cm, demonstrando que até a profundidade de 20 cm para estudos desta característica não se evidencia grandes alterações.

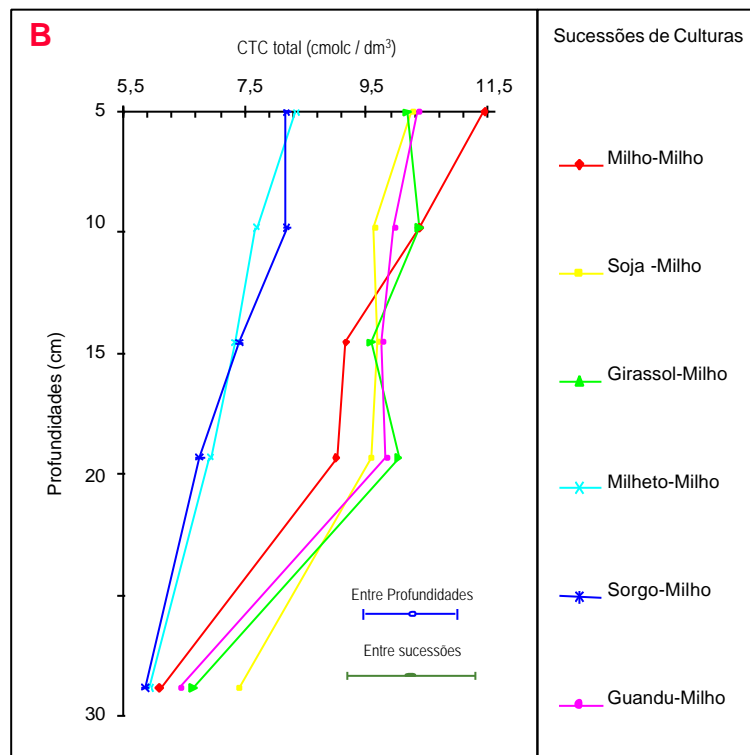
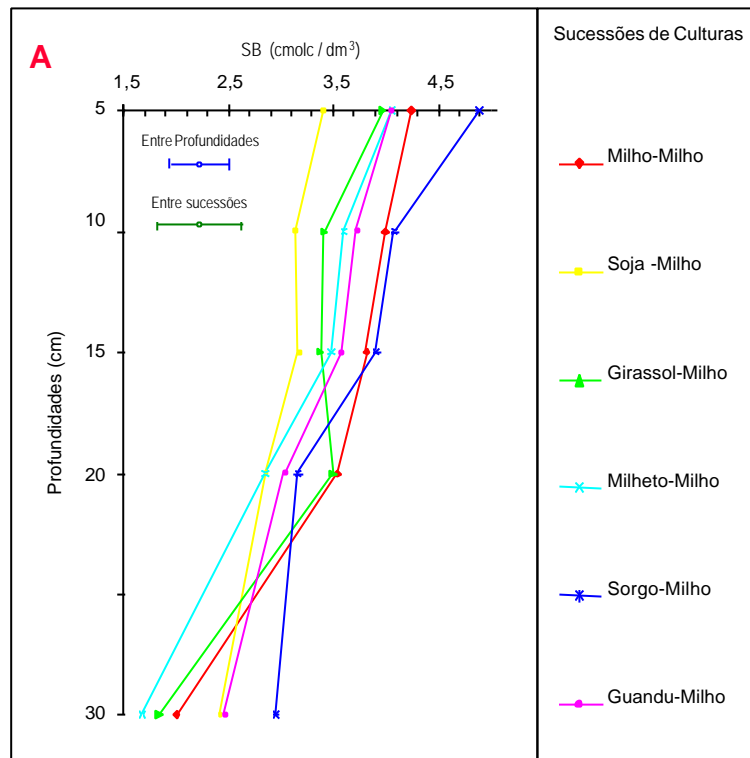


Figura 4 - Soma de bases (A) e capacidade de troca catiônica total (B) do solo para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

4.1.1.9. Saturação de Bases

De modo contrário ocorreu com a saturação de bases, que expressa a porcentagem da capacidade de troca de cátions, ou seja, $V=100*SB/CTC$ total. Este experimento demonstrou que o maior V, a 5 cm, foi obtido na sucessão sorgo-milho que não diferiu da sucessão milheto-milho. Também não diferiu a 10, 15 e 20 cm, incluindo-se a sucessão milho-milho (Figura 5). Entretanto mostrou-se estatisticamente diferente das demais sucessões a 30 cm. Se V retrata a quantidade de cátions como Ca, K, Mg que estão saturando as cargas negativas do solo, significa que com a presença de sorgo, milheto e milho como culturas de safrinha, há maior quantidade de cátions saturando as cargas negativas dos colóides. De um modo geral, os valores de saturação de bases estão aquém do proposto por RAIJ et al. (1983) e QUAGGIO et al. (1983), onde o valor mínimo recomendado para obtenção de altos rendimentos do milho é de 60 %. Neste caso, a cultura principal de verão, o milho, não está se desenvolvendo nas melhores condições químicas do solo, fazendo-se necessária.

Por fim cabe um comentário sobre a sucessão contínua milho-milho, que muitas vezes, sem diferir de outras sucessões, apresentou baixos valores de pH, K e Mg, com maior concentração de hidrogênio + alumínio. Portanto, extremamente contestável como sucessão rotineira, dada a capacidade de empobrecimento do sistema. A não ser eventualmente. FAEDO (informação pessoal) (1997), sugere, que no caso da utilização de milho em safrinha após milho, não retornar esta sucessão na mesma área por dois a três anos. Isto justifica-se, pois para produtividades normais, do total de nutrientes absorvidos, grande parte é exportada, pelos grãos na colheita: N(68%), P(80%), K(20%), Ca(4%), Mg(26%), S(58%), Cl(6%), Fe(5%), Mn(17%), Cu(20%), Zn(50%), B(25%) e Mo(63%) (Andrade et al., 1975a, b, citados por BULL, 1993). Segundo EMBRAPA/SPI (1993), cultivos sucessivos de milho podem aumentar a ocorrência de doenças, pragas e plantas daninhas específicas da cultura,

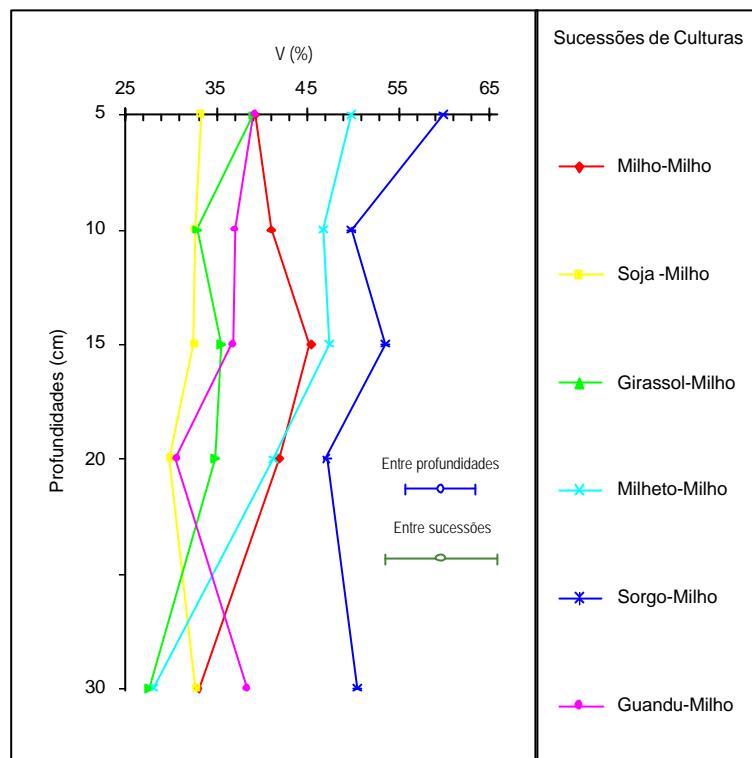


Figura 5 - Saturação de bases do solo para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

diminuindo a disponibilidade de nutrientes, em função de mudanças na atividade biológica e degradação das propriedades físicas do solo, reduzindo o sistema radicular do milho, com acúmulo de substâncias tóxicas específicas ou inibidores de crescimento das plantas (alelopatia).

4.1.2. Área com soja em sucessão de culturas no sistema plantio direto

No experimento utilizando-se soja como cultura principal de verão, houve interação significativa entre sucessões de culturas x profundidades do solo para todas as características químicas analisadas.

4.1.2.1. Potencial hidrogeniônico

Para pH, evidenciaram-se diferenças significativas entre sucessões de culturas, com exceção da profundidade de 5 cm (Figura 6A). A sucessão sorgo-soja teve maior pH diferindo das sucessões de milho-soja e girassol-soja a 10 e 15 cm, da sucessão girassol-soja a 20 cm e das sucessões girassol-soja, aveia-soja, nabo-soja e milho-soja a 30 cm. Quando observado o comportamento no perfil do solo, notou-se decréscimo significativo do pH da camada de 5 cm (5,70) para a de 10 cm (5,38) na sucessão milho-soja, mantendo-se estável para as demais profundidades. De modo geral houve decréscimo do pH com maior profundidade, atingindo valores abaixo de 5,00 para várias sucessões. Ressalta-se que para todas as parcelas e subparcelas de ambos os experimentos, o pH do solo está abaixo dos considerado desejável para o desenvolvimento e produção da maioria das culturas, requerendo nova aplicação de calcário na área.

4.1.2.2. Fósforo

Quanto ao fósforo no solo, constatou-se diferenças a 10 cm de profundidade, com baixos teores nas áreas cultivadas com sorgo, milho e aveia, mas sem diferir das sucessões que incluem uma dicotiledônea como cultura de safrinha (Figura 6B). Na camada de 15 cm houve a tendência das sucessões que incluem uma gramínea antecedendo a cultura da soja, apresentarem menores teores deste nutriente do que as que somente são compostas por dicotiledôneas. Estes resultados não concordam com os relatos de CASTRO e DE MARIA (1993), que ao compararem uma gramínea (aveia) com uma leguminosa (crotalária) em sucessão com a cultura da soja, encontraram maiores teores deste nutriente no solo quanto aveia foi utilizada como cultura de inverno. Apenas a sucessão nabo-soja, tanto a 15 cm como a 20 cm diferiu significativamente das sucessões milho-soja e aveia-soja, incluindo-se nesta última profundidade a

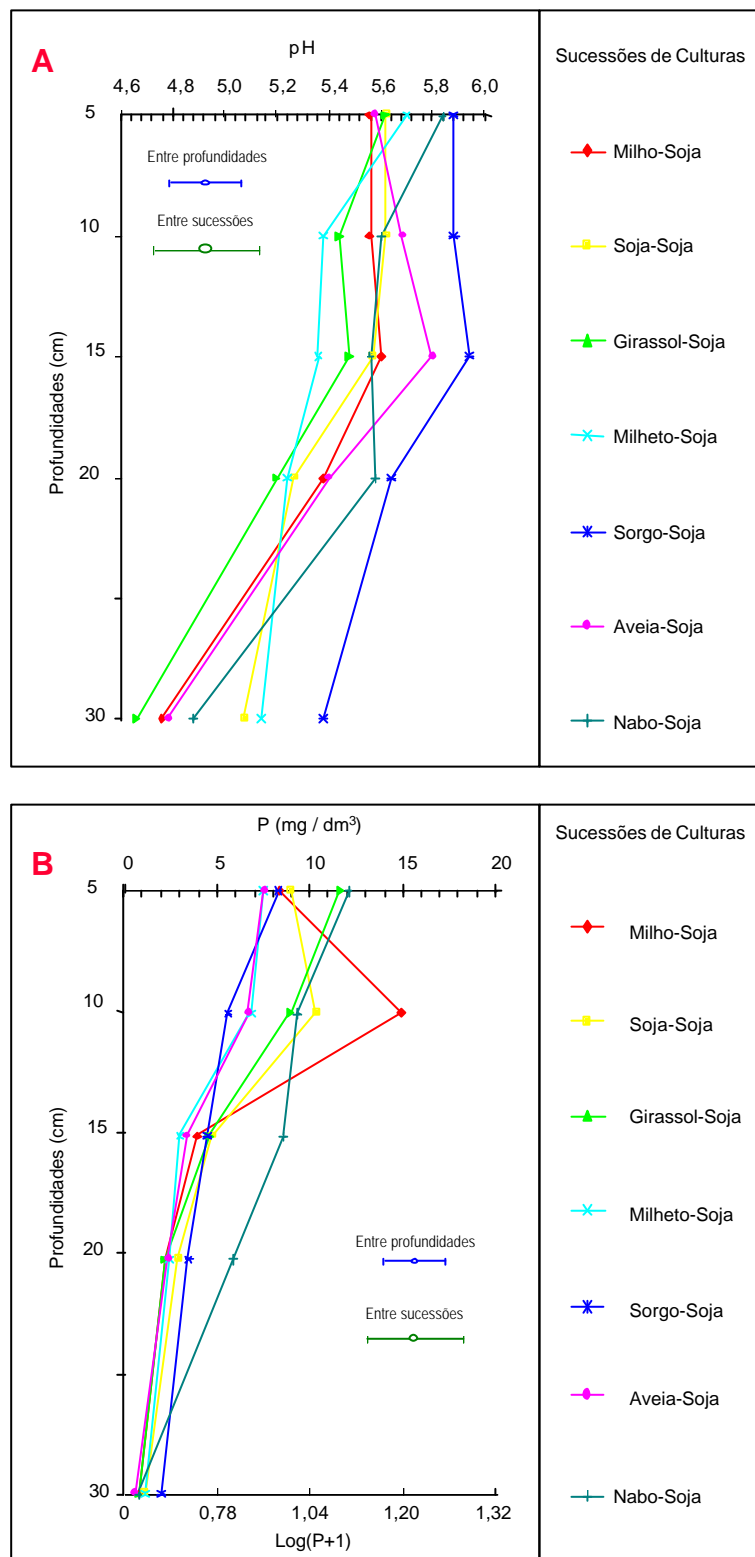


Figura 6 - Potencial hidrogeniônico (A) e teor de fósforo do solo (B) para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

sucessão girassol-soja. A cultura do nabo apresenta rápida decomposição, desejável do ponto de vista nutricional, devido à mais rápida reciclagem de nutrientes, todavia, não do ponto de vista de proteção do solo. Enquanto as plantas de nabo apresentam relação C/N 16,25, nas plantas de aveia atinge 42,37 (MONEGAT, 1991). Para as condições do cerrado, onde as taxas de decomposição dos resíduos orgânicos é alta, atingindo dezesseis vezes os valores obtidos em climas subtropicais (Richards, 1984; citado por IGUE 1984), o problema pode ser mitigado pela sucessão de culturas monocotiledôneas com dicotiledôneas, ou vice-versa, de boa cobertura, bem como o manejo destas culturas através de corte, visando obter estratificação do material em vários estádios de decomposição, pois os nutrientes obrigatoriamente retornarão ao solo pela mineralização, mas a proteção do solo pode ser potencializada, com maiores benefícios às culturas subsequentes no sistema plantio direto.

A distribuição do nutriente no perfil do solo ficou concentrada até 10 cm de profundidade, especialmente por ser local de deposição das adubações, manutenção de resíduos culturais, além do nutriente ser pouco lixiviável, permanecendo próximo da região onde foi colocado. Resultados semelhantes já foram relatados por vários pesquisadores (MUZILLI, 1983; CENTURION, 1988; ELTZ et al., 1989) e mais recentemente por CASTRO e DE MARIA (1993). Isto pode ser comprovado pois a 30 cm houve redução da ordem de 76 a 94 % dos teores de fósforo determinados na camada superficial. O maior acúmulo de fósforo nas camadas superficiais do solo sob plantio direto, se explica pela imobilidade e baixa solubilidade de seus compostos, especialmente, em solos de natureza ácida, argilosos e com altos teores de ferro e alumínio (RAIJ et al., 1985) e pela pouca mobilização, que mantém o adubo residual na profundidade de aplicação e os restos culturais na superfície do solo (CASTRO e DE MARIA, 1993).

4.1.2.3. Potássio

A maior quantidade de potássio foi observada em solo da área cultivada por milho-soja, a 5 cm, diferindo de todas as outras sucessões (Figura 7A). A cultura do milho apresenta-se com potencial na extração deste nutriente de camadas mais profundas, repondo-o na superfície por ocasião da decomposição dos restos culturais, conforme já citado por TASCÁ (1996). Por outro lado, a 10 cm, a menor quantidade foi observada na sucessão soja-soja, diferindo das sucessões aveia-soja e nabo-soja. Esta última também caracterizou-se a 15 cm como uma sucessão de culturas pouco exaustiva do solo, embora somente diferiu da sucessão milho-soja, mantém a tendência de apresentar maiores valores de potássio a 20 e 30 cm. O teor de nutrientes do solo é afetado, em vistas das diferenças em exigência nutricional, produtividade de raízes e quantidade de material vegetal que retorna ao solo (CASTRO e DE MARIA, 1993). COSTA et al. (1994) relatam que plantas de determinadas famílias têm exigências nutricionais diferentes das plantas de outras famílias, podendo ocorrer casos de plantas de uma mesma variedade, apresentarem níveis diferentes de exigências. De acordo com MENGEL e KIRBY (1987), as espécies vegetais diferem entre si, com referência à quantidade de resíduos fornecidos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de diferentes profundidades de solo.

A distribuição do potássio no perfil do solo, demonstrou diferença significativa quando analisou-se solo de 5 e de 10 cm de profundidade, para todas as sucessões, com exceção de milho-soja. A partir de 10 cm até 30 cm ocorreram decréscimos menos pronunciados e, em alguns casos, como nas sucessões soja-soja e nabo-soja, não mais foram verificadas diferenças estatísticas entre as camadas de solo analisadas. Outros autores também encontraram acúmulos de potássio na superfície quando analisaram solo de sistemas de cultivo reduzido (CENTURION, 1988, ROBINS e VOSS, 1991). Em contrapartida, outros não (MUZILLI, 1983; ELTZ et al., 1989). Portanto, o acúmulo

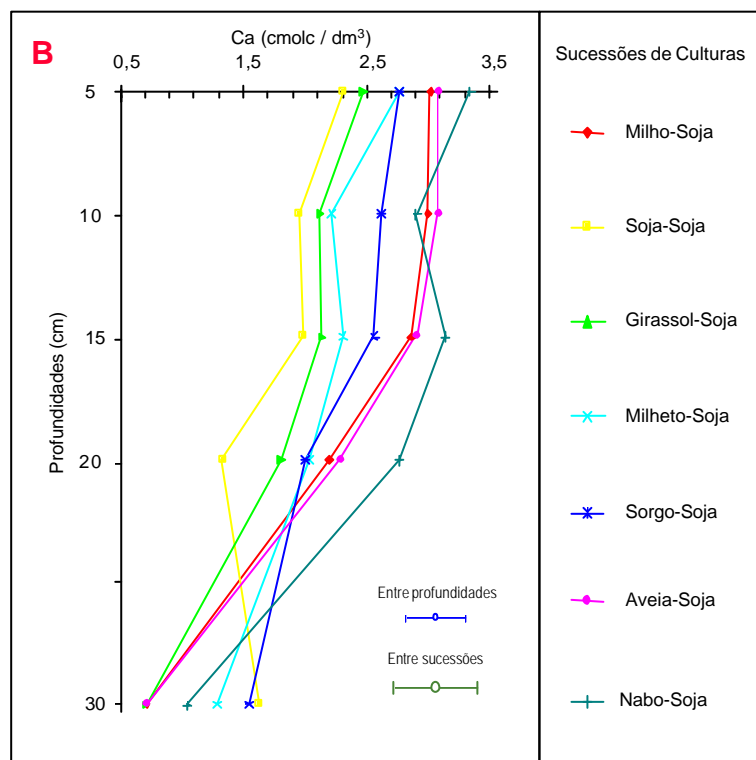
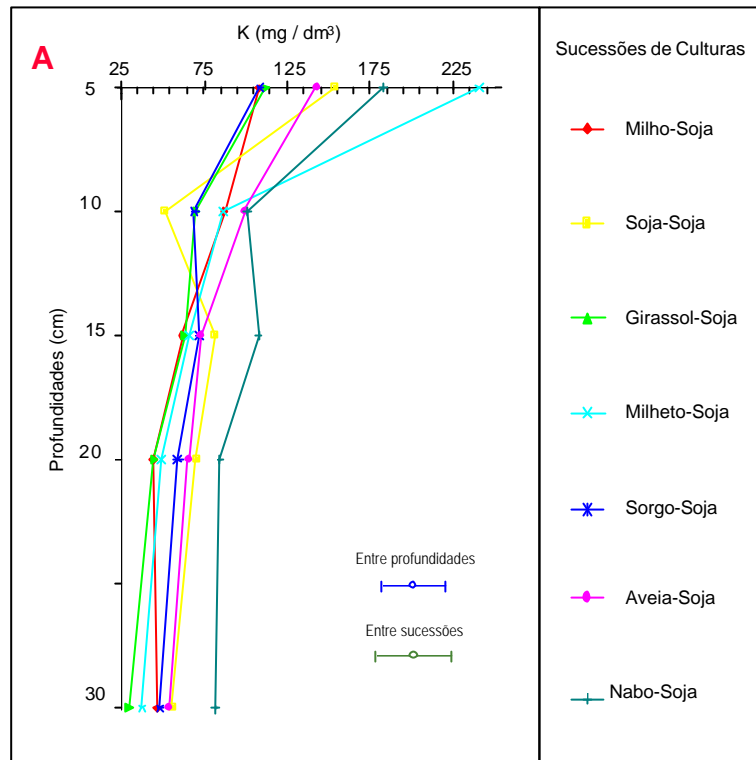


Figura 7 - Teor de potássio (A) e de cálcio (B) do solo para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

provavelmente dependa de uma série de fatores, que para CASTRO e DE MARIA(1993), podem ser: tipo de solo (textura, mineral de argila), regime de drenagem e quantidade de adubação adicionada. Além destes, o regime de precipitação e a quantidade e qualidade dos resíduos na superfície do solo também podem interferir no acúmulo ou distribuição do potássio no perfil do solo.

4.1.2.4. Cálcio

Para cálcio no solo, o menor teor foi observado na área cultivada com soja-soja, sem diferir das sucessões girassol-soja, milheto-soja e sorgo-soja, para 5, 10 e 15 cm de profundidade (Figura 7B). É provável que a monocultura da soja necessite altas exigências deste nutriente para os processos simbióticos, haja visto que ALVARENGA (1996) o considera elemento essencial para a fixação do nitrogênio atmosférico e nodulação por bactérias. Na camada de 20 cm houve o mesmo comportamento, porém acrescentando-se a sucessão milheto-soja.

Na análise da distribuição em profundidade deste elemento, ficou evidente que dentro das sucessões milho-soja e aveia-soja, foram as únicas em que houve diferença significativa na camada de 20, em relação as profundidades anteriores e posterior, apresentando valores intermediários. Provavelmente o maior número de raízes das gramíneas em relação as dicotiledôneas favoreça a reciclagem do cálcio através da biomassa vegetal, depositando-o na superfície por ocasião da decomposição dos resíduos culturais. BAYER (1992) relata que os sistemas de culturas aveia+trevo/milho, aveia+trevo/milho+caupi e aveia/milho afetaram o teor de cálcio apenas na camada superficial do solo (0-2,5 cm).

4.1.2.5. Magnésio

Quanto ao magnésio, para a profundidade de 5 cm, as menores quantidades ocorreram nas sucessões sorgo-soja e milho-soja, que não diferiram

da sucessão aveia-soja (Figura 8A). Quando analisado solo da camada de 15 cm, notaram-se maiores concentrações deste nutriente nas áreas cultivadas com girassol-soja e nabo-soja. Na camada de 20 cm, novamente a sucessão girassol-soja foi a que teve maiores teores de Mg, no entanto, sem diferir das sucessões nabo-soja e milho-soja. A 30 cm, as mesmas sucessões que apresentaram valores baixos na camada superficial, sorgo-soja e milho-soja, apenas diferiram da sucessão nabo-soja.

4.1.2.6. Hidrogênio + Alumínio

Para hidrogênio mais alumínio, houve nítido comportamento das sucessões soja-soja e girassol-soja, cujas áreas cultivadas apresentaram elevadas concentrações destes elementos, diferindo das outras sucessões, para todas as profundidades analisadas, com exceção da camada de 30 cm (Figura 8B). Conforme BAYER (1992) a fixação do nitrogênio atmosférico pelas leguminosas permite a liberação de íons de H^+ pelas raízes para manter o equilíbrio eletrostático da planta, nitrificação do nitrogênio fixado biologicamente, e maior produção de ácidos orgânicos durante a decomposição de quantidades maiores de material orgânico podem justificar alterações de propriedades químicas do solo. Todavia, HAYNES (1983) relata que a acidificação do solo é temporária, sendo importante somente no decorrer de um longo período de tempo e em solos com baixo poder tampão. Entretanto, essa acidificação temporária do solo, a qual é mais importante durante o período de maior fixação de N pode auxiliar no entendimento dos resultados obtidos. A distribuição do hidrogênio + alumínio no perfil do solo, dentro de cada sucessão, demonstrou diferença estatística entre valores obtidos nas profundidades de 20 e 30 cm, havendo redução aproximada de 40 %, para as mesmas sucessões acima.

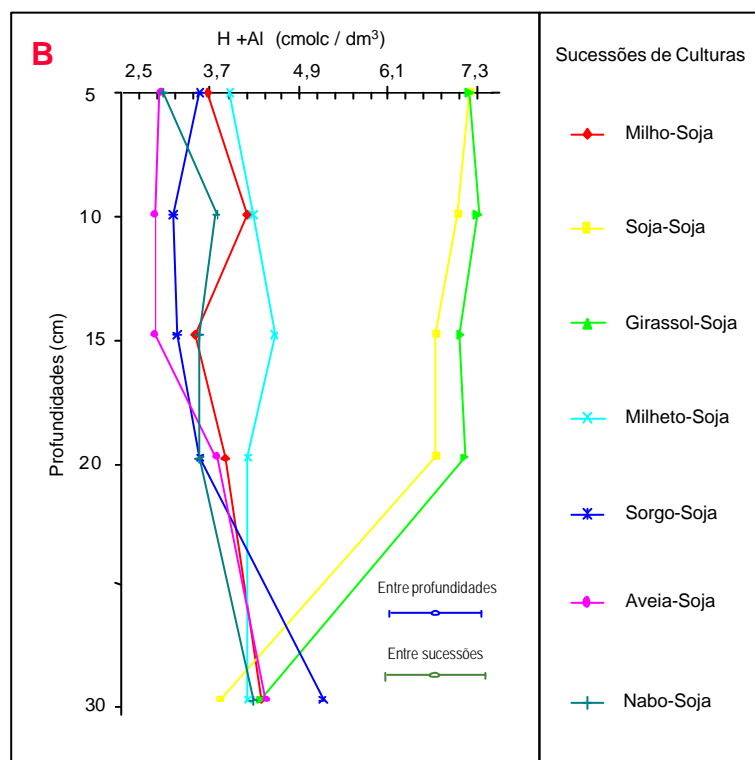
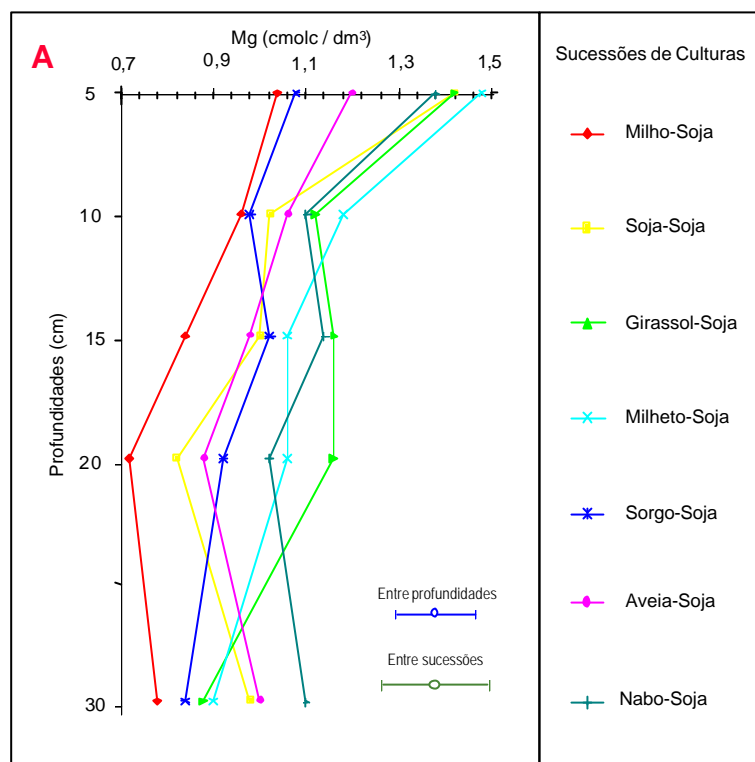


Figura 8 - Teor de magnésio (A) e de hidrogênio + alumínio do solo (B) para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

4.1.2.7. Soma de Bases

Quanto a soma de bases, destacou-se a sucessão nabo-soja, com maior soma de bases, a 5 cm de profundidade, não diferindo das sucessões milheto-soja, aveia-soja e milho-soja. O mesmo ocorreu a 10 cm, porém incluindo-se a sucessão sorgo-soja, sendo excluída a 15 cm e novamente a 20 cm, juntamente com a sucessão milho-soja (Figura 9A). Nota-se que o nabo é a única destas culturas que participou como safrinha, não sendo gramínea. Portanto, claramente, há um comportamento diferenciado quando participam gramíneas ou dicotiledôneas em sucessão com soja. Pode estar havendo diferença da extração de nutrientes determinado pela distribuição do sistema radicular no solo, que permite às dicotiledôneas absorverem nutrientes em profundidades diferentes das monocotiledôneas. Ao se analisar esta característica nas diferentes profundidades do solo, notou-se que a 10 cm, nas sucessões nabo-soja, girassol-soja, soja-soja e milheto-soja diferem significativamente da profundidade de 5 cm. Enquanto que nas sucessões aveia-soja, sorgo-soja, milho-soja somente a 20 cm houve diferenças para a soma de bases em relação as três camadas anteriores. Esta maior concentração de bases trocáveis na camada superficial pode ser devido à maior CTC, localização de fertilizantes e corretivos e mineralização dos resíduos culturais na superfície do solo (BAYER, 1992).

4.1.2.8. Capacidade de Troca Catiônica

Para a capacidade de troca catiônica do solo, os maiores valores foram observados nas sucessões soja-soja e girassol-soja, para 5, 10, 15 e 20 cm (Figura 9B), diferindo das outras sucessões, provavelmente favorecidas com adubações complementares para as safrinhas (OLIVEIRA, 1996). Quando avaliado a profundidade em cada sucessão, houve tendência de diminuição dos valores à medida que foi analisado solo de maiores profundidades. Todavia, cabe ressaltar

que na sucessão soja-soja, a CTC total a 15 cm de profundidade diferiu daquela de 5 cm. Por outro lado, na sucessão sorgo-soja, com baixos valores de CTC total nas camadas superficiais do solo, provavelmente não permitiram o aparecimento de diferenças em todas as avaliações realizadas. Apesar dos resíduos culturais na superfície do solo, que condicionam à elevação dos níveis de matéria orgânica, observou-se reduzida CTC do solo para todas as parcelas e subparcelas. Prováveis hipóteses são descritas por LOPES (1984), para justificar os elevados níveis de matéria orgânica nos solos sob cerrado, com baixos valores de CTC. Estas são: 1) a interação da matéria orgânica com óxidos de ferro e de alumínio diminui as cargas líquidas negativas; 2) os baixos valores de pH do solo encontrados, os quais diminuem a ionização dos dos grupos funcionais da matéria orgânica e 3) as condições de clima e solo não são favoráveis à atividade microbiana, correspondendo a uma menor formação de grupos funcionais mais ativos.

4.1.2.9. Saturação de Bases

Por fim, a menor saturação de bases foi encontrada em solo da sucessão soja-soja, nas profundidades de 5, 10, 15 e 20 cm (Figura 10), sem diferir da sucessão girassol-soja, indicando pequenas quantidades de cátions, como Ca^{+2} , K^{+} e Mg^{+2} saturando as cargas negativas dos colóides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^{+} e Al^{+3} . Por outro lado, as áreas cultivadas com nabo ou gramíneas antecedendo a soja, demonstraram maior soma de bases. Possivelmente, as gramíneas antecedendo leguminosas melhoram a estruturação do solo, por apresentarem sistema radicular fasciculado, com grande número de raízes, enquanto as últimas, em geral, o tem pivotante e exploram diferentes camadas do solo. Quando foi analisado o solo nas diferentes profundidades dentro de cada sucessão, notou-se diminuição da soma de bases com maiores profundidades. Nas sucessões nabo-soja e milheto-soja, a 10 cm, já que ocorreu diferença estatística em relação às médias obtidas para 5 cm. Possivelmente, a

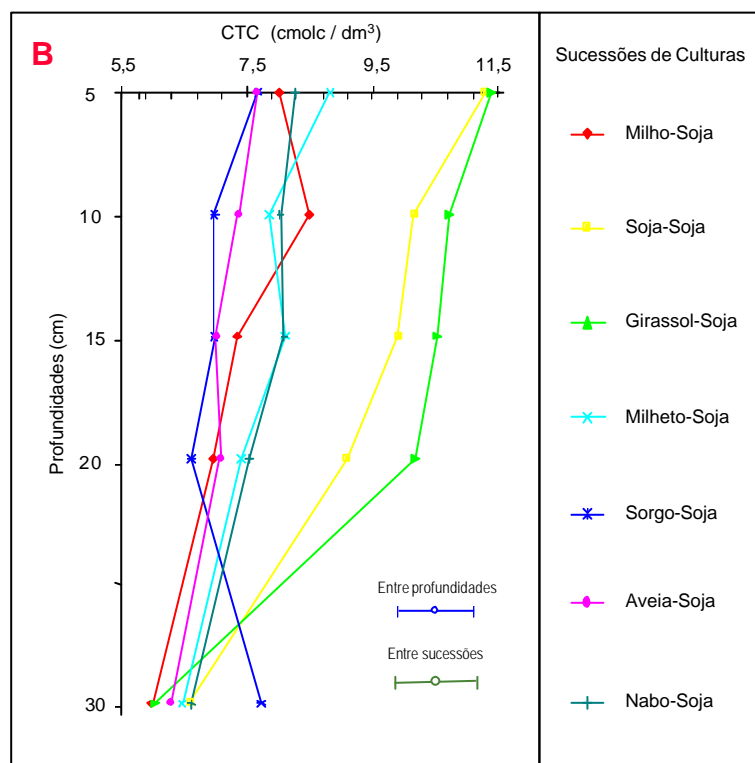
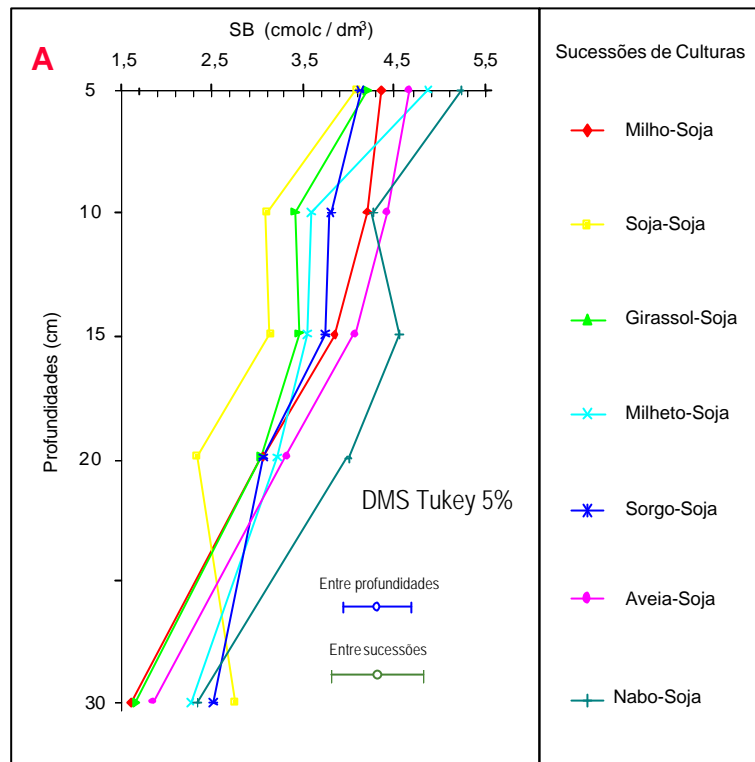


Figura 9 - Soma de bases (A) e capacidade de troca catiônica total do solo (B) para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

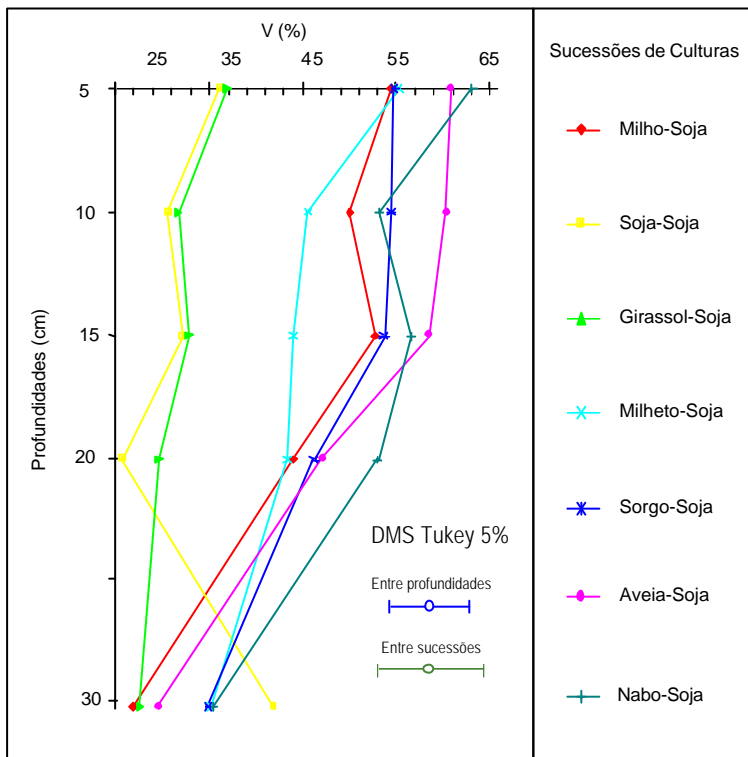


Figura 10 - Saturação de bases do solo para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

acumulação da palhada destas culturas na superfície do solo tenha elevado a soma de bases, dado que a matéria orgânica resultante da decomposição dos resíduos culturais por microorganismos, é rica em nutrientes.

4.2. Característica física do solo

4.2.1. Resistência à penetração do solo

Em ambos os experimentos foi observada interação significativa entre sucessões de culturas e profundidades no perfil do solo quanto à resistência oferecida pela mesma a introdução de haste rígida do penetrógrafo.

No experimento envolvendo milho como cultura principal de verão, não houve diferenças entre as sucessões de culturas estabelecidas, mas sim entre as profundidades dentro de cada sucessão (Figura 11). Ou seja, aos 30,0 cm de profundidade, reduz-se significativamente a resistência do solo, sendo mais evidente quando sorgo e milho são cultivados como culturas de safrinha, haja visto que a 22,5 cm ocorrem diferenças estatísticas em relação às profundidades iniciais de 7,5 e 15,0 cm. O milho e o sorgo por serem culturas com alta produção de palha e sendo esta pouco grosseira, dão origem a coberturas mortas densas e espessas, exercendo efetiva proteção do solo, contribuindo na formação de agentes cimentantes, indispensáveis na formação de agregados e na estruturação do solo. Conforme ALVES (1992), há influência da cobertura morta na intensidade de infiltração de água, estando relacionada com qualidade e quantidade dos resíduos vegetais que a constituem.

Assim sendo, nota-se que a sucessão com milho tende a favorecer a manutenção da umidade do solo com benefícios na agregação das partículas e diminuição do adensamento.

De modo geral, as sucessões de culturas, sem apresentar diferenças estatísticas entre si, demonstram tendência de comportamento distinto quando a sucessão é feita apenas com gramíneas, ou de outro modo, quando participa dicotiledônea antecedendo a cultura do milho. Isto é, as dicotiledôneas evidenciam mais nitidamente a maior resistência do solo na profundidade de 15,0 cm, enquanto as gramíneas acentuam a redução da resistência do solo a 22,5 cm.

No experimento com soja como cultura principal de verão, observou-se que as culturas de safrinha exercem papel fundamental na alteração no comportamento nesta característica física do solo (Figura 12).

Ao ser cultivado sorgo e milho, reduz-se significativamente o adensamento do solo a 15,0 de profundidade, diferindo quando comparado com girassol ou milho antecedendo a cultura da soja. Estas últimas espécies não

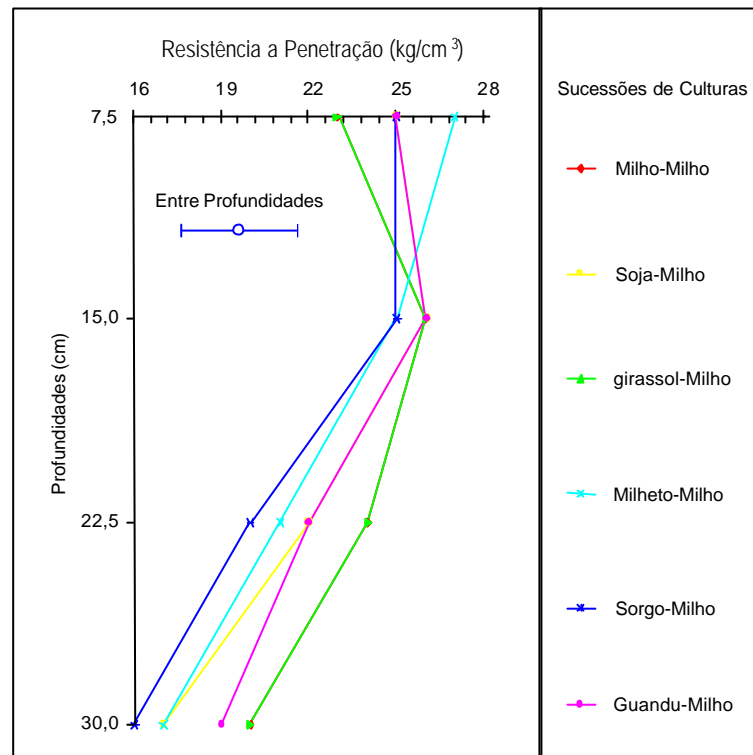


Figura 11 - Resistência à penetração do solo, em área cultivada com milho após culturas de safrinha para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

oferecem boa cobertura da superfície do terreno, expondo-o às frequentes oscilações climáticas, permitindo a incidência mais direta dos raios solares e o impacto direto das gotas de chuva, proporcionando contração e expansão das partículas e conseqüentes fissuras no solo, com translocação de argilas dispersas para maiores profundidades, reduzindo a porosidade total do solo, surgindo o

selamento. Em contrapartida, a maior presença de resíduos vegetais funcionam amortecendo o impacto da chuva, servindo como obstáculo ao escoamento superficial, favorecendo sua infiltração (SIDIRAS et al., 1984). Isto pode ser evidenciado pelo maior conteúdo de água do solo (24,1 %) em relação as outras parcelas (Quadro 4). Por outro lado, baixo conteúdo de umidade (21,2 e 21,5 %) foi observado nas sucessões milho-soja e nabo-soja, respectivamente, permitindo

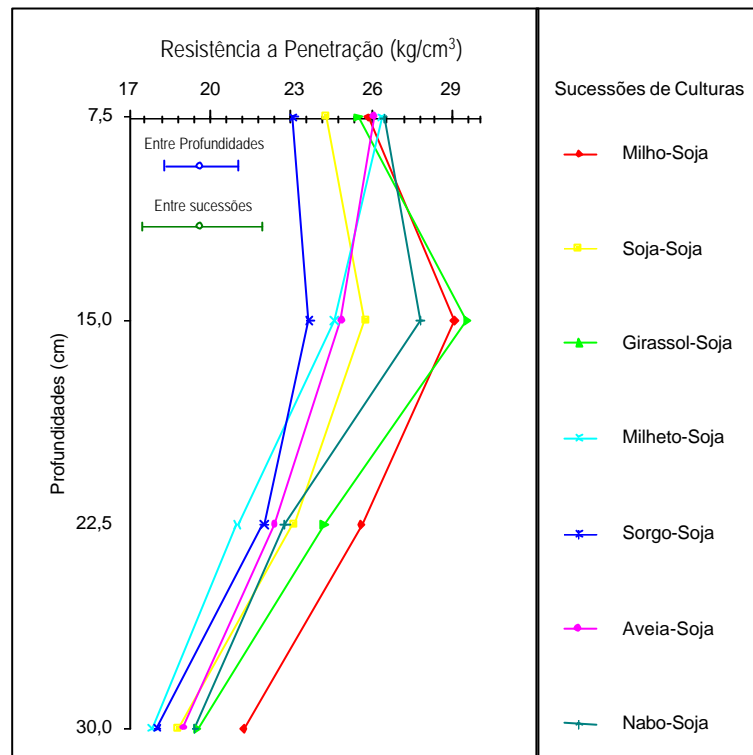


Figura 12 - Resistência à penetração do solo, em área cultivada com soja após culturas de safrinha para sucessões de culturas x profundidades, no sistema plantio direto.

Quadro 4 - Teor de umidade do solo (%) para profundidade de 0-30 cm, na determinação de resistência à penetração do solo em área cultivada com sucessões de culturas no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Umidade do solo (%)
Milho-Milho	21,4
Soja-Milho	24,0
Girassol-Milho	22,3
Milheto-Milho	23,8
Sorgo-Milho	22,3
Guandu-Milho	23,1
Milho-Soja	21,2
Soja-Soja	23,0
Girassol-Soja	22,2
Milheto-Soja	24,1
Sorgo-Soja	22,6
Aveia-soja	23,2
Nabo-Soja	21,5

elevação da resistência do solo. Enquanto SIDIRAS et al. (1984) concluíram que a infiltração de água no solo no sul do país segue a ordem: aveia-preta > nabo-forrageiro > centeio > tremoço > trigo > pousio, para o cerrado, o nabo não acompanha, possivelmente pela menor adaptação às condições de déficit hídrico que ocorre na região e conseqüente menor produção de matéria vegetal.

Na profundidade de 22,5 cm o cultivo de milheto confere menor resistência do solo, embora apenas difira estatisticamente do cultivo de milho como cultura de safrinha. Provavelmente o sistema radicular do milheto, com maior número de raízes e de diâmetro reduzido, tenha maior capacidade de romper camadas adensadas do solo. Segundo HARRIS et al. (1966) a participação de uma gramínea, com sistema radicular abundante e em constante renovação, associada a uma leguminosa é o método mais eficiente na estruturação do solo

Ao serem comparadas as profundidades dentro de cada sucessão, observa-se que a 30,0 cm, há brusca queda na resistência oferecida pelo solo, distinguindo-se das demais. Estes resultados não coincidem com a afirmação de TOLLNER e SIMONTON (1989), de que normalmente a resistência à

penetração do solo tende a aumentar à medida que se aprofunda no perfil. Possivelmente, dois aspectos podem estar envolvidos: primeiro, o fato de ser área de plantio direto, que pelas características do sistema, tende a aumentar a densidade do solo, concordando com trabalhos conduzidos por VIEIRA e MUZZILLI (1984) e o segundo, por serem solos de cerrado, onde há uma estação seca definida, reduzindo a umidade nas camadas superficiais do terreno.

4.3. Características biológicas

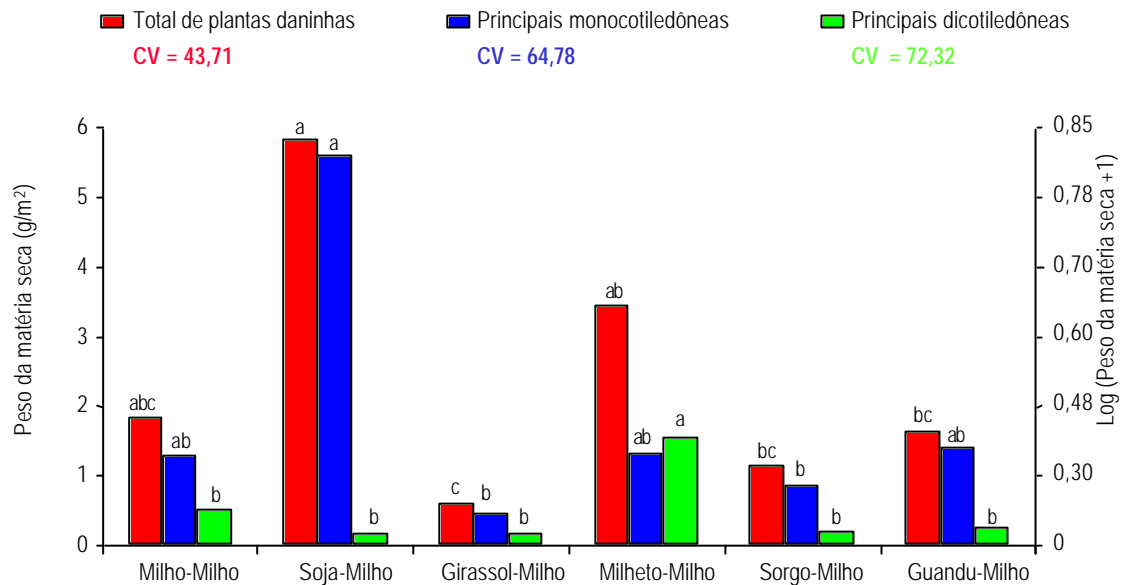
4.3.1. Peso da matéria seca das plantas daninhas aos 30 dias após semeadura da cultura do milho

Aos 30 dias após a semeadura das culturas principais de verão (milho e soja), foram coletadas as plantas daninhas por espécie e determinado o peso da matéria fresca e da matéria seca da parte aérea e o respectivo conteúdo de umidade do material vegetal. Entretanto, para discussão foram utilizados os valores das médias para peso da matéria seca da parte aérea por melhor representarem a realidade, sem as oscilações da alteração de umidade entre espécies.

Constatou-se, no experimento com milho como cultura principal de verão, que a sucessão milheto-milho foi a que melhores condições ofereceu para o predomínio de espécies daninhas dicotiledôneas, diferindo de todas as outras sucessões (Figura 13). Entretanto, para plantas daninhas monocotiledôneas a sucessão soja-milho mostrou-se menos eficiente no controle diferindo da sucessão girassol-milho e sorgo-milho. O milheto possibilita rápida e excelente cobertura do solo, pela elevada produção de material vegetal e oferece obstrução à incidência direta de luz solar contribuindo de forma negativa na emergência e desenvolvimento de plantas daninhas, especialmente as fotoblásticas positivas, ou se germinam podem não completar seu desenvolvimento, especialmente as espécies C4, onde predominam gramíneas, por não atingirem o ponto de compensação luminoso. Além disto, oferece resistência mecânica, dado o anteparo físico oferecido pela palhada e há possibilidade de efeitos alelopáticos

estarem associados. Estes fatos reduzem drasticamente a produção de sementes (propágulos) que iriam infestar a cultura sucessora.

Conforme MAGALHÃES e SILVA (1987) o milho é uma das espécies cultivadas mais eficientes em converter energia luminosa em matéria seca, atingindo fotossíntese líquida com valores de 50-70 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2}$ de folha,



*Letras comparam médias entre colunas de mesma cor.

Figura 13 - Peso da matéria seca da parte aérea para total de plantas daninhas, principais dicotiledôneas e principais monocotiledôneas, aos 30 dias após a semeadura do milho em sucessão de culturas, no sistema plantio direto.

por hora, enquanto outras plantas, como espécies C3 exibem taxas muito baixas, entre 15 e 35 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$. A vantagem da sucessão envolvendo milheto (espécie C4) sobre as que incluem uma dicotiledônea cultivada em safrinha, pode ser justificada por ALMEIDA (1984), que descreve terem, estas últimas, especialmente as leguminosas, relação C/N menor do que as gramíneas, tornando sua decomposição mais rápida, necessitando de maior quantidade de palha para prolongar o período de cobertura do solo no plantio direto, de modo a permitir eficiente controle das plantas daninhas. Por outro lado, o milheto consegue manter ambiente favorável em termos de umidade e serve de obstáculo à ação de fatores externos, a exemplo da aplicação de herbicidas dessecantes, antecedendo

a implantação da cultura de verão, os quais não atingem perfeitamente o alvo, favorecendo o predomínio de espécies dicotiledôneas e contribuindo com o seu desenvolvimento, através da decomposição da palhada.

Esta contribuição torna-se importante na determinação da cultura mais adequada para entrar no esquema de sucessão com a cultura principal da safra de verão, pois os estudos realizados no Brasil, nesta área, concentram-se na região sul, com condições edafoclimáticas distintas das do cerrado. Para ALVES (1992), as opções de cultura de inverno dessa região, como azevém, tremoço, ervilhaca, chicarro, colza, são exigentes em água o que já é uma limitação à sua utilização nas regiões do cerrado.

4.3.1.1. Frequência das principais espécies de plantas daninhas

Ao observar a frequência de ocorrência das espécies dentro de cada sucessão, nota-se que há predomínio de duas espécies: *Digitaria horizontalis* e *Commelina benghalensis* (Figura 14). A primeira destaca-se nas sucessões milho-milho e girassol-milho. Este comportamento pode ser reflexo da exposição do solo proporcionado pelas culturas de safrinha, permitindo maior incidência de luz na superfície do terreno contribuindo para a proliferação desta espécie, planta C4, caracterizando-se por ser resistente a déficit hídrico e necessitar de elevadas exigências energéticas para produção de matéria seca. Para ALMEIDA (1981) e VITÓRIA FILHO (1985) esta espécie torna-se mais agressiva em plantio direto do que no sistema convencional, principalmente em situações de pouca cobertura morta. Estes resultados concordam com os relatos de RUEDELL (1992) e VELLOSO e SOUZA (1993) para as condições do sul do país, que enquadram a *Digitaria horizontalis* como planta daninha de alta frequência (encontrada em mais de 30 % das lavouras de plantio direto e convencional). *Commelina benghalensis*, manifestou-se nas sucessões de soja-milho, milheto-milho e sorgo-milho.

Se considerada a maior produção de biomassa vegetal pelas culturas de sorgo e milheto, que constitui-se num fator indispensável para o sucesso do sistema de plantio direto, é provável, que o predomínio da *Commelina*

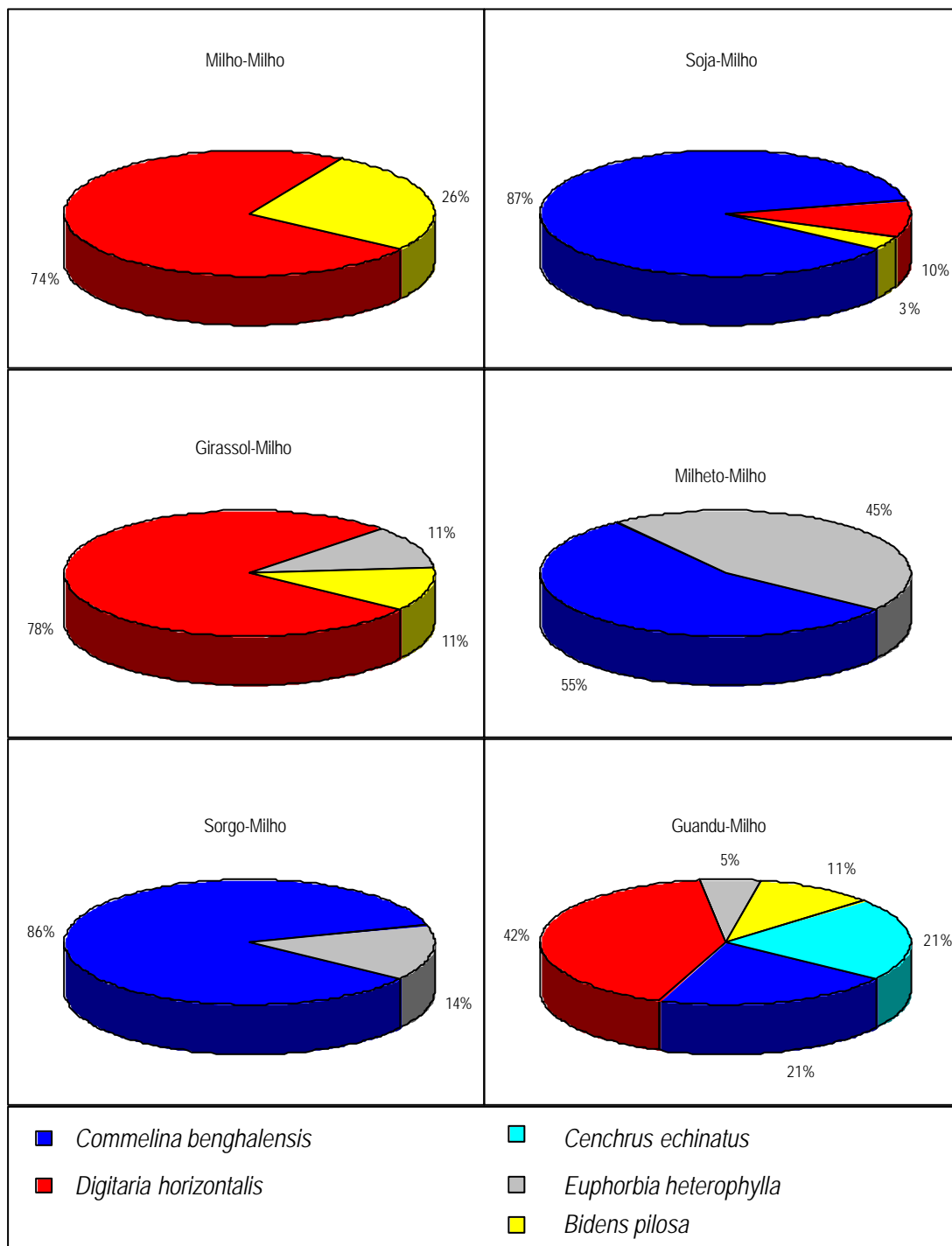


Figura 14 - Frequência das principais espécies de plantas daninhas para cada sucessão de culturas, aos 30 dias após a semeadura do milho no sistema plantio direto.

benghalensis possa estar associado ao favorecimento proporcionado pela resteva destas culturas, contribuindo para retenção da umidade do solo e servindo como anteparo protetor desta planta daninha por ocasião da aplicação dos herbicidas dessecantes para semeadura direta do milho, especialmente em se tratando de produtos a base de glyphosate que embora atuam de forma sistêmica, não exercem eficiente controle, dada a cerosidade predominante na superfície das folhas desta espécie. LORENZI (1994) classifica esta espécie em relação a este produto, como susceptível (85 a 95 % de controle) em aplicações pós inicial, medianamente susceptível (50 a 85 % de controle) em aplicações pós tardia e tolerante (< 50 % de controle) para aplicações em plantas adultas. Por outro lado OLIVEIRA (1996) relata ter havido baixa germinação do milheto cultivado após milho, devido a palha do milho remanescente, que dificultou o contato solo-semente, favorecendo a presença da *Commelina benghalensis* nesta parcela, refletindo-se em maior dificuldade de controle por ocasião da implantação da cultura principal de verão. Neste situação, recomenda-se um manejo eficiente da área por ocasião da colheita do milho, com emprego de picador e de distribuidor acoplado à colheitadeira, bem regulados, capaz de fracionar a palha e distribuí-la uniformemente sobre o terreno, na mesma largura da plataforma de corte da automotriz (ROMAN e VELLOSO, 1993). Antes da semeadura do milheto, e após semear, fazer uso de uma grade niveladora fechada para facilitar o corte da palhada, que tem demorada decomposição, dada a relação C/N larga dos resíduos da colheita do milho, de 64,38 (MONEGAT, 1991) e com isso, permitir contato semente-solo. Além da utilização de herbicidas seletivos em pós-emergência, conforme as espécies daninhas a controlar.

Importante informação pode ser extraída da avaliação da distribuição espacial da espécie *Euphorbia heterophylla*, que destacou-se nas sucessões de milheto-milho e sorgo-milho (Figura 15). Fato este, possivelmente associado à combinação da capacidade de reciclagem de nutrientes exercida por estas culturas de safrinha, especialmente o milheto, garantindo condições nutricionais

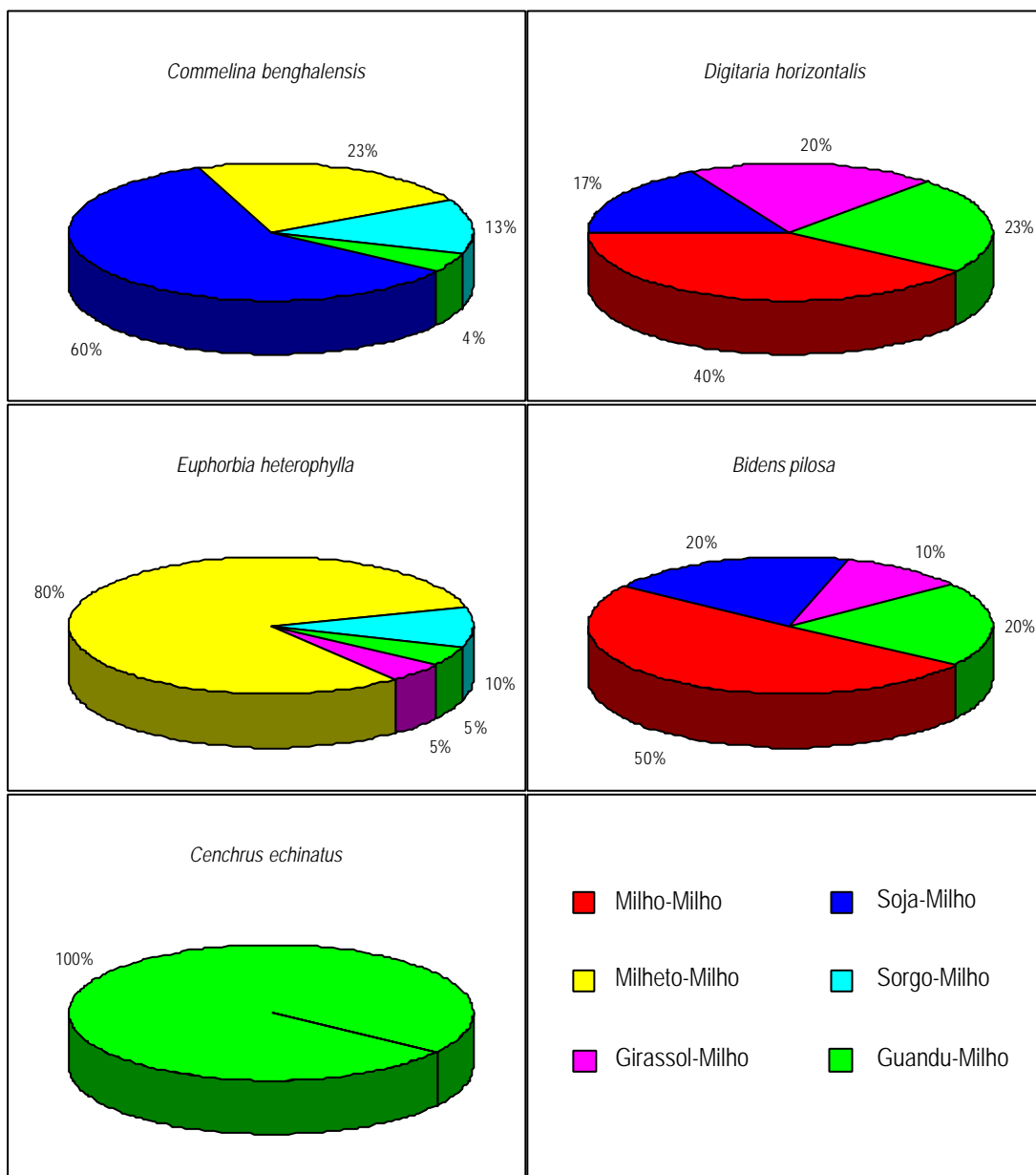


Figura 15 - Frequência por espécie de plantas daninha nas sucessões de culturas, aos 30 dias após a semeadura do milho no sistema plantio direto.

favoráveis ao estabelecimento deste tipo de planta daninha. De acordo com SANTOS et al. (1993), cada cultura é geralmente infestada por plantas daninhas que tem mesmas exigências da espécie econômica e apresentam os mesmos hábitos de crescimento.

Além disto, a presença de resíduos culturais reduzem as oscilações bruscas de temperatura e umidade no solo, reduzindo a amplitude térmica e os riscos de déficit hídrico (TORMENA, 1995), bem como, serve de abrigo para o crescimento inicial das plântulas de *Euphorbia heterophylla*, perpetuando sua disseminação. ALMEIDA (1981) e VITÓRIA FILHO (1985) consideram que esta planta daninha manifesta-se com maior agressividade no sistema plantio direto do que no convencional, entretanto, principalmente em situações de pouca cobertura morta, o que não parece ser o caso desta parcela. De acordo com RUEDELL (1992) esta espécie é considerada de alta frequência (encontrada em mais de 30 % das lavouras de plantio direto e convencional) nos estados do sul do país, comprovando os resultados deste experimento.

Quando o estudo leva em consideração a distribuição de cada espécie de planta daninha nas diferentes sucessões, fica comprovado que 80 % da *Euphorbia heterophylla* concentrou-se na sucessão milheto-milho, justificando o já acima exposto.

A *Commelina benghalensis* apresentou maior ocorrência nas sucessões de culturas: soja-milho, milheto-milho e sorgo-milho, atingindo 96 % do total observado em toda a área cultivada com milho.

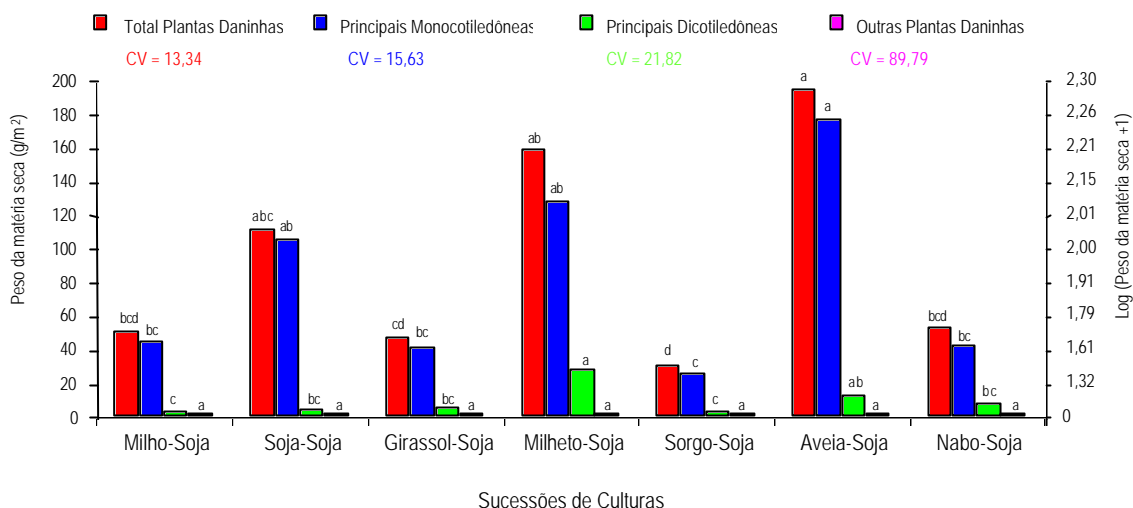
Quanto a *Digitaria horizontalis*, sua distribuição foi mais homogênea, apenas não se manifestando quando a sucessão continha milheto ou sorgo, conduzindo a conclusão que para seu estabelecimento, a exposição da superfície do solo, quanto maior, melhor, ou seja a resteva remanescente destas culturas dificulta a emergência desta espécie, possivelmente interceptando a incidência direta da luz ou por impedimento físico à saída de plântulas até a superfície do solo. A mesma tendência foi observada para a espécie *Bidens pilosa*, que por ser fotoblástica positiva, tem melhor emergência quando da ausência de cobertura morta resultante de culturas.

O *Cenchrus echinatus* apenas ocorreu na sucessão guandu-milho, porém sem relevância. Possivelmente esta planta daninha tenha sido favorecida pela proximidade da curva de nível, que serve como fonte de disseminulos. De outra forma, a estrutura rígida da semente, confere proteção contra a ação de herbicidas.

4.3.2. Peso da matéria seca das plantas daninhas aos 30 dias após semeadura da cultura da soja

No experimento onde empregou-se a cultura da soja como cultura principal de verão, observou-se predomínio de dicotiledôneas na sucessão milho-soja e sem diferir da sucessão aveia-soja (Figura 16) . O cultivo do sorgo antecedendo a soja foi benéfico, estabelecendo melhor controle deste grupo de plantas, diferindo no entanto, apenas das sucessões acima citadas. No entanto, é importante frisar que esta área um ano antes recebeu tratamento diferenciado com controle manual de plantas daninhas (OLIVEIRA, 1996), possivelmente reduzindo a ocorrência destas plantas. No caso das monocotiledôneas, foi encontrado maior quantidade na sucessão aveia-soja, sem diferir das sucessões milho-soja e soja-soja. Estes resultados contrastam com os encontrados por MAROCHI e SCHIMIDT (1996), que observaram aos 58 dias após o a roçada dos cultivos de coberturas de inverno, menor infestação nas áreas que continham aveia preta e nabo.

Neste caso, mesmo havendo menor adaptação destas culturas as condições do cerrado, do que no sul do Paraná, com menor volume de matéria vegetal produzido e taxas de decomposição mais aceleradas, o problema reside no fato de que neste experimento, as produções de massa verde de aveia preta foram reduzidas, por causa da baixa eficácia do herbicida empregado no controle das plantas daninhas, especialmente sobre a *Commelina benghalensis*.



*Letras comparam médias entre colunas de mesma cor.

Figura 16 - Peso da matéria seca da parte aérea para total de plantas daninhas, principais dicotiledôneas e principais monocotiledôneas, aos 30 dias após a semeadura da soja em sucessão de culturas, no sistema plantio direto.

Como resultado desta concorrência, houve redução na população de plantas da cultura da aveia, e predomínio de espécies daninhas, refletindo-se em reinfestação na avaliação realizada aos 30 dias após a semeadura da cultura da soja. O mesmo não pode ser afirmado para o caso do milheto, que tem grande expansão no cerrado e caracteriza-se por resistir melhor às condições de déficit hídrico com maior volume de matéria vegetal produzida. MAROCHI e SCHMIDT (1996) relatam que para a região do cerrado, o milheto destaca-se pela rapidez de cobertura e produção de massa verde, contribuindo na redução significativa das infestantes, permitindo diminuição gradativa do banco de sementes ao longo dos anos, promovendo controle mais eficiente dos tratamentos químicos e redução dos custos. Entretanto a alta infestação de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas encontradas na sucessão milheto-soja não condiz com a lógica observada. Neste caso, sugerem-se novos estudos para confirmar os resultados obtidos, haja visto que quando participou o sorgo como cultura de safrinha, houve controle significativo de ambos os grupos de plantas

daninhas, concordando com pesquisas desenvolvidas por ALMEIDA e RODRIGUES (1985b), que mostram existir correlação linear entre a quantidade de biomassa produzida por culturas de cobertura e a efetiva redução da infestação por plantas daninhas.

4.3.2.1. Frequência das principais espécies de plantas daninhas

A *Commelina benghalensis* é a planta daninha que mais aparece em todas as sucessões, com valores médios oscilando entre 71 e 92 % do total das espécies encontradas (Figura 17). A justificativa parece estar alicerçada no uso contínuo de dessecante a base de glyphosate, cujo efeito sobre esta espécie não é satisfatório, especialmente se as plântulas estiverem com mais de 3 a 4 folhas (LORENZI, 1984).

Como consequência, há proliferação de seus disseminulos, talos, sementes aéreas e subterrâneas, além da seleção de indivíduos cada vez mais resistentes a este princípio ativo.

Afora as espécies de *Bidens pilosa*, *Digitaria horizontalis* e *Euphorbia heterophylla*, foi observada *Hyptis suaveolens*, de ocorrência nas sucessões com milho e aveia anteriores a cultura da soja, na ordem de 90 %, sendo 45 % em cada sucessão (Figura 18). Esta espécie daninha apresenta plantas com grande porte, competindo não apenas por água e nutrientes, mas também por luz e espaço, além de elevada produção de sementes por planta. Portanto, um único indivíduo pode trazer transtornos ao produtor no cultivo principal da safra de verão, quando não for eficientemente controlada.

A *Euphorbia heterophylla* destacou-se nas sucessões onde gramíneas com boa cobertura vegetal são utilizadas. É o caso do milho, sorgo e aveia, comprovando que as sucessões de culturas exercem forte influência na distribuição espacial das espécies de plantas daninhas. Conforme estudos de WILLARD e GRIFFIN (1993) esta espécie torna-se preocupante pois é capaz de reduzir em até 30 % os rendimentos da cultura da soja, quando presente em altas populações

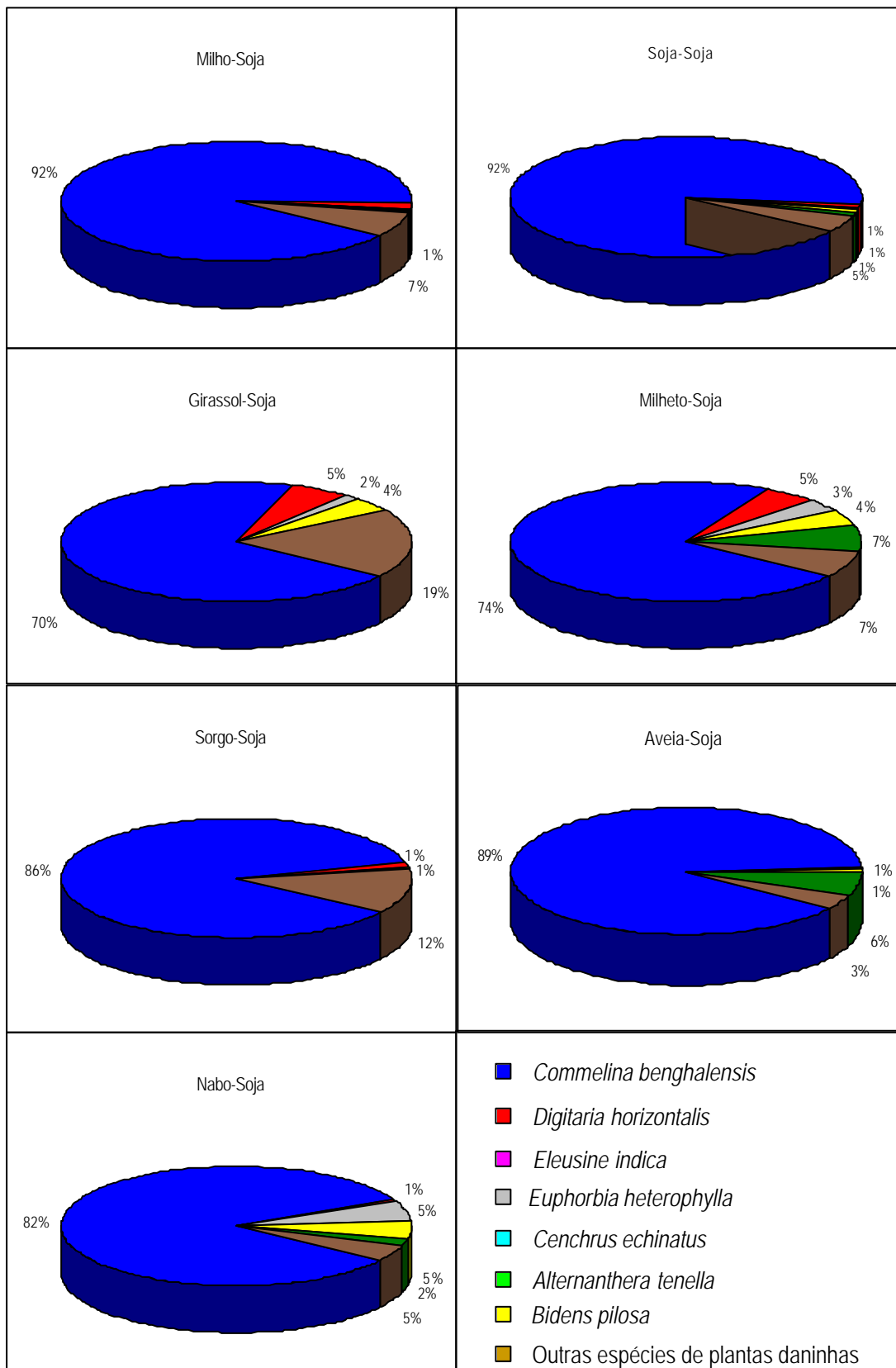


Figura 17 - Frequência das principais espécies de plantas daninhas para cada sucessão de culturas, aos 30 dias após a semeadura da soja no sistema plantio direto.

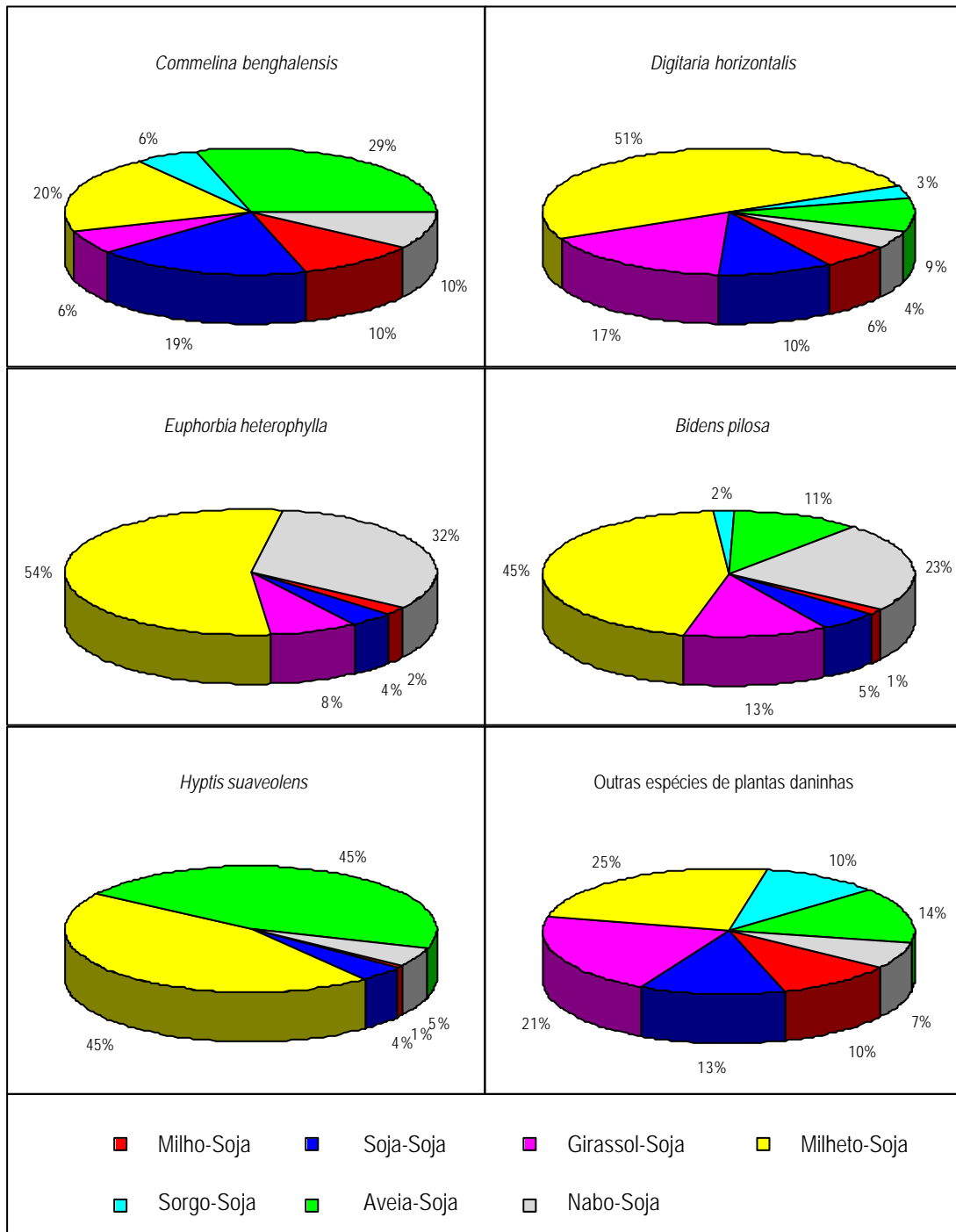


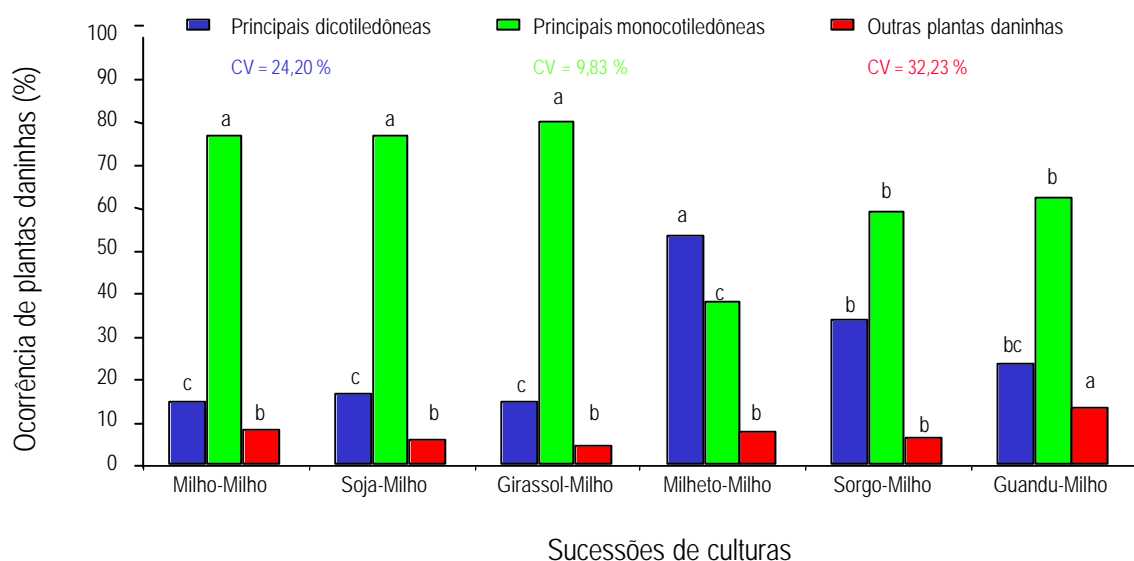
Figura 18 - Frequência por espécie de plantas daninha nas sucessões de culturas, aos 30 dias após a semeadura da soja, no sistema plantio direto.

Além disso, o seu controle em lavoura de soja fica restrito a poucos herbicidas, em sua maioria, herbicidas que deixam resíduo no solo.

4.3.2. Ocorrência de plantas daninhas na colheita da cultura do milho

Ao final do ciclo da cultura principal de verão, antecedendo a colheita, realizou-se uma avaliação visual da ocorrência de plantas daninhas que permaneceram na área.

No experimento onde foi cultivado milho como cultura principal de verão, a sucessão que inclui milheto, demonstrou redução significativa no aparecimento de espécies daninhas monocotiledôneas, seguindo-se sorgo e guandu numa posição intermediária (Figura 19).



*Letras comparam médias entre colunas de mesma cor.

Figura 19 - Percentagem de ocorrência das principais plantas daninhas dicotiledôneas, principais monocotiledôneas e outras plantas daninhas, na colheita do milho em sucessão de culturas, no sistema plantio direto

O contrário ocorre com espécies dicotiledôneas, favorecidas nestas sucessões. Quanto a outras plantas daninhas, tanto mono como dicotiledôneas de menor importância também foram observadas. Na sucessão com guandu, houve manifestação, significativamente maior, de outras plantas daninhas dada a presença especialmente de *Brachiaria plantaginea*, não observada nas outras sucessões.

4.3.2.1. Frequência das principais espécies de plantas daninhas

Nesta ocasião, ficou evidente que, embora tenha ocorrido aplicação de herbicida em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura do milho (Boxer: Alachlor + Atrazine Dose E G Principio Ativo), teve baixa eficiência sobre *Digitaria horizontalis* que predominou em todas as sucessões (Figura 20). A maior eficiência foi verificada sobre a espécie *Commelina benghalensis*, e espécies dicotiledôneas que tiveram sua participação reduzida comparada com a avaliação realizada aos 30 dias após a semeadura da cultura do milho. Em contrapartida, espécies não encontradas naquela primeira determinação, manifestaram-se nesta. É o caso de *Alternanthera ficoidea*, manifestando-se nas sucessões sorgo-milho (19 %) e milheto-milho (22 %). Esta espécie, juntamente com a *Euphorbia heterophylla* parecem preferir ambientes com maior quantidade de resíduos culturais, especialmente gramíneas, com lenta decomposição da palhada, com excelente capacidade de reciclagem de nutrientes, a exemplo do milheto, que traz K⁺ de maiores profundidades para camada superficiais do solo e que exerçam efeito protetor a dessecantes aplicados previamente à semeadura direta do milho. Ao ser observado o *Amaranthus deflexus*, que segue a tendência destas plantas daninhas, fica reforçada a hipótese nutricional, haja visto que a literatura relata que esta espécie é exigente na extração de nutrientes do solo, nitidamente de K⁺.

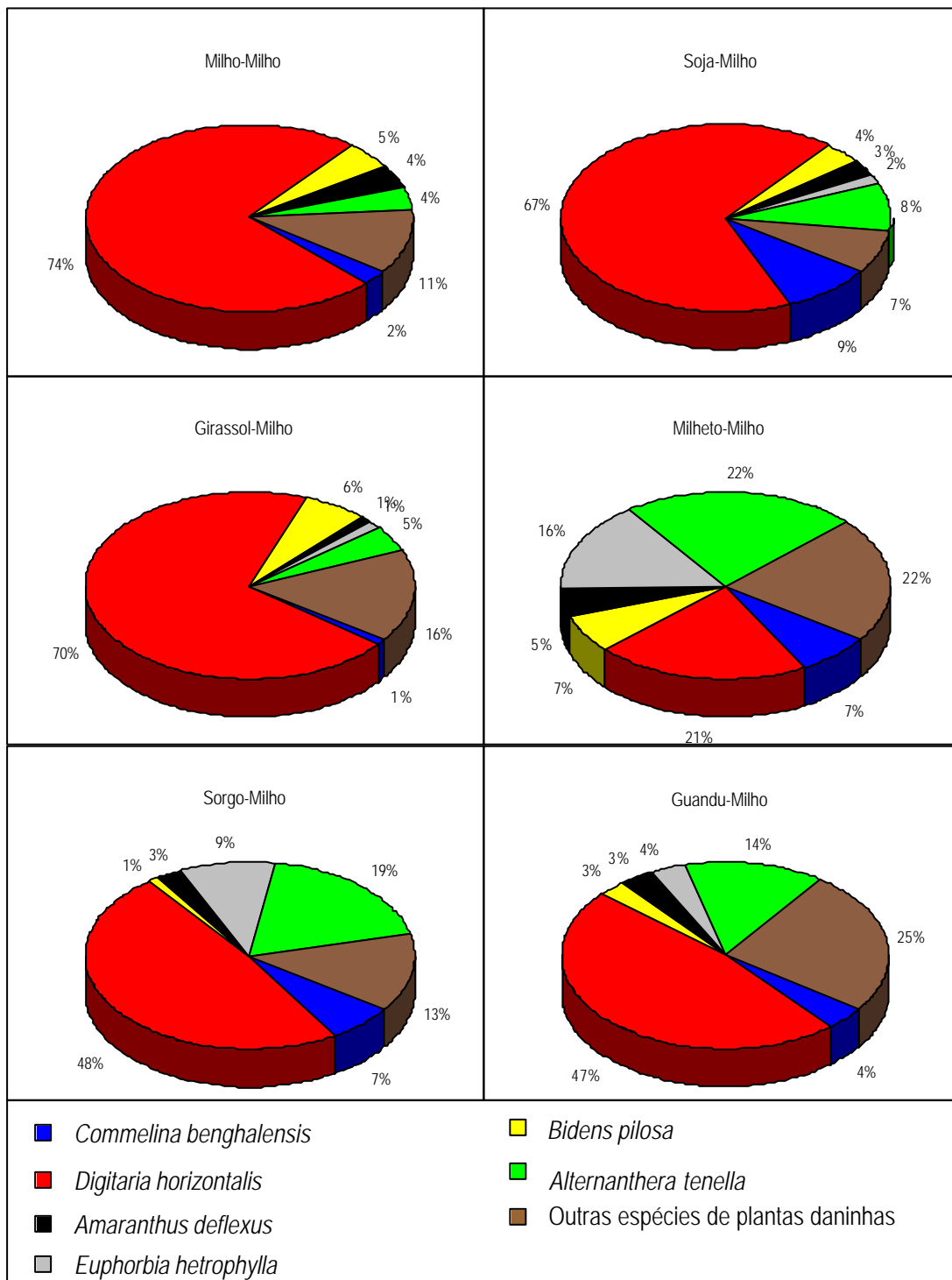


Figura 20 - Frequência das principais espécies de plantas daninhas para cada sucessão de culturas, na colheita do milho em plantio direto.

XIE e NI (1988) em estudos sobre cinética de absorção de potássio, realizados com *Alternanthera philoxeroides*, demonstraram que esta espécie apresentou valores de Km superiores aos encontrados para soja e girassol, com taxas nos exudatos das raízes, duas vezes maior. Como pertence ao mesmo gênero da *Alternanthera ficoidea*, pode ser indício de que esta espécie extrai eficientemente potássio do solo.

A distribuição de cada espécie nas diferentes sucessões de culturas permite considerar como relevante a concentração de *Euphorbia heterophylla* quando a cultura do milho se faz presente como safrinha, representando 50 % do total encontrado (Figura 21). No entanto, incluída a participação da sucessão com sorgo-milho, atinge 80 %. De acordo com BRECKE (1995) a *Euphorbia heterophylla* tem acima de 95 % de germinação com temperaturas entre 30 e 35^o C, suportando potencial hídrico do solo de -0,8 Mpa com 80 % de germinação e o pH do solo entre 2,5 e 10 não interfere na germinação que é melhor quando as sementes estão entre 2 e 5 cm de profundidade, ou seja, a resteva de milho e sorgo criaram condições favoráveis à planta daninha. Nestes dois tipos de sucessões, a *Alternanthera ficoidea* atingiu 58 %, e apenas quando milho-milho foram cultivados, 25 % de total de *Amaranthus deflexus* e de *Bidens pilosa* se fizeram presentes nesta área. Conforme ORYOKOT et al. (1997), há aumento de densidade de plantas de *Amaranthus* spp. em solos não mobilizados. Possivelmente pelo incremento do número de sementes próximas à superfície do solo, haja visto que BUHLER et al. (1996) descrevem haver melhores taxas de germinação desta espécie até 5 cm de profundidade no solo. Neste caso, a manutenção de grande volume dos resíduos culturais do milho criaram condições de umidade, temperatura e nutrição, indispensáveis a boa emergência das plântulas de *Amaranthus* spp. Em contrapartida, houve reduzido aparecimento de *Digitaria horizontalis*, que parece ter sido controlada mais eficientemente por esta sucessão ao longo dos anos.

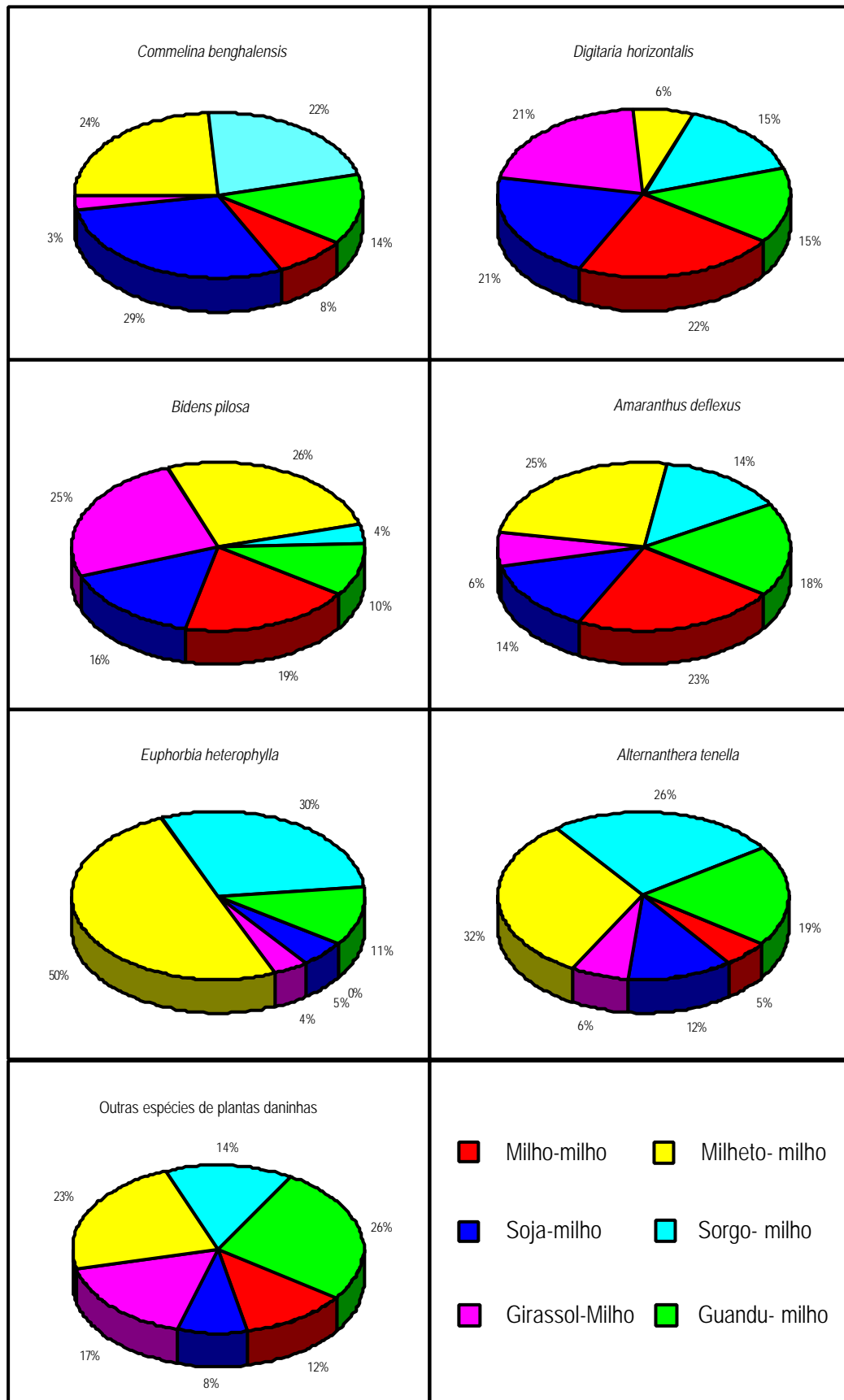


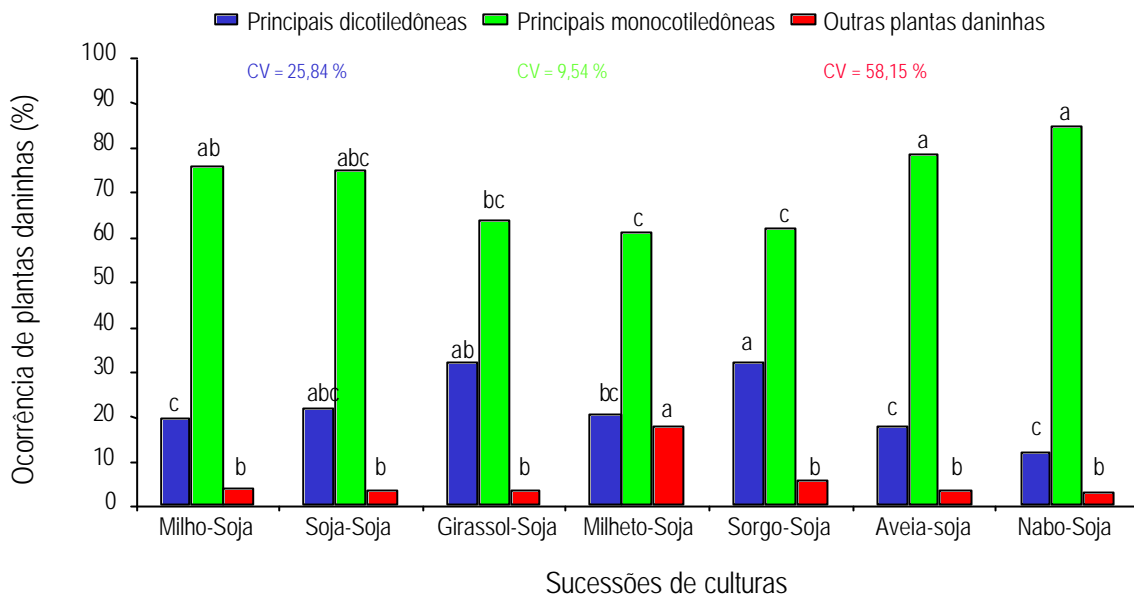
Figura 21 - Frequência por espécie de planta daninha para sucessões de culturas, na colheita do milho em plantio direto.

SANTOS et al. (1993) relatam que cada cultura é geralmente infestada por plantas daninhas que tem mesmas exigências da espécie econômica e apresentam os mesmos hábitos de crescimento, como exemplo citam o apaga-fogo (*Alternanthera ficoidea*) em lavoura de milho.

A *Commelina benghalensis* predominou nas sucessões com participação de gramíneas. As safrinhas de sorgo e milheto, por apresentarem melhor adaptação às condições do cerrado, especialmente pela resistência ao déficit hídrico, proporcionam boas produções de material vegetal, que não chega a estar totalmente decomposto por ocasião da aplicação de dessecantes na área para semeadura direta de milho. A existência de plantas daninhas adultas e o efeito protetor exercido pela palhada, não permitem que o produto atinja o alvo, e mesmo atingindo, pode não ser eficientemente capaz de estabelecer o controle, dada a cerosidade das folhas desta espécie, conferindo condições favoráveis ao seu estabelecimento em detrimento da cultura. Nesta situação, a substituição de produtos ou a modificação provisória da sucessão de cultura estabelecida podem constituir-se alternativas necessárias para dificultar a proliferação desta e de outras espécies, ou mitigar a capacidade de novos indivíduos de adquirir resistência aos herbicidas empregados.

4.3.3. Ocorrência de plantas daninhas na colheita da cultura da soja

Para a cultura principal de verão soja, a menor percentagem de ocorrência de espécies monocotiledôneas ocorreu nas sucessões milheto-soja e sorgo-soja, sem diferirem estatisticamente de soja-soja e girassol-soja (Figura 22). De outro modo, sucessões que envolvem aveia ou nabo, ou mesmo, soja e milho, como culturas de safrinhas não se prestam eficientemente para o controle deste grupo de plantas daninhas, no entanto reduzem significativamente o aparecimento de dicotiledôneas, juntamente com a sucessão milheto-soja. No caso da aveia, como a população de plantas da cultura foi baixa, repercutindo em



*Letras comparam médias entre colunas de mesma cor.

Figura 22 - Percentagem de ocorrência das principais plantas daninhas dicotiledôneas, principais monocotiledôneas e outras plantas daninhas, na colheita da soja em sucessão de culturas, no sistema plantio direto

pouca palhada, possibilitou a concorrência com espécies daninhas, favorecendo as plantas daninhas com metabolismo C4, mais agressivas em condições de altas temperaturas e luminosidade, englobando grande parte das monocotiledôneas. Em oposição, conseguiu estabelecer controle satisfatório das dicotiledôneas, em grande parte, menos agressivas, muitas das quais, por apresentarem metabolismo C3. Segundo LANDERS (1995) a aveia é muito resistente à seca, tolerante ao frio, tendo boa alelopatia e parece adaptada a locais de maior altitude no cerrado, com grande potencial no controle de plantas daninhas.

ROMAN e VELOSO (1993) citam que a aveia estabelece controle de 100 % sobre capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e picão-preto (*Bidens pilosa*), proporcionando excelente controle de poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), entretanto, deixando de controlar corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) e guanxuma (*Sida rhombifolia*). A maior ocorrência de dicotiledôneas manifestou-se na sucessão sorgo-soja, que não diferiu das sucessões girassol-soja e soja-soja.

Estas duas últimas caracterizam-se serem sistemas de sucessão de culturas de dicotiledôneas, favorecendo portanto o predomínio de espécies daninhas do mesmo grupo. Na sucessão incluindo nabo, este é citado por ALMEIDA (1991a) como cultura eficiente no controle de espécies latifoliadas. Para o caso de sorgo-soja, provavelmente haja benefícios proporcionados pela cobertura morta e reciclagem de nutrientes, contribuindo para o estabelecimento de espécies exigentes em nutrição mineral.

Outras espécies de plantas daninhas, excluídas as principais mono e dicotiledôneas, apareceram esporadicamente na área. É o caso ocorrido na sucessão milheto-soja, que apresentou alta população de plantas de milheto, que emergiram durante o cultivo da soja, sem no entanto se manifestarem em outras sucessões.

4.3.3.1. Freqüência das principais espécies de plantas daninhas

Ao observar o comportamento de distribuição das espécies em cada sucessão, comprova-se que a *Commelina benghalensis* foi a de maior ocorrência, com percentuais de 60 % nas sucessões aveia-soja e nabo-soja, enquanto nas demais sucessões esteve entre 30 e 40 % (Figura 23). Na primeira, por causa do baixo controle da planta daninha associado à baixa emergência da aveia, enquanto para a segunda (sucessão nabo-soja), possivelmente porque o nabo, com rápida mineralização dos resíduos tenha contribuído para maior acúmulo de matéria vegetal por indivíduo da espécie daninha. Afora esta espécie, destacam-se como principais monocotiledôneas a *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica* e *Cenchrus echinatus*, que distribuíram-se de maneira homogênea em todas as sucessões.

Fato relevante destaca-se quanto as principais espécies dicotiledôneas.

Quanto a *Euphorbia heterophylla* e o *Bidens pilosa*, o herbicida utilizado, Cobra (lactofen), estabeleceu controle satisfatório, de tal forma que a

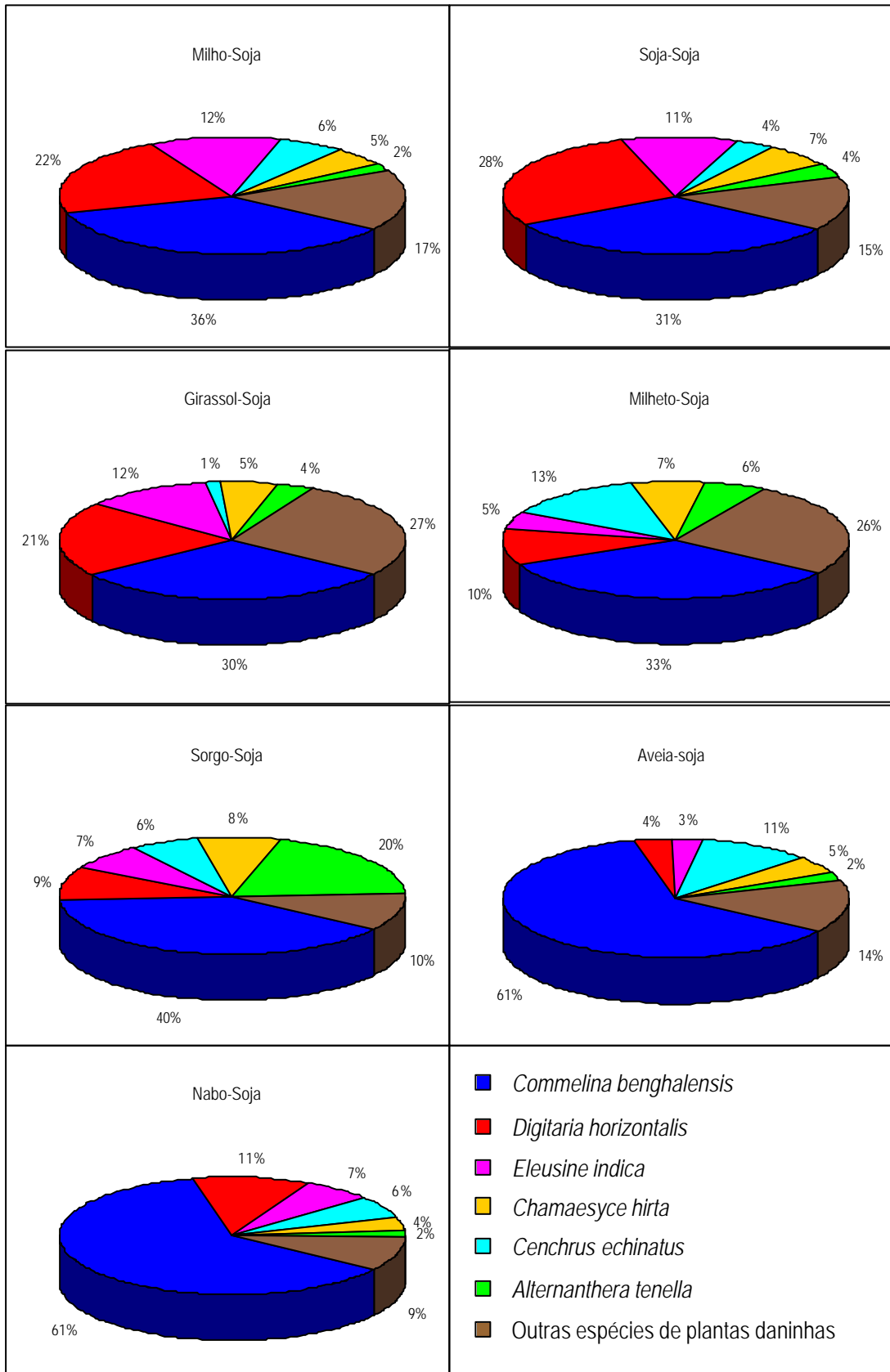


Figura 23 - Frequência das principais espécies de plantas daninhas para cada sucessão de culturas, na colheita da soja em plantio direto.

ocorrência destas espécies foi muito baixa na colheita da soja, motivo pelo qual foi incluída como outras espécies de plantas daninhas. Todavia, as espécies *Chamaesyce hirta* e *Alternanthera ficoidea*, mesmo sem serem encontradas na primeira avaliação, aos 30 dias após a semeadura da cultura da soja, manifestaram-se ao final do ciclo desta cultura. Ambas as espécies caracterizam-se por serem exigentes em nutrientes e requerem condições de elevada umidade e especialmente, por suportarem pouca presença de luz solar. Considerando que a soja exerce efeito “guarda-chuva”, favorece portanto, o estabelecimento destas espécies. O hábito rasteiro destas espécies pode servir de indicativo de baixos requerimentos energéticos, motivo pelo qual ocuparam o área sob a cultura da soja, desenvolvendo-se como plantas da cobertura do solo. Este fato merece maiores estudos sobre a possibilidade da utilização futura desse tipo de planta, sem perda na produtividade das cultura, com vistas à conservação do solo em área passíveis de efeitos erosivos.

Dentre as sucessões, a de milho-soja e sorgo-soja favorecem o aparecimento de *Chamaesyce hirta* e *Alternanthera ficoidea* (Figura 24). Estas culturas de safrinha apresentam-se como excelentes alternativas no estabelecimento de plantio direto no cerrado, pois ambas caracterizam-se pela capacidade de suportar melhor do que outras culturas, as condições de déficit hídrico, com elevada capacidade de aproveitamento da água e conversão em matéria seca vegetal. Sem considerar, que com a palhada na superfície do solo, permite o retorno dos nutrientes extraídos, os quais suprem exigências nutricionais das culturas e das plantas daninhas que competem entre si.

Sobre o comportamento de cada espécie daninha nas diferentes sucessões, permite concluir que a *Commelina benghalensis* distribuiu-se em todas as sucessões, com oscilação na ocorrência entre 10 e 22 %. Quanto a *Digitaria horizontalis* e *Eleusine indica*, pouca oportunidade tiveram de se manifestar nas sucessões que envolveram gramíneas, como sorgo, milho e aveia. Estas culturas recobrem completamente a superfície do terreno e

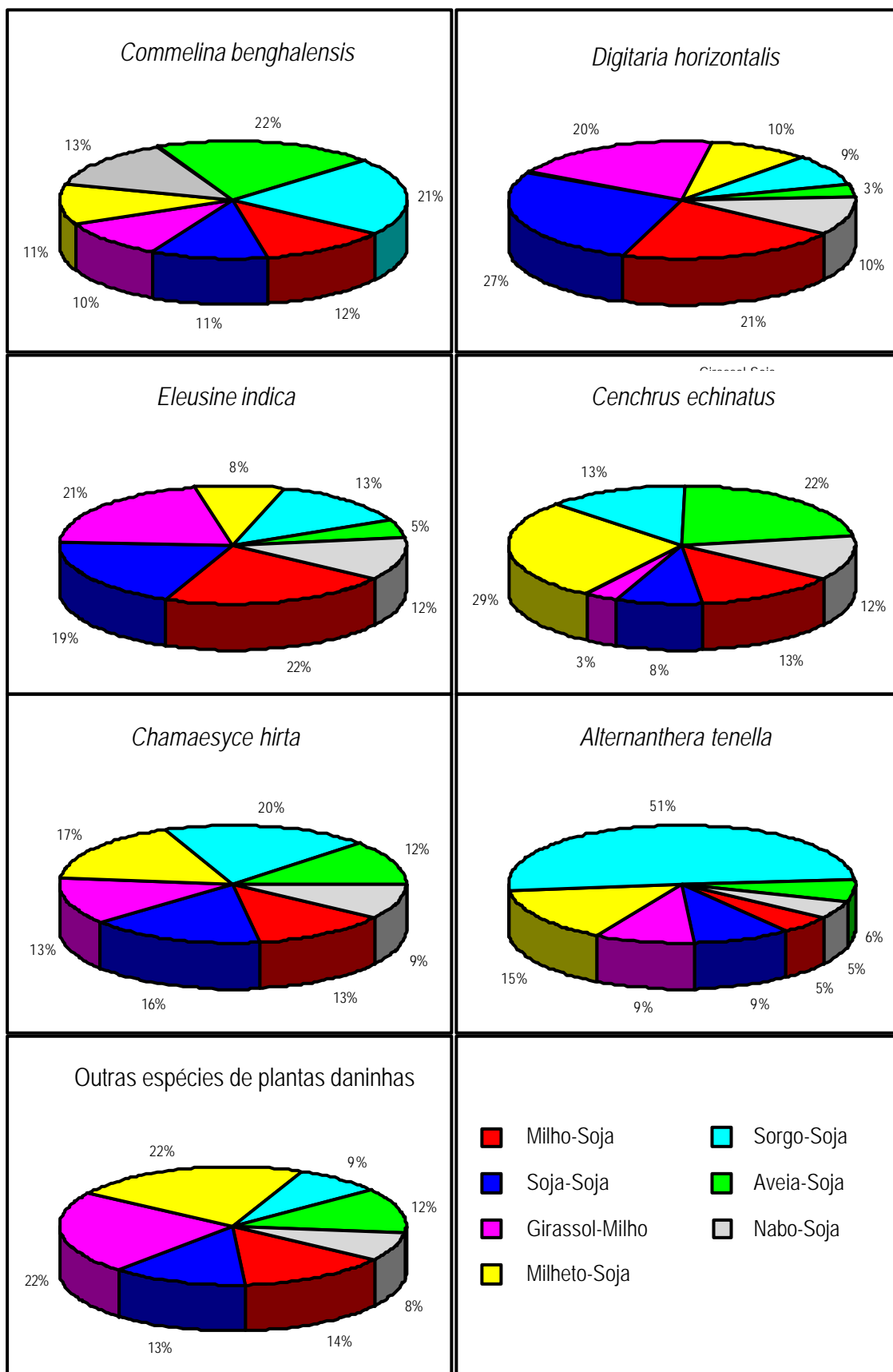


Figura 24 - Frequência por espécie de planta daninha, para sucessões de culturas na colheita da soja em plantio direto.

competem em condições de igualdade com estas plantas daninhas, dado o fato de serem plantas C4. Portanto, se favorecido o estabelecimento da cultura, a oportunidade das plantas daninhas fica restrita e o seu ciclo interrompido. Por conseguinte, a cultura principal de verão, no caso a soja, é cultivada em área com menor fonte de propágulos, ou seja, menor banco de sementes no solo, além é claro de facilitar o controle de gramíneas por ser a soja, uma espécie dicotiledônea, permitindo a utilização de herbicidas eficientes as plantas daninhas e seletivos a cultura.

Quanto a *Alternanthera tenella*, sugerem-se estudos a respeito desta espécie para comprovar os resultados até aqui obtidos, pois somente na sucessão sorgo-soja, houve 51 % de toda a ocorrência desta espécie na área cultivada com soja. Quando adicionada a sucessão milho-soja, representa 66 %. Entretanto, é importante ressaltar que num processo contínuo de cultivo, e o controle não sendo bem realizado, pode possibilitar a disseminação desta espécie, com necessidade de alteração dos produtos desseccantes empregados.

4.3.3. Aspectos agronômicos das culturas de verão

4.3.3.1. Cultura do milho

Ao serem estudados o comportamento das características agronômicas da cultura do milho, observou-se significância pelo teste F para altura de planta, peso de 100 sementes e umidade dos grãos na colheita.

4.3.3.1.1. Altura da planta (cm)

Observou-se maior altura de planta de milho quando a cultura de safrinha foi guandu, diferindo estatisticamente se for milho ou sorgo, estas, com redução aproximada de 6 % em relação a primeira (Figura 25A). A cultura anterior sendo leguminosa parece favorecer o crescimento da planta de milho cultivada em

sucessão. A extração de nutrientes deve ocorrer em profundidades diferentes, especialmente por apresentarem sistemas radiculares distintos. No entanto quando gramíneas antecedem a cultura do milho, tendem a retirar mesmos nutrientes e em camadas muito próximas. CINTRA e MIELNICZUK (1983) verificaram para outra leguminosa, o tremoço, que o mesmo, por apresentar raiz pivotante, tem capacidade de penetrar camadas compactadas e fixar nitrogênio, o que lhe garante estreita relação C/N, acelerando a decomposição do sistema radicular após findar o ciclo da planta. TEIXEIRAS et al. (1994) trabalhando em um solo Podzólico Vermelho-escuro, constataram que após três anos, o feijão guandu aumentou em aproximadamente 900 kg o nitrogênio total, em relação ao pousio-milho.

4.3.3.1.2. População final (plantas/m²)

A população final de plantas enquadrou-se dentro dos padrões de recomendação técnica estabelecidos para a cultura (Figura 25B).

4.3.3.1.3. Produtividade de grãos (kg/ha)

Quanto a produtividade de grãos por hectare, não foram observadas diferenças estatísticas, mas tendência a maiores produtividades nas sucessões soja-milho, milheto-milho e sorgo-milho (Figura 25C). Quando uma leguminosa antecede uma gramínea há favorecimento da gramínea envolvida na sucessão, possivelmente por extraírem nutrientes em proporções diferentes e de camadas distintas do perfil do solo. Se no entanto, outra gramínea estiver envolvida, estes argumentos não mais se justificam e o fator preponderante possa estar ligado a capacidade de reciclagem de nutrientes, excelente cobertura de área oferecida e volume de resteva proporcionada, como exemplo o milheto e sorgo, que contribui no controle de plantas daninhas, manutenção da umidade e equilíbrio térmico, indispensáveis ao sucesso do plantio direto. Resultados estes, que concordam com pesquisas preliminares realizadas por LARA et al. (1995) em

Uberlândia-MG, empregando sorgo e milheto como coberturas de inverno, obtiveram maiores produtividades de milho. O mesmo não pode se constatar para a sucessão girassol-milho e milho-milho. A primeira oferece pouca proteção ao solo e a última por ser uma seqüência de monocultivo, que exaure o solo, empobrecendo-o, não permitindo a manutenção de um agroecossistema mais estável. ALMEIDA e RODRIGUES (1985) observaram diferenças de temperatura, em solo submetido ao plantio direto e ao convencional, de até 11⁰C, sendo que no primeiro, a amplitude térmica foi de 17⁰C, enquanto no segundo, de 24⁰C. Considerando que tanto milheto quanto o sorgo tem deixam boa cobertura residual no solo, pode-se associá-la a menor evaporação de água. Não havendo oscilações bruscas de umidade do solo, facilitando os processos de difusão e fluxo em massa de nutrientes até o sistema radicular, e com menor amplitude térmica, refletindo-se em ganho e estabilidade das produções.

4.3.3.1.4. Produtividade de grãos (g/planta)

Quando observa-se a produtividade por planta (Figura 25D), a tendência permanece, com ressalvas a sucessão guandu-milho, que por apresentar plantas de milho com maior porte, canalizou reservas para as sementes, favorecendo a produção por indivíduo. Isto ocorre pela maior capacidade que as folhas bem nutridas em nitrogênio apresentam em assimilar CO² e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em maior acúmulo de biomassa (BULL, 1993).

4.3.3.1.5. Peso de 100 grãos (g)

Para peso de 100 grãos, corrigidos à 13 % de umidade, a sucessão milho-milho demonstrou menores valores, em oposição à soja-milho (Figura 25E). Estes resultados comprovam que a alternância de culturas, incluindo uma leguminosa é importante quando se deseja obter maior peso de grãos, especialmente pela contribuição oferecida pela espécie leguminosa à cultura de gramínea em sucessão, onde seus resíduos são rapidamente mineralizados e utilizados, especialmente como fonte de nitrogênio. A formação de grãos está

estritamente ligada ao processo de translocação de açúcares (CRAWFORD et al., 1982) e de nitrogênio (KARLEN et al., 1988) de órgãos vegetativos, especialmente folhas para os grãos. Conforme LOURENÇO et al. (1993), a substituição, pelo menos parcial dos fertilizantes sintéticos, só poderá ser conseguida com a utilização de leguminosas, pela adição de nutrientes como o nitrogênio, fixado do ar pelas bactérias do gênero *Rhizobium*. Esta capacidade das leguminosas em contribuir com o nitrogênio para outras culturas vai depender da capacidade de fixar N atmosférico e reciclá-lo, bem como da taxa de mineralização dos resíduos, que possibilite coincidir com maior disponibilidade de nutrientes por ocasião da maior demanda pela cultura beneficiada (TEIXEIRA et al., 1994).

4.3.3.1.6. Umidade dos grãos na colheita (%)

Por ocasião da colheita, a maturidade fisiológica dos grãos foi atingida primeiro no sistema contínuo de monocultura milho-milho, sem diferir da sucessão soja-milho e sorgo-milho (Figura 25F). A precocidade parece estar associada a carência de certos elementos como nitrogênio e fósforo.

4.3.3.1.7. Peso da matéria fresca, matéria seca (g/planta) e umidade (%) da parte aérea das plantas

Para características peso da matéria fresca e da matéria seca da parte aérea da planta de milho (Figura 25G, H), determinada aos 30 dias após a semeadura, há tendência de correspondência entre o porte da planta e a produtividade individual. Embora não tenha ocorrido diferenças estatísticas, houve maiores pesos para plantas de milho cultivadas em sucessão às leguminosas, soja e guandu. VASCONCELLOS et al. (1986) encontraram resultados semelhantes. Estes autores verificaram que as rotações soja-milho e mucuna-milho promoveram maior aumento de peso de plantas de milho e maior quantidade de raízes abaixo de 30 cm de profundidade em relação ao milho contínuo ou com mucuna intercalar. BULL (1993) relata que o acúmulo de

matéria seca pela cultura do milho sofre grande influência do nível de fertilidade do solo, especialmente, fósforo, potássio e nitrogênio.

A umidade do tecido vegetal, há uniformidade para todos os tratamentos, situando-se em torno de 87 % do peso total da parte aérea da planta (Figura 25I).

4.3.3.2. Cultura da soja

No experimento com a soja como cultura principal na safra de verão em sucessão às culturas de safrinha, notou-se que com exceção das características peso de 100 grãos, umidade dos grãos na colheita e umidade da parte aérea da planta de soja, todas as outras apresentaram significância pelo teste F a nível de 5 % de probabilidade.

4.3.3.2.1. Altura da planta (cm)

O cultivo do milho em safrinha reduziu significativamente o tamanho da planta de soja, quando comparado com as sucessões que envolvem soja ou girassol com cultura anterior (Figura 26A). Um primeiro raciocínio conduz a observar o estado de compactação da área. Entretanto, a resistência a penetração do solo foi baixa frente outras sucessões, não permitindo associá-la. De outra forma, é possível que havendo esta tendência para as sucessões que incluem uma gramínea, pode estar relacionada a relação C/N mais larga destes resíduos, bem como o volume da palhada remanescente, que condicionam imobilização do nitrogênio mineral do solo, especialmente, se levado em consideração o fato do milho resistir mais a estresse hídrico, com a senescência da cultura ocorrendo mais próximo da semeadura da cultura de verão, interferindo no estabelecimento

inicial da cultura da soja, com conseqüências futuras no seu porte. HEINZMANN (1985) demonstrou, através de pesquisas realizadas no Paraná, que quando as culturas principais forem leguminosas, as espécies cultivadas no inverno, com relação C/N larga (>25), a exemplo de aveia preta, centeio, triticale, etc., afetam negativamente a fixação simbiótica de nitrogênio nestas culturas, por excesso de nitrato no solo na fase inicial de crescimento. Este pesquisador observou que 20 dias após o corte da aveia preta houve grande aumento nos teores de nitrogênio na forma de nitrato no solo, havendo outros aumentos aos 56, 120 e 160 dias. Considerando também, que a parcela apresentou baixos teores de fósforo, pode ter contribuído para reduzir a altura da planta. TANAKA et al. (1993) relatam que entre os sintomas de deficiência de fósforo, além do empobrecimento do sistema radicular, há nítida interferência no desenvolvimento da parte aérea da planta da soja, com pequeno porte.

4.3.3.2.2. População final (plantas/m²)

A população final de plantas, embora com diferenças estatísticas, enquadra-se dentro dos padrões de recomendação técnica para a cultura (Figura 26B).

4.3.3.2.3. Produtividade de grãos (kg/ha)

Ao observar a produtividade de grãos por hectare (Figura 26C), ficou evidente a menor produção de soja em sucessão ao milho, diferindo apenas da sucessão soja-soja. Esta característica tem forte correlação com a altura da planta. Johnson e Bernard (1962), citados por SEDIYAMA et al. (1985) demonstraram haver correlação positiva entre altura da planta da soja e rendimento de grãos.

4.3.3.2.4. Produtividade de grãos (g/planta)

A produtividade de grãos por planta (Figura 26D) realça o excelente desempenho individual das plantas de soja cultivadas após resteva de sorgo, ou da própria soja, com capacidade de compensar a menor população, alterando a arquitetura da planta, elevando as produtividades por área. A cultura da soja tem grande facilidade emitir ramificações e potencial para produzir área foliar, com capacidade de competir por espaço. Portanto, baixa população de plantas, eventuais falhas de emergência ou espaçamento amplo entre linhas são facilmente compensados pela emissão de maior número de ramificações e de folhas (LIMA, 1995). SEDIYAMA et al. (1989) relatam que à medida que se aumenta o espaçamento, ocorre diminuição da altura de planta, na inserção da primeira vagem, no grau de acamamento e aumenta-se o número de ramificações, como também o número de vagens por planta, a produção por planta e o peso médio das sementes.

4.3.3.2.5. Peso de 100 grãos (g)

Embora sem diferenças estatísticas, os valores situaram-se por volta de 18,0 g (Figura 26E).

4.3.3.2.6. Umidade dos grãos na colheita (%)

Com valores de umidade em torno de 18 %, não havendo diferenças quanto a eventual precocidade de plantas de uma parcela em relação as demais (Figura 26F).

4.3.3.2.7. Peso da matéria fresca, matéria seca (g/planta) e umidade (%) da parte aérea das plantas

O peso da matéria fresca e da matéria seca da parte aérea da parte aérea da planta da soja (Figura 26G, H), evidencia que a sucessão nabo-soja, não contribui para as características estudadas, pois reduziu em 43 % o acúmulo de material vegetal em comparação à sucessão sorgo-soja. Entretanto, não diferiu das sucessões aveia-soja, milheto-soja e girassol-soja.

Quanto à umidade da parte aérea da planta, os valores tendem a manter-se por volta de 80 %, independente as sucessão em estudo (Figura 26I).

4.4. Correlações de Pearson

Observa-se no Quadro 5 que o peso da matéria seca da parte aérea das plantas daninhas monocotiledôneas é favorecido pelo maior teor de fósforo aos 20 e 30 cm e pelo potássio aos 30 cm de profundidade no solo. Como esta avaliação ocorreu aos 30 dias após a semeadura, provavelmente a disponibilidade de nutrientes e dos demais fatores de produção atendia satisfatoriamente as plantas daninhas, e a cultura, favorecendo provisoriamente o desenvolvimento de ambas. Haja visto que a matéria seca da parte aérea do milho, avaliada aos 30 dias após a semeadura mantém correlação positiva e altamente significativa com o teor de potássio aos 10 cm de profundidade (0,9195**).

Por ocasião da colheita do milho, as plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas correlacionaram-se com teor de potássio aos 5 cm e saturação de bases aos 10 cm de profundidade. As dicotiledôneas apresentaram correlação positiva enquanto para as monocotiledôneas foi negativa. O potássio é um nutriente muito extraído pela plantas em especial determinadas espécies, bem como responde, junto com outros cátions na determinação da saturação de bases, de tal forma que a presença de espécies daninhas dicotiledôneas com boa

Quadro 5 - Correlações de Person para algumas características químicas do solo: teor de fósforo (P), teor de potássio (K) e saturação de bases (V) em cinco profundidades e característica física: resistência à penetração do solo (kg/cm^2) em 4 profundidades com características biológicas da cultura do milho: altura da planta, matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos e das plantas daninhas: monocotiledôneas e dicotiledôneas, no sistema plantio direto

Variáveis	P.D. Mono 30 dias	P.D. Dico 30 dias	P.D. Mono final	P.D. Dico final	Altura planta	M.S. p. a. planta	Produt. de grãos
P5	0,5464	-0,0261	0,5624	-0,5109	-0,2888	-0,4430	0,0231
P10	0,7605	-0,4151	0,6802	-0,6498	-0,0143	0,0097	0,1813
P15	0,6904	-0,3574	0,7055	-0,6541	-0,1208	-0,1676	0,1104
P20	<u>0,8247*</u>	-0,3539	0,6361	-0,5927	-0,1135	-0,0239	0,2991
P30	<u>0,9801**</u>	-0,1902	0,2378	-0,1885	-0,1343	0,2449	<u>0,7977*</u>
K5	-0,5956	0,5836	<u>-0,8343*</u>	<u>0,8253*</u>	0,5767	0,0171	-0,1730
K10	0,0479	-0,2217	-0,3460	0,2320	0,4400	<u>0,9195**</u>	0,3211
K15	0,3494	0,2574	0,0201	-0,1087	0,5113	0,1347	-0,0942
K20	0,1510	-0,2233	0,4403	-0,5328	0,4991	0,1453	-0,4663
K30	<u>0,8361*</u>	-0,1736	0,1291	-0,0960	-0,4434	0,2949	<u>0,8961*</u>
V5	-0,5176	0,2838	-0,6395	0,6875	-0,1040	-0,0266	0,1457
V10	-0,4470	0,4955	<u>-0,7286*</u>	<u>0,7447*</u>	-0,2365	-0,0515	0,2296
V15	-0,5225	0,3965	-0,5748	0,6064	-0,3941	-0,1832	0,1170
V20	-0,5472	0,3201	-0,3969	0,4650	-0,5573	-0,3965	0,0223
V30	-0,1243	-0,4147	-0,1132	0,0806	-0,1090	0,5648	0,2721
$\text{kg}/\text{cm}^2 7,5$	0,2594	0,5812	-0,8491	0,8228	0,3691	0,4339	0,6876
$\text{kg}/\text{cm}^2 15,0$	-0,0882	-0,4623	0,6103	-0,6871	0,4059	0,0755	-0,6921
$\text{kg}/\text{cm}^2 22,5$	-0,0692	-0,3271	0,7723	-0,7806	-0,2432	-0,4390	-0,6382
$\text{kg}/\text{cm}^2 30,0$	-0,3962	-0,3278	0,6210	-0,6703	-0,0054	-0,3062	<u>-0,8775*</u>

Valor de T tabulado com 4 G.L. a 5%=2.78 e a 1%=4.60.

* significativa a 5 %.

** significativa a 1 %.

capacidade de extração deste nutriente foram favorecidas pelo maior teor de potássio no solo nesta profundidade. No caso das monocotiledôneas, a correlação negativa sugere concorrência por nutrientes com as plantas da cultura do milho, que suplantaram as plantas daninhas monocotiledôneas e ao obterem domínio do espaço, conseguiram realizar melhores taxas fotossintéticas, impossibilitando o desenvolvimento ou causando a morte das plantas daninhas sob sua copa.

Quanto a produtividade de grãos, ficou evidente que o sistema radicular do milho foi favorecido pela menor resistência a penetração do solo aos 30 cm de profundidade e pela maior presença de fósforo e potássio nesta camada de solo. O sistema radicular ao expandir-se consegue extrair nutrientes e água de maiores profundidades, garantindo o desenvolvimento da parte aérea que por sua vez resultará em ganhos fotossintéticos, sendo os fotoassimilados convertidos em ganhos na produtividade de grãos.

No Quadro 6 encontram-se os valores para as correlações avaliadas no experimento com a cultura da soja.

Nota-se que houve correlação positiva para potássio aos 30 cm de profundidade com as plantas daninhas monocotiledôneas no final do ciclo da cultura. Se observada a figura 22 é possível atribuir a maior manifestação de espécies deste grupo ao fato de controles pouco eficientes durante o cultivo das safrinhas, permitindo maior ocorrência por ocasião da cultura da soja. Estas espécies daninhas em grande parte, são competitivas e conseguem absorver potássio, disputando-o com a cultura da soja. Por outro lado, observa-se que para as dicotiledôneas, o controle por meio da aplicação de herbicida pós-emergente e a rápida cobertura do solo foram fatores preponderantes no controle das dicotiledôneas.

O teor de potássio na camada superficial do solo de 10 cm e a saturação de bases aos 5 cm apresentaram correlação negativa com a altura da planta. É possível que à medida que os níveis de potássio se elevam nestas camadas de solo, afetam negativamente a absorção de outros nutrientes por efeito antagônico.

Quadro 6 - Correlações de Person para algumas características químicas do solo: teor de fósforo (P), teor de potássio (K) e saturação de bases (V) em cinco profundidades e característica física: resistência à penetração do solo (kg/cm²) em 4 profundidades com características biológicas da cultura da soja: altura da planta, matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos e das plantas daninhas: monocotiledôneas e dicotiledôneas, no sistema plantio direto.

Variáveis	P.D. Mono 30 dias	P.D. Dico 30 dias	P.D. Mono final	P.D. Dico final	Altura planta	M.S. p. a. planta	Produç. de grãos
P5	-0,5801	-0,3994	0,3027	-0,0410	0,3127	-0,4481	-0,0069
P10	-0,3105	-0,4048	0,4344	-0,2911	0,5149	0,0646	0,3250
P15	-0,4909	-0,3559	0,5835	-0,3991	0,0404	-0,4469	0,0256
P20	-0,3673	-0,1570	0,5164	-0,4653	-0,2399	-0,4563	-0,1087
P30	-0,4181	-0,1604	-0,6044	0,5900	0,0395	0,6138	0,2908
K5	0,4640	0,8704*	-0,0170	-0,5284	-0,6417	-0,6841	-0,7627*
K10	0,2324	0,3820	0,4635	-0,6500	-0,7664*	-0,6633	-0,6432
K15	-0,1095	-0,1227	0,6794	-0,6106	-0,1804	-0,4846	-0,0443
K20	0,1081	-0,1316	0,6929	-0,5842	-0,1926	-0,3145	0,0861
K30	-0,0435	-0,1956	0,8209*	-0,7253	-0,2227	-0,3388	0,0716
V5	0,1514	0,3147	0,3681	-0,5717	-0,8356*	-0,3801	-0,4657
V10	0,1709	0,1424	0,2991	-0,3731	-0,7245	-0,1000	-0,2415
V15	0,0616	0,0423	0,4161	-0,4473	-0,6571	-0,1363	-0,1947
V20	-0,0258	0,2222	0,3187	-0,4814	-0,7843	-0,3626	-0,4399
V30	0,1166	0,1071	0,0361	-0,1637	0,0499	0,0496	0,1651
kg/cm ² 7,5	0,3571	0,5320	0,4164	-0,6860	-0,4713	-0,8499*	-0,7241
kg/cm ² 15,0	-0,4731	-0,3980	0,3053	-0,0753	0,4797	-0,2686	0,0583
kg/cm ² 22,5	-0,4485	-0,6553	0,3084	0,0523	0,6718	0,2157	0,4687
kg/cm ² 30,0	-0,3354	-0,5119	0,5013	-0,2290	0,4196	0,0177	0,2866

Valor de T tabulado com 5 G.L. 5%=2.57 e a 1%=4.03.

* significativa a 5 %.

** significativa a 1 %.

Quanto a saturação de bases, é conveniente observar que o hidrogênio participa no cálculo desta característica. Considerando que na superfície do solo há continuamente material vegetal em decomposição, liberando radicais orgânicos, especialmente quando a relação C/N é estreita, a exemplo das dicotiledôneas, em especial a soja, que os mesmos afetem a altura da planta.

Peso da matéria seca da parte aérea da planta da soja é reduzido com maior resistência à penetração do solo. Isto ficou evidente a 7,5 cm de profundidade (-0,8499*). Quando o solo apresenta camada superficial compactada ou adensada, condiciona a limitação ao aprofundamento do sistema radicular da planta da soja e conseqüentemente afeta o acúmulo da matéria seca da parte aérea.

A produção de grãos por hectare apresentou correlação negativa com o teor de potássio aos 5 cm de profundidade (-0,7627). Provavelmente a menor altura da planta e a tendência a altas correlações deste nutriente, nas camadas superficiais com a matéria seca da parte aérea, embora sem significância, seja o principal fator de redução da produtividade.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

As culturas de milheto ou sorgo, antecedendo as culturas de milho ou soja, desempenham eficiente papel de recicladoras de nutrientes, especialmente do potássio.

Esquemas de sucessão de culturas envolvendo apenas a cultura do milho não é sugerida por mais de um ano agrícola, dada a capacidade de empobrecimento do sistema.

A resistência à penetração do solo tem influência das sucessões de cultura e profundidades: a) sucessões de culturas incluindo girassol oferecem menor cobertura do solo. b) as sucessões de culturas interagem significativamente com as diferentes profundidades no solo, alterando a resistência à penetração

A sucessão de cultura soja-milho, mostrou-se pouco eficiente no controle de espécies monocotiledôneas, especialmente a *Commelina benghalensis*. Em toda área experimental com plantio direto, a espécie *Commelina benghalensis* predominou, dada a baixa eficiência de ação do herbicida dessecante à base de glyphosate. A *Digitaria horizontalis* ocorreu frequentemente em condições de pouca cobertura vegetal e elevada incidência de luz solar. A espécie *Euphorbia heterophylla* manifestou-se em áreas com grande volume de cobertura morta, especialmente das culturas de sorgo e milheto. As espécies *Chamaesyce hirta* e *Alternanthera tenella* parecem preferir ambientes de elevada umidade e pouca

incidência de luz solar, proporcionado pela copa das plantas da soja em desenvolvimento.

A sucessão que incluem uma leguminosa, como cultura de safrinha tendem a proporcionar maior altura e produtividade da planta de milho. Há tendência de maiores produtividades de milho por área quando antecedem as culturas de soja, milho ou sorgo. O milho cultivado em safrinha reduz a altura da planta da soja e tende a reduzir a produtividade por área, devendo-se para tal compensar com maior população inicial, dada a elevada correlação entre altura de planta e produtividade por planta.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais recentemente estudos tenta-se empregar *Brachiaria* spp. como cultura de inverno para produção dentre outras finalidades, de cobertura morta para plantio direto da cultura de verão, contribuindo para controle das espécies daninhas.

Conforme informações obtidas junto a produtores e técnicos da região de Rio Verde-GO, o plantio direto sobre *Brachiaria* spp dessecada com Ghyphosate demonstrou ser excelente. Recomendações preliminares sugerem a *Brachiaria ruziziensis* como sendo de mais fácil controle, comparada às demais, e permite formar uma camada de cobertura morta sobre o solo de até 15 cm, impedindo quase que completamente a germinação de espécies daninhas. Deve-se todavia tomar cuidado na escolha dos produtos a serem utilizados, pois o emprego continuado de herbicidas à base de um único princípio ativo pode selecionar espécies e aumentar o risco de resistência das plantas daninhas à estes produtos.

Finalizando, sugere-se dar seqüências aos estudos de plantio direto para as condições do Cerrado, pois poucas são as informações e muitas as dúvidas, que só a pesquisa pode solucionar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto.** Londrina:IAPAR, 1991. 34 p (Circular técnica).
- ALMEIDA, F.S. Influência de cobertura morta do plantio direto na biologia do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE POTENCIAL AGRÍCOLA DOS CERRADOS, 1, 1985, Goiânia. **Anais...** Goiânia:Fundação Cargill/Empresa Goiânia de Pesquisa Agropecuária, 1985, p.109-149.
- ALMEIDA, F.S. Integração da alelopátia no controle de infestantes em plantio direto. São Paulo: Associação Nacional dos Produtores de Defensivos Agrícolas, 1988. 43p.
- ALMEIDA, F.S., RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas:** recomendações para o uso de plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1985a, 468 p.
- ALMEIDA, F.S., RODRIGUES, B.N. Plantio direto. In: **Guia de herbicidas:** contribuição para uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina, IAPAR, 1985b p. 341-399.
- ALMEIDA, F.S. Controle de ervas, In: **Plantio direto no estado do Paraná.** Londrina: IAPAR, 1981, 244 p.
- ALMEIDA, F.S. Desempenho da cobertura morta no plantio direto. In: Curso intensivo sobre plantio direto, Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos do Paraná/núcleo Regional de Ponta Grossa, 1984.
- ALVARENGA, A. de P. **Respostas da planta e do solo ao plantio direto e convencional, de sorgo e feijão, em sucessão a milho, soja e crotalária.** Viçosa, MG:UFV, 1996. 162 p.

- ALVES, M.C. **Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo; efeito nas propriedades físicas e químicas.** Piracicaba:ESALQ-USP, 1992. 173 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, 1992.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE Standards**, St. Joseph, Michigan, 1989, p 517.
- BALASTREIRE, I.A. **Máquinas agrícolas.** São Paulo:Manole, 1987, 310 p.
- BARBER, S.A. Influence of the plant root on ion movement in soil. In: CARSON, E. W. **The plant root and its environment.** Charlottesville:University Press of Virginia, 1974, p.525-564.
- BARLEY, K.P. The effects of mechanical stress on the growth of roots. **J. Exp. Botany**, v.13, n.37, p.95-110, 1962.
- BATITUCCI, G. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), quanto à produção de grãos e à altura de planta, em Minas Gerais.** Viçosa, MG:UFV, 1990. 84 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- BAVER, L.D., GARDNER, W.H., GARDNER, W.R. **Soil Physics.** 4 ed. New York:Wiley, 1972, 498 p.
- BAYER, C. **Características químicas do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de culturas.** Porto Alegre:UFRGS, 1992. 172 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.
- BELTRAME, L.F.S., GONDIM, L.A.P., TAYLOR, J.C. Efeito da estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, v.5, n.3, p.145-149, 1981.
- BONAMIGO, L.A. Nova opção de cobertura e rotação. **R. Plantio Direto**, p.12-13, 1995.
- BORGES, G. de O. Resumo histórico do plantio direto no Brasil. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantio Direto no Brasil.** Passo Fundo:Aldeia Norte, 1993, 166 p.
- BOSERUP, E. **Evolução Agrária e Pressão Demográfica.** São Paulo: Hucitec e Polis, 1987, 141p.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília:SNAD/CLAV, 1992, 365 p.
- BRECKE, B.J. Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) germination and emergence. **Weed Sci.**, v.43, n.1, p.103-106, 1995.
- BUHLER, D.D., MESTER, T.C., KOHLER, K.A. The effect of maize residues and tillage on emergence of *Setaria faberi*, *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album*. **Weed Res.**, v.36, n. , p.153-165, 1996.
- BULL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T., CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993, p.63-145.
- CADY, F.B. Experimental design and data management of rotations experiments. **Agron. J.**, v.83, n.1, p.50-56, 1991.
- CASTRO, O.M. de, DE MARIA, I.C. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um latossolo roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **R. Bras. Ci. Solo**, v.17, n.3, p.471-477, 1993.
- CENTURION, J.F. **Efeito de sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas de um solo argiloso sob cerrado e na cultura do milho implantada**. Piracicaba:ESALQ-USP, 1988, 125 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, 1988.
- CENTURION, J.F., DEMATTÊ, J.L.I., FERNANDES, F.M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **R. Bras. Ci. Solo**, v.9, n.3, p.267-270, 1985.
- CHRISTOFFOLETTI, P.J. **Controle de *Brachiaria decumbens* STAFF e de *Cyperus rotundus* L. em área de cana-de-acúcar (*Saccharum* spp.) através da técnica de rotação com amendoim (*Arachis hipogea* L.) integrada ao uso de herbicidas**. Piracicaba:ESALQ-USP, 1988. 117 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, 1988.
- CINTRA, F.L.D., MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **R. Bras. Ci. Solo**, v.7, n.2, p.197-201, 1983.

- COMISSÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES DO ESTADO DE GOIÁS.
Recomendação de corretivos e fertilizantes para o Estado de Goiás.
Goiânia: UFG, 1988, 51 p.
- COSTA, L.M., JUCKSCH, I., GJORUP, G.B. Manejo de solos. In: **Curso de fertilidade e manejo do solo. Modulo XV. Curso de especialização por tutoria a distância lato sensu.** Brasília:ABEAS, 1994, 62 p.
- COSTA, L.M., SEDIYAMA, T., SEDIYAMA, NOVAIS, R. F., BRUNELI Jr., H. C., FOGLI, M. G. P.. Estudos do sistema radicular de cinco variedades de soja em solos com camadas compactadas na fazenda itamarati. In: ENCONTRO TÉCNICO SOBRE A CULTURA DA SOJA, 1984. Viçosa, MG. **Anais...**, Viçosa, MG:UFV, 1984, p.113-114.
- DEFELIPO, B.V., RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo: metodologia.** Viçosa, MG:UFV, 1981. 17p. (Boletim de Extensão, 29).
- DEMÉTRIO, C.G.B. **Transformação de dados, efeitos sobre a análise de variância** Piracicaba:ESALQ-USP, 1978. 113 p. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, 1978.
- EGERTON, F.N. Changing concepts of the balance of nature. **The Quarterly Review of Biology**, v.48, p.322-348, 1973.
- EHLERS, E.M. **O que se entende por agricultura sustentável?** São Paulo:USP, 1994. 161p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, 1994.
- ELTZ, F.L.F., PEIXOTO, R.T.G., JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. **R. Bras. Ci. Solo**, v.13, n.2, p.259-267, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA.
Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, 1979, não paginado. (Série miscelânea, 1).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA.
Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil, 1995/1996. Londrina, 1995, 149p. (Documentos, 88).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA.
Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Brasília, 1993, 204 p.

- FERNANDES, M.R. **Alterações em propriedades de um latossolo vermelho amarelo distrófico, fase cerrado, decorrente da modalidade de uso e manejo.** Viçosa, MG:UFV, 1982. 65 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- FONSECA, S. **Propriedades físicas, químicas e mineralógicas de um latossolo Vermelho-Amarelo, sob eucalipto, mata natural e pastagem.** Viçosa, MG:UFV, 1984, 48 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- FUNDAÇÃO CARGILL. **Guia técnico.** Andirá, PR, 1995, 91 p.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro, 1996, 1190 p.
- HARRIS, R.F., CHESTERS, G., ALLEN, O.N. Dynamic of soil aggregation. **Advances in Agronomy**, v.18, p.107-169, 1966.
- HAVLIN, J.L., KISSEL, D.E., MADDUX, L.D. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. **Soil Sci. Soc. Amer. J.**, v.54, n.2, p.448-452, 1990.
- HAYNES, R.J. Soil acidification induced by leguminous crops. **Grass Forage Sci.**, v.38, n.1, p.1-11, 1983.
- HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de inverno. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.20, n.9, p.1021-1030, 1985.
- HODGES, T.K., HANSON, J.B. Calcium accumulation by maize mitochondria. **Plant Physiol.**, v.40, n.1, p.101-109, 1965.
- HOLTZ, G.P., SÁ, J.C.M. Resíduos culturais: reciclagem de nutrientes e impacto na fertilidade do solo. In: curso sobre manejo do solo no sistema de plantio direto. Castro:Fundação ABC, 1995. p. 14-30.
- JUO, A.S.R., LAL, R. Nutrient profile in a tropical Alfisol under conventional and no-till systems. **Soil Sci.**, v.127, n.3, p.168-173, 1979.
- LANDERS, J.N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado.** Goiânia:APDC, 1994, 261 p.
- LARA, W.A.R.C., MOTTA, S.A., ANDREANI, D.B. Primeiros resultados de pesquisa em Uberlândia. **R. Plantio Direto**, p.30-35, 1995.

- LEANDRO, W.M., ALMEIDA, R.A., EGITO, M.J. Efeitos de coberturas verdes, com potencial de utilização em sistema de plantio direto, na estrutura de solos degradados de Goiás - dados de 1^o ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1, 1996, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR-PRG/PR, 1996. p.106-107.
- LEIGHTY, C.E. Crop rotation. In.: UNITED STATE DEPARTAMENT OF AGRICULTURAL. **Yearbook of agriculture soil and men**, Washington, 1938, p.406-430.
- LIMA, A.C. **Relatório de estágio curricular em plantio direto**. Rio Verde:FESURV, 1995, 25 p.
- LIMA, R.D., FERRAZ, S., SANTOS, J.M. Ocorrência de *Heterodera* sp. em soja no Triângulo Mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16, 1992, Lavras, MG. **Resumos...** Lavras, MG:ESAL, 1992, p.81.
- LOPES, A.S. **Solos sob cerrado**: características, propriedades e manejo. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1984, 162 p.
- LORDELLO, A.I.L., LORDELLO, R.R.A., QUAGGIO, J.A. *Heterodera* sp. reduz a produção de soja no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16, 1992, Lavras, MG. **Resumos...** Lavras, MG: ESAL, 1992, p. 81
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4. ed. São Paulo: Plantarum, Nova Odessa, 1994, 299p.
- LOSS, C.J. Princípios básicos para iniciar o plantio direto. In: curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto. Castro:Fundação ABC, 1995, p.291-301.
- LUND, Z.F. The effect of calcium and its relation to some other cations on soybean root growth. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v.34, n.3, p.456-459, 1970.
- MAGALHÃES, A.C., SILVA, W.J. **Determinantes genético-fisiológicos do milho**. 2. ed. Campinas:Fundação Cargill, 1987. p.425-452.
- MAROCHI, A.I., SCHMIDT, W. **Plantio direto na palha: tecnologia de aplicação e uso de Scorpion no sistema**. São Paulo:Fundação ABC/DowElanco, 1996, 43 p.

- MELLO, F. de A. F. de , SOBRINHO, M. de O. C. do B., ARZOLLA, S. **Fertilidade do solo**. 3 ed., São Paulo: NOBEL, 1989, 400 p.
- MENDES, M. de L. O nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe, 1952). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, 1, 1992, Uberaba, MG. **Anais...** Brasília, DF:EMBRAPA/SPI, 1994. p.23-47.
- MENGEL, K., KIRBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987, 687 p.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó: Ed. do Autor, 1991, 337 p.
- MONIZ, A.C. **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro:Livros Técnicos e Científicos, 1975, p. 45-57.
- MONTEIRO, A.R., MORAIS, S.R.A.C. Ocorrência do nematóide do cisto da soja, *Heterodera glycines* Ichinohe, prejudicando a cultura da soja no Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16, 1992, Lavras, MG. **Resumos...** Lavras, MG:ESAL, 1992, p.83.
- MONTOVANI, E.C. Compactação do solo. **Inf. Agropec.**, v.13, n.147, p.52-55, 1987.
- MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L., TORNADO, P.V., MACHADO, J. **Atualização em plantio direto**. Campinas:Fundação Cargill, 1985. p. 147-160.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.7,n. 1 , p.95-102, 1983.
- NEME, N.A., MIRANDA, H.S., FORSTER, R. Ação da cultura de feijão-deporco no combate à tiririca. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE AGRONOMIA, 2, 1954, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba:ESALQ, 1954, p.262.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Alternative agriculture**. Washington, D.C. National Academy Press, 1989. não paginado.
- OLIVEIRA, F.M. Plantio direto e rotação de culturas em safrinha e safra de verão (Estágio Supervisionado). Rio Verde:FESURV, 1996. 33 p. (Dissertação de Graduação).

- ORYOKOT, J.O.F., MURPHY, S. D., SWANTON, C. J. Effect of tillage and corn on pigweed (*Amaranthus* spp.) seedling emergence and density. **Weed Sci.**, v.45, n.1, p.120-126, 1997.
- PASCHOAL, A.D. **Pragas, praguicidas e crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro:FGV, 1979, 102p.
- PEEVY, W.J., NORMAN, A.G. Influence of decomposition of plant materials on proprieties of the decomposed residues. **Soil Sci.**, v.65, n.3, p.209-226, 1948.
- PHILLIPS, R.E., BLEVINS, R.L., THOMAS, G.W. No-tillage agriculture. **Science**, v.208, n.4448, p.1108-1113, 1980.
- QUAGGIO, J.A., RAIJ, B. Van, MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.16, n.3, p.245-260, 1983.
- RAIJ, B. Van, CAMARGO, A.P., CANTARELLA, H. SILVA, N.M. da. Alumínio trocável e saturação de bases como critérios para recomendação de calagem. **Bragantia**, v.42, n.13, p.149-156, 1983.
- RAIJ, B. Van, SILVA, N.M., BATAGLIA, O.C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas:Instituto Agrônômico, 1985. 107 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. 4. ed. Campinas:Fundação Cargill, 1985, 466 p.
- REINERT, D.J. Recuperação da agregação pelo uso de leguminosas e gramínea em solo Podzólico vermelho-amarelo. Santa Maria: UFSM, 1993. 62 p. Tese (Concurso a professor titular) - Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- REN, G.L., BARBER, S.A. Effect of phosphorus and soil fertility in a long-term experiment. **Fert. Res.**, v.15, n.2, p.123-132, 1988.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2. ed. Oklahoma:Academic Press, 1984, 422 p.
- RILEY, D., BARBER, S.A. Bicarbonate accumulation and pH changes at the soybean (*glycine max* (L.) Merrill) root-soil interface. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, v.33, n.6, p.905-908, 1969.
- ROBBINS, S.G., VOSS, R.D. Phosporus and potassium stratification in conservation tillage systems. **J. Soil Wat. Consev.**, v.46, n.4, p.298-300, 1991.

- ROMAN, E.S., VELLOSO, J.A.R.O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In:EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantio direto no Brasil**, Passo Fundo:Aldeia Norte, 1993, p.77-84.
- ROMEIRO, A.R. Meio ambiente e modernização agrícola. **Revista Brasileira de Geografia** v.43, n.1, p.3-45, 1992.
- ROSA Jr., E.J. **Efeito de sistemas de manejo e tempo de uso sobre as características físicas de dois solos do município de Ponta-Porã, MS.** Viçosa, MG:UFV, 1984. 89 p. Dissertação(Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- RUEDELL, J. Controle de plantas daninhas no sistema plantio direto no sul do Brasil. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTAS, 1; JORNADAS BINACIONALES DE CERO LABRANZA, 2, 1992, Villa Giardino, Córdoba. **Trabajos presentados...** Villa Giardino, Córdoba:Asociación Argentina Productores en Siembra Directa/Sociedad de Conservación de Suelos/Clube Amigos da Terra/Fundação ABC/Associación Uruguay ProSiembra Directa, 1992, p.169-182.
- RUEDELL, J. Dessecação e controle de plantas infestantes no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1, 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: CNPT-EMBRAPA, 1995. p. 21-27.
- SALTON, J.C. Alternativas para produzir palha no Mato Grosso do Sul In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantio Direto no Brasil**. Passo Fundo:Aldeia Norte, 1993, p.159-162.
- SANTOS, H.P., REIS, E.M., DERPSCH, R. Rotação de culturas In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Plantio Direto no Brasil**, Passo Fundo:Aldeia Norte, 1993, p.85-103.
- SCALÉA, M.J. **A cultura do milho e seu uso no plantio direto no cerrado.** Goiânia:Monsanto, 1996, 4 p. (Informativo Monsanto).
- SCALÉA, M.J. **Plantio Direto:**cerrado. Goiânia:Monsanto, 1994, 14 p.
- SCHOMBERG, H.H., STEINER, J.L., UNGER, P.W. Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues: residue quality and water effects. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 58, n.1, p.372-381, 1994.

- SEDIYAMA, T., PEREIRA, M.G., SEDIYAMA, C.S. et al. **Cultura da soja: I** parte. Viçosa, MG:UFV, 1985, 96 p.
- SEDIYAMA, T., PEREIRA, M.G., SEDIYAMA, C.S. **Cultura da soja: II** parte. Viçosa, MG:UFV, 1989, 75 p.
- SÉGUY, L., BOUZINAC, S. O plantio direto no cerrado úmido. **Informações Agronômicas**, n. 69, s/p, 1995.
- SIDIRAS, N., PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **R. Bras. Ci. Solo**, v.9, n.3, p.249-254, 1985.
- SIDIRAS, N., VIEIRA, M.J. Comportamento de um latossolo roxo distrófico, compactado pelas rodas de trator na semeadura. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.19, n.10, p.1285-1293, 1984.
- SIDIRAS, N., ROTH, C.H. Medições de infiltração com infiltrômetros e um simulador de chuvas em latossolo roxo distrófico - Paraná, sobre vários tipos de cobertura de solo e de sistemas de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 5, 1984, Porto Alegre, 1984. **Anais...** Porto Alegre:UFRGS, 1984.
- SIDIRAS, N., ROTH, C. H., FARIAS, G. S. Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.8, n.2, p.251-254, 1984.
- SOUZA, C.M. **Efeito do uso contínuo de grade pesada sobre algumas características físicas e químicas de um latossolo vermelho amarelo distrófico, fase cerrado, e sobre o desenvolvimento das plantas e absorção de nutrientes pela cultura da soja.** Viçosa, MG:UFV, 1988. 105p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- TANAKA, R.T., MASCARENHAS, H.A.A., BORKERT, C.M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, E., SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos cerrados.** Piracicaba: POTAFOS, 1993, p.105-136.
- TASCA, I. Os homens que descobriram a bomba. **R. Plantio Direto**, v.33, p.8-10, 1996.
- TAYLOR, H.M., ROBERSON, G.M., PARKER, J.J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Sci.**, v.102, n.1, p.18-22, 1966.

- TEIXEIRA, L.A.J., TESTA, V.M., MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento afetados por sistemas de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, v.18, n.2, p.207-214, 1994.
- TOLLNER, E.W., SIMONTON, W. A cone penetrometer system for measuring cone index and stress relaxation. **American Society of Agricultural Engineers**, v.1, n.32, p.58-63, 1989.
- TORMENA, C.A. Resíduos culturais: efeitos no controle da erosão e alterações em propriedades físicas do solo In: curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto. Castro: Fundação ABC, 1995, p.31-46.
- VARGAS, R.M.B., MEURER, E.J., ANGHINONI, I. Mecanismos de suprimento de fósforo, potássio, cálcio e magnésio às raízes de milho em solos do Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, v.7, n.2, p.143-148, 1983.
- VASCONCELLOS, C.A., SANS, L.M.A., PACHECO, E.B. Influência da rotação de culturas no sistema radicular do milho e em algumas características químicas de um latossolo vermelho-escuro distrófico da região de Sete Lagoas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, 1986, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte:EMBRAPA/CNOMS, 1986, p.99.
- VELLOSO, J.A.R.O. Plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Plantio direto no Brasil**, Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993, p.61-73.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro:Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969, 24 p. (Boletim Técnico, 7).
- VIEIRA, S.R., MUZZILLI, O. Características físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.19, n.7, p.873-882, 1984.
- VITÓRIA FILHO, R. Potencial de ocorrência de plantas daninhas em plantio direto. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em plantio direto**. Campinas, 1985, p.31-48.
- WALKER, R.H., BUCHANAN, G.A. Crop manipulation in integrated weed management systems. **Weed Sci.**, v.30, n. suppl.1, p.17-24, 1982.
- WELCH, J.F. Rotational benefits to soybean and following crops. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3, 1984, Iowa. **Abstracts...** Iowa:Iowa State University, 1984, p.362.

- WILLARD, T.S., GRIFFIN, J.L. Soybean (*Glycine max*) yield and quality responses associated with wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) control programs. **Weed Technol**, v.7, n.1, p.118-122, 1993.
- XIE, S.P., NI, J.S. A study of potassium absorption and compartmentation in leaves of *Alternanthera philoxeroides* (MART) Griseb, as compared with soybean and sunflower seedlings. Shanghai Inst. Plant. Physiol., **Acta-Phytobiologica-Sinica**, v.14, n.1, p.67-73, 1988.
- ZIMDAHL, R.L. **Weed - crop competition**; a review. Corvallis:International Plant Protection Center/Oregon State University, 1980, 197 p.

APÊNDICE

APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo da análise de variância das características químicas do solo: pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC total) e saturação de bases (V), avaliadas em área com cultivo de milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	GL	pH	P ¹ (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	H+Al (cmolc/dm ³)	SB (cmolc/dm ³)	CTC total (cmolc/dm ³)	V (%)
Sucessões (S)	5	0,3759 *	0,6467**	1087,04ns	2,7970**	0,133120**	35,1947**	2,1078 *	27,2601**	1313,8870**
Resíduo A	24	0,1212	0,0786	695,08	0,3237	0,044667	7,5839	0,5584	3,5999	128,2073
Profundidades (P)	4	1,4777**	2,3072**	56235,89**	8,6370**	0,667863**	12,1816**	15,1229**	52,1268**	332,7126**
P x S	20	0,1171**	0,0371**	1650,63**	0,2973**	0,027516**	1,6077**	0,4110**	1,5956**	84,8396**
Resíduo B	96	0,0232	0,0202	420,79	0,0609	0,011556	0,6709	0,1094	0,7050	20,1178
Resíduo B'(GL')		0,0428(65)	0,0319(78)	475,65(114)	0,1135(64)	0,018178(78)	2,0535(43)	0,1992(66)	1,2840(66)	41,7357(58)
C.V.(%) Parcela		6,33	36,61	32,68	26,68	21,22	52,34	22,39	22,05	28,59
C.V.(%) Subparcela		2,77	18,57	25,42	11,57	10,79	15,57	9,91	9,76	11,33

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

¹ dados transformados: log (x+1).

Quadro 2A - Resumo dos quadrados médios do desdobramento da interação profundidades x sucessões de culturas para as características químicas do solo: pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC total) e saturação de bases (V) em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	GL	pH	P L ¹ (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	H+Al (cmolc/dm ³)	SB (cmolc/dm ³)	CTC total (cmolc/dm ³)	V (%)
Sucessões (S)/Prof0-5	5	0,1712**	0,0897 *	5184,20**	1,0880**	0,022704ns	12,5094**	1,1472**	8,0348**	467,5899**
Sucessões (S)/Prof5-10	5	0,0044ns	0,1613**	343,81ns	0,7414**	0,031000ns	8,1075**	0,6404 *	6,6504**	256,3855**
Sucessões (S)/Prof10-15	5	0,0364ns	0,2067**	683,44ns	0,5903**	0,041333ns	8,4515**	0,3815ns	6,5582**	331,9249**
Sucessões (S)/Prof15-20	5	0,0531ns	0,2628**	864,86ns	0,6107**	0,074400**	9,8310**	0,4605ns	10,7514**	237,6798**
Sucessões (S)/prof20-30	5	0,5789**	0,0748 *	613,23ns	0,9557**	0,073748**	2,7259ns	1,1224**	1,6476ns	359,6655**
Resíduo B'(GL')		0,0428(65)	0,0319(78)	475,65(114)	0,1135(64)	0,018178(78)	2,0535(43)	0,1992(66)	1,2840(66)	41,7357(58)
Prof./ S milho-milho	4	0,3964**	0,5243**	4375,74**	2,8396**	0,106400**	6,8706**	3,9083**	20,1278**	102,3136**
Prof./ S soja-milho	4	0,2536**	0,3563**	2438,66**	0,2016 *	0,132400**	2,8746**	0,7231**	6,0958**	9,0816ns
Prof./ S girassol-milho	4	0,4966**	0,6486**	11472,56**	2,1130**	0,081000**	3,2886**	3,2980**	11,9924**	88,7594**
Prof./ S milheto-milho	4	0,4894**	0,3458**	19762,67**	2,3294**	0,165600**	0,1116ns	4,2706**	4,0265**	380,1684**
Prof./ S sorgo-milho	4	0,1280**	0,2134**	14312,67**	1,3656**	0,204444**	0,9600ns	3,0102**	4,9489**	118,7295**
Prof./ S guandu-milho	4	0,2990**	0,4044**	12126,75**	1,2744**	0,115600**	6,1146**	1,9676**	12,9135**	57,8584 *
Resíduo B	96	0,0232	0,0202	420,79	0,0609	0,011556	0,6709	0,1094	0,7050	20,1178

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

L¹ dados transformados: $\log(x+1)$.

Quadro 3A - Médias gerais do potencial de hidrogênio (pH) do solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	5	10	15	20	30
Milho-Milho	5,42 b A	5,60 a A	5,62 a A	5,54 a A	4,94 b B
Soja-Milho	5,56 ab A	5,64 a A	5,76 a A	5,54 a A	5,16 b B
Girassol-Milho	5,78 ab A	5,68 a AB	5,60 a AB	5,42 a B	4,98 b C
Milheto-Milho	5,60 ab A	5,62 a A	5,54 a AB	5,28 a B	4,88 b C
Sorgo-Milho	5,93 a A	5,67 a AB	5,73 a AB	5,50 a B	5,80 a A
Guandu-Milho	5,54 b A	5,64 a A	5,60 a A	5,38 a A	5,04 b B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,38).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,26).

Quadro 4A - Médias gerais do teor de fósforo (P) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto¹

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	10,48 ab A	8,77 abc AB	8,94 ab AB	4,62 ab B	0,78 a C
Soja-Milho	11,88 a A	16,38 a A	12,18 a A	10,48 a A	2,63 a B
Girassol-Milho	10,22 ab AB	11,59 ab A	9,23 ab AB	5,92 ab B	0,70 a C
Milheto-Milho	8,33 ab A	6,08 bc A	4,37 bc AB	2,72 bc B	0,95 a C
Sorgo-Milho	4,62 b A	4,50 c A	2,55 c AB	1,45 c BC	0,95 a C
Guandu-Milho	6,76 ab AB	8,55 abc A	5,16 abc AB	3,57 bc B	0,78 a C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,33).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,25).

¹ médias destransformadas.

Obs.: DMS Tukey para dados transformados.

Quadro 5A - Médias gerais do teor de potássio (K) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	114,20 cd A	82,40 a AB	71,80 a B	61,60 a BC	33,20 a C
Soja-Milho	108,00 d A	88,40 a AB	79,00 a ABC	65,00 a BC	50,20 a C
Girassol-Milho	152,20 bc A	79,20 a B	72,80 a B	71,20 a B	18,00 a C
Milheto-Milho	193,00 a A	86,00 a B	78,40 a B	55,00 a BC	28,00 a C
Sorgo-Milho	162,33 ab A	97,33 a B	50,33 a C	39,00 a C	37,00 a C
Guandu-Milho	162,00 ab A	100,20 a B	83,20 a B	76,00 a B	25,40 a C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 39,99).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 35,55).

Quadro 6A - Médias gerais do teor de cálcio (Ca) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	2,80 ab A	2,90 ab A	2,78 ab A	2,58 a A	1,10 bc B
Soja-Milho	1,88 c AB	1,96 c A	1,96 c A	1,76 b AB	1,48 ab B
Girassol-Milho	2,34 bc A	2,24 c A	2,22 bc A	2,28 ab A	0,82 c B
Milheto-Milho	2,24 bc A	2,30 bc A	2,32 abc A	1,74 b B	0,72 c C
Sorgo-Milho	3,20 a A	2,93 a A	2,87 a A	2,33 ab B	1,90 a B
Guandu-Milho	2,30 bc AB	2,46 abc A	2,42 abc A	1,88 b B	1,26 bc C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,62).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,43).

Quadro 7A - Médias gerais do teor de magnésio (Mg) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	1,16 a A	0,88 a B	0,84 a B	0,84 ab B	0,80 b B
Soja-Milho	1,22 a A	0,96 a BC	1,02 a B	0,90 ab BC	0,78 b C
Girassol-Milho	1,28 a A	0,98 a B	1,00 a B	1,06 a B	0,98 ab B
Milheto-Milho	1,34 a A	1,10 a B	0,98 a BC	0,94 ab BC	0,88 ab C
Sorgo-Milho	1,23 a A	0,90 a B	0,80 a BC	0,70 b C	0,97 ab B
Guandu-Milho	1,32 a A	1,00 a B	0,96 a B	0,96 a B	1,10 a B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,25).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,19).

Quadro 8A - Médias gerais do teor hidrogênio + alumínio (H+Al) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	7,20 a A	6,36 ab AB	5,34 ab BC	5,46 ab BC	4,08 a C
Soja-Milho	6,84 a A	6,48 ab A	6,54 a A	6,72 a A	4,98 a B
Girassol-Milho	6,18 ab AB	6,96 a A	6,18 ab AB	6,54 a A	4,80 a B
Milheto-Milho	4,08 bc A	4,08 b A	3,84 ab A	4,08 ab A	4,26 a A
Sorgo-Milho	3,30 c A	4,10 b A	3,50 b A	3,60 b A	2,90 a A
Guandu-Milho	6,30 ab A	6,24 ab A	6,18 ab A	6,78 a A	3,96 a B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 2,70).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 1,42).

Quadro 9A - Médias gerais da soma de bases (SB) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	4,24 ab A	4,00 a AB	3,81 a AB	3,54 a B	2,01 b C
Soja-Milho	3,40 c A	3,13 b A	3,16 a A	2,85 a AB	2,41 ab B
Girassol-Milho	3,98 bc A	3,41 ab AB	3,38 a B	3,49 a AB	1,83 b C
Milheto-Milho	4,06 bc A	3,60 ab A	3,48 a A	2,85 a B	1,67 b C
Sorgo-Milho	4,89 a A	4,08 a B	3,91 a B	3,16 a C	2,95 a C
Guandu-Milho	4,04 bc A	3,71 ab A	3,57 a AB	3,03 a B	2,45 ab C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,83).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,57).

Quadro 10A - Médias gerais da capacidade de troca catiônica (CTC total) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	11,44 a A	10,36 a AB	9,15 ab B	9,00 ab B	6,09 a C
Soja-Milho	10,24 abc A	9,61 abc A	9,70 a A	9,57 a A	7,39 a B
Girassol-Milho	10,16 abc A	10,37 a A	9,57 a A	10,03 a A	6,63 a B
Milheto-Milho	8,34 bc A	7,68 c A	7,32 b AB	6,93 bc AB	5,93 a B
Sorgo-Milho	8,19 c A	8,18 bc A	7,41 b A	6,76 c AB	5,85 a B
Guandu-Milho	10,34 ab A	9,95 ab A	9,75 a A	9,81 a A	6,41 a B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 2,10).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 1,46).

Quadro 11A - Médias gerais da saturação de bases (V) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Milho	39,20 bc AB	41,06 abc A	45,32 ab A	41,84 ab A	33,04 b B
Soja-Milho	33,34 c A	32,66 c A	32,54 c A	29,90 b A	32,80 b A
Girassol-Milho	39,16 bc A	32,96 c AB	35,54 bc AB	34,86 b AB	27,66 b B
Milheto-Milho	49,84 ab A	46,82 ab AB	47,50 ab AB	41,18 ab B	28,18 b C
Sorgo-Milho	59,87 a A	49,83 a B	53,47 a AB	47,10 a B	50,47 a B
Guandu-Milho	39,14 bc A	37,06 bc AB	36,70 bc AB	30,54 b B	38,38 b AB

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 12,02).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 7,77).

Quadro 12A - Resumo da análise de variância das características químicas do solo: pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC total) e saturação de bases (V), avaliadas em área com cultivo de soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	GL	pH	P ¹ (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	H+Al (cmolc/dm ³)	SB (cmolc/dm ³)	CTC total (cmolc/dm ³)	V (%)
Sucessões (S)	6	0,5435**	0,1070ns	6998,36**	2,2067**	0,280492**	44,4532**	2,7081**	29,9906**	1711,99**
Resíduo A	28	0,1251	0,0526	1005,20	0,3181	0,037839	0,6266	0,5602	0,4632	81,72
Profundidades (P)	4	3,1084**	3,0263**	53608,67**	16,4620**	0,750202**	0,5703ns	27,4790**	31,0272**	1775,98**
P x S	24	0,0820**	0,0474**	2585,31**	0,5473**	0,035404**	4,1477**	0,6515**	3,3608**	190,22**
Resíduo B	112	0,0265	0,0193	467,14	0,0801	0,009196	0,5252	0,1344	0,4696	24,89
Resíduo B'(GL')		0,0462(81)	0,0260(111)	574,75(123)	0,1277(90)	0,014925(88)	0,5451(139)	0,2196(87)	0,4683(140)	36,2607(100)
C.V.(%) Parcela		6,49	31,79	38,14	25,45	18,54	21,53	8,47	20,59	24,7
C.V.(%) Subparcela		2,99	19,26	26,00	12,78	9,14	10,54	8,53	11,37	13,32

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

¹ dados transformados: (logx + 1).

Quadro 13A - Resumo dos quadrados médios para o desdobramento da interação profundidades x sucessão de culturas para as características químicas do solo: pH, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio + alumínio (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC total) e saturação de bases (V), em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	GL	pH	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Ca (cmolc/dm ³)	Mg (cmolc/dm ³)	H+Al (cmolc/dm ³)	SB (cmolc/dm ³)	CTC total (cmolc/dm ³)	V (%)
Sucessões (S)/Prof0-5	6	0,0801ns	0,0293ns	12014,86**	0,6455**	0,162792**	17,3503**	0,9054**	13,4072**	585,6229**
Sucessões (S)/Prof5-10	6	0,1340 *	0,0823**	1613,98 *	1,0536**	0,031018ns	15,9006**	1,2023**	9,9353**	651,7432**
Sucessões (S)/Prof10-15	6	0,1899**	0,0743 *	1279,38 *	0,9399**	0,057905**	14,7538**	1,0356**	9,9455**	609,7704**
Sucessões (S)/Prof15-20	6	0,1422**	0,0709 *	1097,68ns	0,9748**	0,112351**	12,1528**	1,2026**	8,4609**	484,1135**
Sucessões (S)/prof20-30	6	0,3254**	0,0399ns	1333,70 *	0,7817**	0,058042**	0,8864ns	0,9681**	1,6850**	141,6240**
Resíduo B'(GL')		0,0462(81)	0,0260(111)	574,75(123)	0,1277(90)	0,014925(88)	0,5451(139)	0,2196(87)	0,4683(140)	36,2607(100)
Prof./ S milho-soja	4	0,6216**	0,6848**	3751,20**	4,7630**	0,085600**	0,6894ns	6,3176**	4,4055**	627,5107**
Prof./ S soja-soja	4	0,3088**	0,4713**	8706,66**	0,6916**	0,250000**	9,8775**	2,0759**	15,4076**	182,7484**
Prof./ S girassol-soja	4	0,7193**	0,6098**	4800,20**	2,2838**	0,187025**	7,9074**	4,3616**	22,7649**	61,7794 *
Prof./ S milheto-soja	4	0,2234**	0,3266**	34530,86**	1,4550**	0,234400**	0,2304ns	4,3499**	3,8203**	256,4807**
Prof./ S sorgo-soja	4	0,2734**	0,1724**	2568,06**	1,3114**	0,042600**	3,5424**	2,1432**	1,1904 *	367,9744**
Prof./ S aveia-soja	4	0,8046**	0,4417**	6184,66**	5,0136**	0,069400**	2,2590**	6,3998**	1,2950 *	897,8505**
Prof./ S nabo-soja	4	0,6496**	0,6043**	8578,90**	4,2274**	0,093600**	0,9504ns	5,7399**	2,3084**	522,9656**
Resíduo B	112	0,0265	0,0193	467,14	0,0801	0,009196	0,5252	0,1344	0,4696	24,8945

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Quadro 14A - Médias gerais do potencial de hidrogênio (pH) do solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	5,56 a A	5,56 ab A	5,60 abc A	5,38 ab A	4,76 bc B
Soja-Soja	5,62 a A	5,62 ab A	5,57 abc A	5,27 ab B	5,07 ab B
Girassol-Soja	5,62 a A	5,44 b AB	5,48 bc AB	5,20 b B	4,66 c C
Milheto-Soja	5,70 a A	5,38 b B	5,36 c B	5,24 ab B	5,14 ab B
Sorgo-Soja	5,88 a AB	5,88 a AB	5,94 a A	5,64 a BC	5,38 a C
Aveia-Soja	5,58 a AB	5,68 ab AB	5,80 ab A	5,40 ab B	4,78 bc C
Nabo-Soja	5,84 a A	5,60 ab A	5,56 abc A	5,58 ab A	4,88 bc B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,41).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,28).

Quadro 15A - Médias gerais do teor de fósforo (P) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto¹

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	8,3769 a A	14,9478 a A	3,8652 ab B	2,1791 b BC	0,8582 a C
Soja-Soja	8,9449 a AB	10,3527 ab A	4,7372 ab BC	2,8495 ab C	1,0296 a D
Girassol-Soja	11,5980 a A	8,9563 ab A	4,5950 ab B	2,2374 b B	0,7775 a C
Milheto-Soja	7,4957 a A	6,8253 b A	3,0188 b B	2,4119 ab BC	1,0927 a C
Sorgo-Soja	8,3240 a A	5,6054 b AB	4,4979 ab AB	3,4116 ab BC	1,9861 a C
Aveia-Soja	7,5487 a A	6,6913 b A	3,3682 b B	2,3496 b B	0,5812 a C
Nabo-Soja	12,0978 a A	9,3729 ab AB	8,5521 a AB	5,8580 a B	0,7514 a C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,30).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,24).

¹ dados destransformados.

Obs.: DMS Tukey para dados transformados.

Quadro 16A - Médias gerais do teor de potássio (K) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	107,80 d A	87,40 ab AB	61,80 b BC	44,40 a C	46,60 ab C
Soja-Soja	154,00 bc A	51,50 b B	81,50ab B	69,25 a B	55,75 ab B
Girassol-Soja	111,75 cd A	70,40 ab B	63,40ab BC	44,60 a BC	30,20 b C
Milheto-Soja	241,00 a A	86,80 ab B	66,00ab BC	48,80 a C	37,80 ab C
Sorgo-Soja	108,40 d A	68,80 ab B	71,80abAB	58,80 a B	48,60 ab B
Aveia-Soja	142,40 bcd A	99,20 a B	73,00ab BC	65,60 a BC	54,20 ab C
Nabo-Soja	183,00 b A	101,00 a B	108,00a B	84,40 a B	81,60 a B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 45,46).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 37,89).

Quadro 17A - Médias gerais do teor de cálcio (Ca) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	3,02 ab A	3,00 a A	2,86 ab A	2,20 ab B	0,72 b C
Soja-Soja	2,30 c A	1,95 c AB	1,98 c AB	1,32 c C	1,62 a BC
Girassol-Soja	2,48 bc A	2,12 c AB	2,14 c AB	1,80 bc B	0,72 b C
Milheto-Soja	2,76 abc A	2,22 bc B	2,30 bc AB	2,04 b B	1,28 ab C
Sorgo-Soja	2,76 abc A	2,62 abc A	2,56 abc A	2,00 bc B	1,54 a B
Aveia-Soja	3,08 ab A	3,08 a A	2,90 ab A	2,28 ab B	0,72 b C
Nabo-Soja	3,34 a A	2,90 ab AB	3,14 a AB	2,76 a B	1,04 ab C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,68).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,50).

Quadro 18A - Médias gerais do teor de magnésio (Mg) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	1,04 c A	0,96 a AB	0,84 b BC	0,72 d C	0,78 b C
Soja-Soja	1,42 ab A	1,02 a B	1,00 ab B	0,82 cd C	0,98 ab BC
Girassol-Soja	1,42 ab A	1,12 a B	1,16 a B	1,16 a B	0,88 ab C
Milheto-Soja	1,48 a A	1,18 a B	1,06 ab BC	1,06 ab BC	0,90 ab C
Sorgo-Soja	1,08 c A	0,98 a AB	1,02 ab A	0,92 bcd AB	0,84 b B
Aveia-Soja	1,20 bc A	1,06 a AB	0,98 ab BC	0,88 bcd C	1,00 ab BC
Nabo-Soja	1,38 ab A	1,10 a B	1,14 a B	1,02 abc B	1,10 a B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,23).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,17).

Quadro 19A - Médias gerais do teor de hidrogênio + alumínio (H+Al) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	3,66 b A	4,20 b A	3,48 bc A	3,90 b A	4,38 a A
Soja-Soja	7,20 a A	7,05 a A	6,75 a A	6,75 a A	3,82 a B
Girassol-Soja	7,20 a A	7,32 a A	7,08 a A	7,14 a A	4,38 a B
Milheto-Soja	3,96 b A	4,26 b A	4,56 b A	4,20 b A	4,20 a A
Sorgo-Soja	3,54 b B	3,18 b B	3,24 bc B	3,54 b B	5,22 a A
Aveia-Soja	3,00 b B	2,94 b B	2,94 c B	3,78 b AB	4,44 a A
Nabo-Soja	3,06 b A	3,78 b A	3,54 bc A	3,54 b A	4,26 a A

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 1,37).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 1,27).

Quadro 20A - Médias gerais da soma de bases (SB) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	4,36 ab A	4,20 ab A	3,85 abc A	3,06 bc B	1,62 b C
Soja-Soja	4,08 b A	3,10 c B	3,14 c B	2,33 c C	2,76 a BC
Girassol-Soja	4,21 b A	3,41 bc B	3,45 bc B	3,04 bc B	1,67 b C
Milheto-Soja	4,87 ab A	3,59 abc B	3,55 bc B	3,22 abc B	2,27 ab C
Sorgo-Soja	4,13 b A	3,80 abc A	3,75 abc A	3,06 bc B	2,51 ab B
Aveia-Soja	4,65 ab A	4,42 a A	4,06 ab A	3,31 ab B	1,85 b C
Nabo-Soja	5,22 a A	4,26 ab B	4,55 a B	3,99 a B	2,34 ab C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 0,89).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 0,64).

Quadro 21A - Médias gerais da capacidade de troca catiônica total (CTC total) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	8,02 b AB	8,49 b A	7,34 b AB	6,96 b BC	6,00 b C
Soja-Soja	11,28 a A	10,15 a AB	9,89 a B	9,08 a B	6,59 ab C
Girassol-Soja	11,41 a A	10,73 a AB	10,53 a AB	10,18 a B	6,05 b C
Milheto-Soja	8,83 b A	7,85 bc AB	8,11 b AB	7,42 b BC	6,47 ab C
Sorgo-Soja	7,67 b A	6,98 c A	6,99 b A	6,60 b A	7,73 a A
Aveia-Soja	7,65 b A	7,36 bc AB	7,00 b AB	7,09 b AB	6,29 b B
Nabo-Soja	8,28 b A	8,04 bc A	8,09 b A	7,53 b AB	6,60 ab B

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 1,27).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 1,20).

Quadro 22A - Médias gerais da saturação de bases (V) no solo, na interação sucessões de culturas x profundidades em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Sucessões de culturas	Profundidades (cm)				
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
Milho-Soja	54,40 a A	50,00 ab AB	52,76 ab A	43,94 a B	26,86 b C
Soja-Soja	36,12 b AB	30,55 c BC	32,05 d BC	25,68 b C	41,72 a A
Girassol-Soja	36,90 b A	31,70 c AB	32,78 cd AB	29,68 b AB	27,56 b B
Milheto-Soja	55,20 a A	45,54 b B	43,98 bc B	43,30 a BC	35,12 ab C
Sorgo-Soja	54,74 a A	54,48 ab A	53,66 ab A	46,22 a A	34,78 ab B
Aveia-Soja	60,78 a A	60,22 a A	58,42 a A	46,88 a B	29,42 b C
Nabo-Soja	63,10 a A	53,10 ab B	56,44 a AB	52,94 a B	35,46 ab C

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5% 11,44).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5% 8,75).

Quadro 23A - Resumo da análise de variância para resistência do solo à haste de penetrógrafo (kg/cm^2) nos experimentos com milho e soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	ÁREA DE MILHO		ÁREA DE SOJA	
	gl	QM	gl	QM
Sucessões (S)	5	9,5368ns	6	35,5124 *
Resíduo A	24	13,3218	28	12,5888
Profundidades (P)	3	345,8409**	3	371,4707**
P X S	15	10,4828*	18	5,9844**
Resíduo B	72	5,6549	84	2,6940
Resíduo B'	80	7,5416	66	5,1756
C. V. parcela (%)		16,10		15,09
C. V. subparcela (%)		10,49		6,98

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Quadro 24A - Desdobramento da interação sucessões de culturas x profundidades para resistência do solo (kg/cm^2) à haste de penetrógrafo em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	ÁREA DE MILHO	
	gl	QM
Suc./Prof. 7,50	5	9,2781ns
Suc./Prof. 15,00	5	1,5608ns
Suc./Prof. 22,50	5	14,6944ns
Suc./Prof. 30,00	5	15,4517ns
Resíduo B'	80	7,5716
Prof/Suc. Milho-Milho	3	31,3040**
Prof/Suc. Soja-Milho	3	82,6153**
Prof/Suc. Girassol-Milho	3	31,9173**
Prof/Suc. Milheto-Milho	3	103,7573**
Prof/Suc. Sorgo-Milho	3	93,0373**
Prof/Suc. Guandu-Milho	3	55,6233**
Resíduo B	72	5,6549

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Quadro 25A - Desdobramento da interação sucessões de culturas x profundidades para resistência do solo (kg/cm^2) à haste de penetrógrafo em área cultivada com soja após safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	ÁREA DE SOJA	
	gl	QM
Suc./Prof. 7,50	6	7,7142ns
Suc./Prof. 15,00	6	27,3173**
Suc./Prof. 22,50	6	11,7887*
Suc./Prof. 30,00	6	6,6453ns
Resíduo B'	66	5,1756
Prof/Suc. Milho-Soja	3	51,7920**
Prof/Suc. Soja-Soja	3	45,0165**
Prof/Suc. Girassol-Soja	3	84,8073**
Prof/Suc. Milheto-Soja	3	72,7253**
Prof/Suc. Sorgo-Soja	3	32,1460**
Prof/Suc. Aveia-Soja	3	49,3147**
Prof/Suc. Nabo-Soja	3	71,5753**
Resíduo B	84	2,6940

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Quadro 26A - Resistência do solo (kg/cm^2) à introdução de haste do penetrógrafo quando cultivado milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessão de culturas	Profundidades (cm)				Umidade do solo (%)
	7,50	15,00	22,50	30,00	
Milho-Milho	23,40 A	25,72 A	24,12 A	19,80 B	21,4
Soja-Milho	25,20 AB	25,60 A	22,04 A	16,80 B	24,0
Girassol-Milho	22,92 AB	26,32 A	24,04 AB	20,24 B	22,3
Milheto-Milho	26,60 A	25,12 A	20,60 B	16,56 C	23,8
Sorgo-Milho	25,28 A	24,96 A	19,96 B	16,28 B	22,3
Guandu-Milho	25,20 AB	26,24 A	21,96 BC	18,88 C	23,1

Letras comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5%=3,96).

Quadro 27A - Resistência do solo (kg/cm^2) à introdução de haste do penetrógrafo quando cultivada soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessão de culturas	Profundidades (cm)				Umidade do solo (%)
	7,50	15,00	22,50	30,00	
Milho-Soja	25,88 B	29,12 ab A	25,64 a B	21,28 C	21,2
Soja-Soja	24,32 A	25,76 abc A	23,10 ab A	18,80 B	23,0
Girassol-Soja	25,52 B	29,56 a A	24,28 ab B	19,56 C	22,2
Milheto-Soja	26,36 A	24,60 c A	21,00 b B	17,80 C	24,1
Sorgo-Soja	23,08 A	23,68 c A	21,96 ab A	18,04 B	22,6
Aveia-Soja	26,08 A	24,84 bc AB	22,36 ab B	18,96 C	23,2
Nabo-Soja	26,44 A	27,80 abc A	22,80 ab B	19,40 C	21,5

Letras minúsculas comparam as médias nas colunas (DMS Tukey 5%=4,37).

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas (DMS Tukey 5%=2,72).

Quadro 28A - Resumo da análise de variância para peso de matéria fresca e peso de matéria seca (g/m^2) da parte aérea das plantas daninhas principais dicotiledôneas, principais monocotiledôneas e totais (DMF, DMS, MMF, MMS, PDMF e PDMS), aos 30 dias após a semeadura da cultura do milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997 ¹

Fontes de variação	GL	PDMF	PDMS	MMF	MMS	DMF	DMS
Sucessões	5	0,8019**	0,2590**	0,8167 *	0,2534**	0,3370**	0,0887**
Dentro de sucessões	24	0,1362	0,0441	0,2305	0,0650	0,0736	0,0113
C.V. (%)		39,60	43,71	62,20	64,78	75,23	72,32

¹ dados transformados: $\log(x+1)$.

Quadro 29A - Médias do peso de matéria fresca e peso da matéria seca (g/m^2) da parte aérea das plantas daninhas principais dicotiledôneas, principais monocotiledôneas e totais (DMF, DMS, MMF, MMS, PDMF e PDMS), 30 dias após a semeadura da cultura do milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997 ¹

Sucessões de culturas	PDMF	PDMS	MMF	MMS	DMF	DMS
Milho-Milho	6,7161 abc	1,8458 abc	4,5796 ab	1,2983 ab	1,5864 ab	0,4931 b
Soja-Milho	33,1114 a	5,8328 a	31,8624 a	5,6024 a	0,6692 b	0,1733 b
Girassol-Milho	1,6412 c	0,5852 c	1,0516 b	0,4424 b	0,5769 b	0,1564 b
Milheto-Milho	16,9556 ab	3,4351 ab	4,6208 ab	1,3281 ab	6,3080 a	1,5468 a
Sorgo-Milho	3,8989 bc	1,1370 bc	2,5498 b	0,8659 b	0,5646 b	0,1877 b
Guandu-Milho	5,3826 bc	1,6206 bc	4,7016 ab	1,4221 ab	0,8715 b	0,2459 b
DMS Tukey 5 % dados transformados	0,72	0,41	0,94	0,50	0,53	0,21

¹ dados destranformados.

Quadro 30A - Frequência da ocorrência de espécies de plantas daninhas, em peso de matéria fresca e da matéria seca (g/m²) da parte aérea e teor de umidade da parte aérea da planta, na área cultivada com milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessão de Culturas	COMBE			DIGHO			EPHHL			BIDPI			CCHEC		
	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U
Milho-Milho	0,0	0,0	-	5,3	1,4	73,6	0,0	0,0	-	1,8	0,5	72,2	-	-	-
Soja-Milho	34,0	5,4	84,1	2,1	0,6	71,4	0,0	0,0	-	1,0	0,2	80,0	-	-	-
Girassol-Milho	0,0	0,0	-	2,5	0,7	72,0	0,4	0,1	75,0	0,5	0,1	80,0	-	-	-
Milheto-Milho	11,7	2,1	82,0	0,0	0,0	-	7,8	1,7	78,2	0,0	0,0	-	-	-	-
Sorgo-Milho	6,1	1,2	80,3	0,0	0,0	-	0,8	0,2	75,0	0,0	0,0	-	-	-	-
Guandu-Milho	2,8	0,4	85,7	3,1	0,8	74,2	0,4	0,1	75,0	0,7	0,2	71,4	1,4	0,4	71,4

Quadro 31A - Resumo da análise de variância para peso de matéria fresca e peso de matéria seca (g/m²) da parte aérea das plantas daninhas principais dicotiledôneas, principais monocotiledôneas, outras e totais (DMF, DMS, MMF, MMS, OutrasMF, OutrasMS, PDMF e PDMS), aos 30 dias após a semeadura da cultura da soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde- GO, 1997¹

Fontes de Variação	GL	PDMF	PDMS	MMF	MMS	DMF	DMS	OutrasMF	OutrasMS
Sucessão	6	0,4262**	0,4388**	0,4362**	0,4683**	0,6160**	0,4477**	0,0679ns	0,0174ns
Dentro de Sucessão	28	0,0662	0,0633	0,0767	0,0810	0,0580	0,0412	0,0962	0,0249
C.V. (%)		9,73	13,34	10,64	15,63	16,18	21,82	82,11	88,79

¹ dados transformados: log (x+1).

Quadro 32A - Médias do peso de matéria fresca e peso da matéria seca (g/m²) da parte aérea das plantas daninhas principais dicotiledôneas, principais monocotiledôneas, outras e totais (DMF, DMS, MMF, MMS, OutrasMF, OutrasMS, PDMF e PDMS), aos 30 dias após semeadura da cultura da soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997¹

Sucessão de culturas	PDMF	PDMS	MMF	MMS	DMF	DMS	OutrasMF	OutrasMS
Milho-Soja	278,8337 bc	50,9039 bcd	257,0477 bc	44,9304 bc	14,1217 c	3,8989 c	1,8327 a	0,5805a
Soja-Soja	604,7592 ab	111,3311 abc	581,5054 abc	105,0718 ab	18,9388 bc	4,9896 bc	1,4638 a	0,5592a
Girassol-Soja	291,1460 bc	47,9215 cd	261,0596 bc	41,0824 bc	21,7457 bc	5,4106 bc	1,0296 a	0,3845a
Milheto-Soja	987,5531 a	159,1032 ab	855,2488 ab	128,5687 ab	123,1366 a	29,0262 a	1,1365 a	0,5035a
Sorgo-Soja	180,9282 c	31,1884 d	161,2184 c	25,7793 c	12,2312 c	3,2855 c	1,5539 a	0,4980a
Aveia-Soja	1048,5424 a	194,7943 a	978,7155 a	177,4843 a	57,6678 ab	13,3021 ab	2,6459 a	0,8915a
Nabo-Soja	353,6500 abc	53,4252 bcd	308,1007 abc	43,0961 bc	38,3913 bc	8,3972 bc	0,5635 a	0,2098a
DMS Tukey 5 % dados transformados	0,62	0,31	0,51	0,50	0,50	0,57	0,48	0,40

¹dados destransformados.

Quadro 33A - Frequência da ocorrência de espécies de plantas daninhas, em peso de matéria fresca e da matéria seca (g/m²) da parte aérea e teor de umidade da parte aérea da planta, na área cultivada com soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessão de Culturas	BIDPI			AMADE			EPHHI			EPHHL			HYPSU			ALRTE		
	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U
Milho-Soja	0,8	0,2	75,0	4,0	0,9	77,5	2,4	0,8	66,7	0,5	0,2	60,0	0,9	0,2	77,8	0,7	0,2	71,4
Soja-Soja	3,3	0,8	75,8	2,7	0,7	74,1	1,9	0,6	68,4	1,8	0,4	77,8	4,7	1,0	78,7	0,6	0,1	83,3
Girassol-Soja	9,9	1,9	80,8	1,9	0,5	73,7	1,5	0,5	66,7	3,7	0,8	78,4	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Milheto-Soja	30,2	6,8	77,5	1,4	0,4	71,4	8,2	3,0	63,4	27,7	5,6	79,8	49,0	11,6	76,3	10,1	2,1	79,2
Sorgo-Soja	1,0	0,3	70,0	2,9	0,8	72,4	3,5	1,1	68,6	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	3,8	0,9	76,3
Aveia-Soja	13,8	1,7	87,7	0,8	0,2	75,0	4,0	1,5	62,5	0,0	0,0	-	39,6	11,8	70,2	7,6	1,4	81,6
Nabo-Soja	22,8	3,5	84,6	1,4	0,4	71,4	2,4	0,6	75,0	13,3	3,3	75,2	3,8	1,2	68,4	0,0	0,0	-
Sucessão de Culturas	DEDTO			COMBE			DIGHO			ELEIN			CCHEC			Outras espécies		
	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U	MF	MS	U
Milho-Soja	5,1	1,5	70,5	342,0	61,6	82,9	3,1	1,0	67,7	2,0	0,5	75,0	0,0	0,0	-	2,3	0,7	69,6
Soja-Soja	6,1	1,7	72,1	613,6	110,0	82,2	5,4	1,6	70,4	5,1	1,6	68,6	1,1	0,3	72,7	2,1	0,7	66,7
Girassol-Soja	14,7	3,0	79,6	232,5	35,0	84,9	14,2	2,7	81,0	22,6	4,8	78,8	0,4	0,1	75,0	1,4	0,4	71,4
Milheto-Soja	0,8	0,2	75,0	793,4	116,9	85,2	46,6	8,2	82,4	11,0	2,3	79,1	11,5	2,3	80,0	2,9	0,8	72,4
Sorgo-Soja	1,2	0,4	66,7	207,5	32,6	84,3	1,4	0,5	64,3	1,2	0,3	75,0	1,7	0,6	64,7	1,8	0,5	72,2
Aveia-Soja	0,0	0,0	-	968,3	174,2	82,0	4,6	1,4	69,6	0,4	0,1	75,0	8,1	2,3	71,6	2,7	0,9	66,7
Nabo-Soja	0,0	0,0	-	396,4	56,5	85,7	2,3	0,7	69,6	3,4	1,1	67,6	3,9	0,8	79,5	0,8	0,2	75,0

Quadro 34A - Resumo da análise de variância para percentagem de ocorrência de plantas daninhas ao final do ciclo da cultura de milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	GL	Principais dicotiledôneas	Principais monocotiledôneas	Outras plantas daninhas
Sucessão	5	1155,7930**	1269,2540**	49,0200**
Dentro de sucessão	24	40,9333	41,6833	6,4833
C.V. (%)		24,20	9,83	32,23

Quadro 35A - Percentagem de ocorrência de plantas daninhas ao final do ciclo da cultura do milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessão de culturas	Principais dicotiledôneas	Principais monocotiledôneas	Outras plantas daninhas
Milho-Milho	14,8 c	76,8 a	8,4 b
Soja-Milho	17,0 c	77,0 a	6,0 b
Girassol-Milho	15,2 c	80,2 a	4,6 b
Milheto-Milho	53,6 a	38,2 c	8,2 b
Sorgo-Milho	34,2 b	59,2 b	6,6 b
Guandu-Milho	23,8 bc	62,6 b	13,6 a
DMS Tukey 5%	12,5	12,6	5,0

Letras comparam as médias na coluna.

Quadro 36A - Frequência de ocorrência de diferentes espécies de plantas daninhas ao final do ciclo da cultura do milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997.

Sucessão de culturas	COMBE	DIGHO	ELEIN	CCHEC	BIDPI	AMADE	EPHHI	EPHHL	ALRTE
Milho-Milho	2,4	73,6	0,8	0,0	4,8	4,2	2,0	0,0	3,8
Soja-Milho	8,8	67,2	0,2	0,8	4,0	2,6	0,4	1,6	8,4
Girassol-Milho	0,8	69,8	5,2	4,4	6,4	1,2	1,8	1,2	4,6
Milheto-Milho	7,2	21,2	3,2	6,6	6,6	4,6	3,6	15,8	23,0
Sorgo-Milho	6,6	48,2	2,8	1,6	1,0	2,6	2,4	9,4	18,8
Guandu-Milho	4,2	47,6	1,6	9,2	2,6	3,4	0,4	3,6	13,8

Quadro 37A - Resumo da análise de variância para percentagem de ocorrência de plantas daninhas ao final do ciclo da cultura da soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Fontes de variação	GL	Principais dicotiledôneas	Principais monocotiledôneas	Outras plantas daninhas
Sucessão	6	270,2952**	425,3810**	149,5619**
Dentro de sucessão	28	33,0143	46,7000	12,0571
C.V. (%)		25,84	9,54	58,15

Quadro 38A - Percentagem de ocorrência de plantas daninhas ao final do ciclo da cultura da soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessão de culturas	Principais dicotiledôneas	Principais monocotiledôneas	Outras plantas daninhas
Milho-Soja	19,8 c	76,0 ab	4,2 b
Soja-Soja	21,8 abc	74,8 abc	3,4 b
Girassol-Soja	32,0 ab	64,2 bc	3,8 b
Milheto-Soja	20,6 bc	61,2 c	18,2 a
Sorgo-Soja	32,2 a	62,0 c	5,8 b
Aveia-soja	18,2 c	78,4 a	3,4 b
Nabo-Soja	12,0 c	85,0 a	3,0 b
DMS Tukey 5%	11,5	13,7	7,0

Letras comparam médias nas colunas.

Quadro 39A - Frequência de ocorrência de diferentes espécies de plantas daninhas ao final do ciclo da cultura da soja em sucessão à safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessão de culturas	COMBE	DIGHO	ELEIN	CCHEC	BIDPI	AMADE	EPHHI	EPHHL	ALRTE	HYPUSU	DEDTO
Milho-Soja	35,6	21,8	12,2	6,4	0,0	3,6	5,2	6,0	2,0	0,0	3,0
Soja-Soja	32,0	28,4	10,6	3,8	1,6	3,0	6,6	4,4	3,6	0,0	2,6
Girassol-Soja	30,4	20,6	11,8	1,4	2,0	4,4	5,2	2,2	3,6	1,0	13,6
Milheto-Soja	33,4	10,0	4,6	13,2	1,4	3,0	6,8	3,6	5,8	0,0	0,0
Sorgo-Soja	39,2	9,0	7,4	6,4	0,0	4,2	7,8	0,0	20,0	0,2	0,0
Aveia-soja	61,4	3,6	2,8	10,6	0,2	1,8	5,0	1,4	2,2	7,6	0,0
Nabo-Soja	61,8	10,8	6,6	5,8	0,8	1,6	3,8	3,0	2,0	0,8	0,0

Quadro 40A - Resumo da análise de variância para características agronômicas da cultura do milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	gl	Altura da planta (cm)	População final (plantas/m ²)	Produtividade grãos (kg/ha)	Produtividade grãos (g/planta)	Peso de 100 grãos (g)	Umidade grãos na colheita (%)	Matéria fresca por planta (g)	Matéria seca por planta (g)	Umidade da planta (%)
Sucessões	5	64,3325**	0,04386ns	870576,00ns	513,7808ns	30,5369 *	2,4856**	18,1630ns	0,3793ns	0,7176ns
Dentro de sucessões	24	11,1876	0,1747	401690,66	313,4191	9,7690	0,5967	16,9570	0,3203	0,6712
C.V. (%)		2,20	10,33	9,68	10,87	4,81	3,04	16,33	17,72	0,94

ns, *, **: não significativo, significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Quadro 41A - Médias para características agronômicas da cultura do milho em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessões de culturas	Altura da planta (cm)	População final (plantas/m ²)	Produtividade grãos (kg/ha)	Produtividade Grãos (g/planta)	Peso de 100 grãos (g)	Umidade grãos na colheita (%)	Matéria fresca por planta (g)	Matéria seca por planta (g)	Umidade da planta (%)
Milho-Milho	146,8 c	4,1	6340,41	155,0	30,74 b	24,0 b	23,48	2,98	87,3
Soja-Milho	151,1 abc	4,5	7151,62	160,1	34,49 a	25,3 ab	27,22	3,32	87,8
Girassol-Milho	153,0 abc	4,0	5967,95	151,0	31,75 ab	26,0 a	23,72	2,90	87,7
Milheto-Milho	153,5 ab	4,1	6722,26	163,7	32,94 ab	25,8 a	23,94	3,02	87,4
Sorgo-Milho	150,1 bc	4,1	6767,26	168,3	32,42 ab	25,4 ab	25,06	3,30	86,9
Guandu-Milho	157,4 a	3,5	6329,32	179,4	32,75 ab	25,7 a	27,91	3,63	87,0
DMS Tukey 5%	6,5	0,98	1807,95	34,6	3,06	1,5	8,05	1,11	1,6

Letras comparam médias na coluna.

Quadro 42A - Resumo da análise de variância para características agronômicas da cultura da soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	gl	Altura da planta (cm)	População final (plantas/m ²)	Produtividade grãos (kg/ha)	Produtividade grãos (g/planta)	Peso de 100 grãos (g)	Umidade grãos na colheita (%)	Matéria fresca por planta (g)	Matéria seca por planta (g)	Umidade da planta (%)
Sucessões	6	31,1290**	21,9476 *	147979,60 *	6,9234**	2,0397ns	2,7758ns	12,2825**	0,5468**	1,1527
Dentro de sucessões	28	6,2592	6,6587	49706,78	0,9240	0,8729	3,8626	12,2825**	0,0701	3,1830
C.V.%		3,61	8,76	8,19	10,27	5,07	10,66	11,95	14,50	2,22

Quadro 43A - Médias para características agronômicas da cultura da soja em sucessão a safrinhas, no sistema plantio direto. Rio Verde-GO, 1997

Sucessões de culturas	Altura da planta (cm)	População final (plantas/m ²)	Produtividade grãos (kg/ha)	Produtividade grãos (g/planta)	Peso de 100 grãos (g)	Umidade grãos na colheita (%)	Matéria fresca por planta (g)	Matéria seca por planta (g)	Umidade da planta (%)
Milho-Soja	70,6 abc*	30,2 ab	2811,16 ab	9,39 bc	18,38	17,1	10,2 ab	2,01 ab	80,33
Soja-Soja	72,6 a	28,9 ab	2946,33 a	10,25 ab	18,73	17,9	10,3 ab	2,08 a	79,94
Girassol-Soja	71,8 ab	29,8 ab	2713,75 ab	9,14 bc	19,27	18,7	9,0 bc	1,76 abc	80,52
Milheto-Soja	66,0 c	31,5 a	2423,04 b	7,71 c	17,96	18,4	7,9 cd	1,53 bc	80,83
Sorgo-Soja	69,2 abc	25,1 b	2857,40 ab	11,39 a	17,61	18,8	11,3 a	2,29 a	79,71
Aveia-Soja	67,1 bc	31,0 a	2693,88 ab	8,70 bc	17,87	18,8	8,7 bcd	1,79 abc	79,47
Nabo-Soja	67,7 abc	29,7 ab	2618,34 ab	8,91 bc	19,10	19,4	6,7 d	1,32 c	80,39
DMS Tukey 5%	5,0	5,2	446,97	1,93	1,86	3,9	7,0	0,53	3,55

* Letras comparam médias na mesma coluna.